

Avinor AS, Longyearbyen lokalstyre,
Store Norske Spitsbergen Kullkompani AS

Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving

Longyearbyen - Gammelt og nytt brannøvingsfelt
I henhold til pålegg



Oppdragsnr.: 5165123 Dokumentnr.: Versjon: J05
2018-05-29

Oppdragsgiver: Avinor AS, Longyearbyen lokalstyre,
Store Norske Spitsbergen Kullkompani AS

Oppdragsgivers kontaktperson: Trine Reistad

Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika

Oppdragsleder: Været Lars

Fagansvarlig: Kevin J. Tuttle

Andre nøkkelpersoner: Annelene Pengerud, Lars Bendixby, Vegard Kvisle m.fl.

J05	2018-05-29	For bruk	Lars Været	Annelene Pengerud	Lars Været
D04	2018-05-11	For kommentar, inkl. kostnadsberegninger	Lars Været Ranveig H. Paus	Annelene Pengerud Vegard Kvisle	Lars Været
D02	2017-05-11	For kommentar, ekskl. kostnadsberegninger	Lars Været	Annelene Pengerud	Lars Været
D01	2017-03-31	For kommentar, ekskl. kostnadsberegninger	Annelene Pengerud	Lars Været	Lars Været
C01	2017-02-28	For kommentar	Lars Været Annelene Pengerud	Vegard Kvisle	Lars Været
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Sammendrag

Bakgrunn

Det er utarbeidet tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn ved brannøvingsfeltene på Svalbard lufthavn, Longyear, etter pålegg fra Sysselmannen på Svalbard, datert 26. mai 2016. Pålegget er gitt samlet til Avinor AS, Longyearbyen lokalstyre og Store Norske Spitsbergen Kullkompani AS. Pålegget er gitt med bakgrunn i rapport fra miljøtekniske grunnundersøkelser (Sweco og Cowi, 2012), samt resultater fra Avinors miljøovervåking ved lufthavnen (Norconsult, 2015a og Norconsult, 2016).

Utførte undersøkelser

Norconsult har utført feltundersøkelser i 2016-2017 med prøvetaking av jord, vann, sediment og biota, samt at det er innhentet analyseresultater for jord og sediment fra andre relevante undersøkelser. Det er på grunnlag av resultater fra undersøkelsene beregnet gjenværende mengder av PFOS og Σ PFAS i jord for begge brannøvingsfelt (nedlagt og aktivt), samt gjort vurderinger av spredning til resipient.

Gjennomført kartlegging tilsier at de største mengdene PFOS og Σ PFAS i dag ligger sentralt på nedlagt brannøvingsfelt (BØF). Totalt er det estimert 10,6 $\pm$ 3,8 kg PFOS og 23,7 $\pm$ 8,6 kg Σ PFAS sentralt på gammel BØF, hvorav >90 % i øvre meter av jordprofilen. På aktivt brannøvingsfelt er det estimert 0,5 $\pm$ 0,2 kg PFOS og 0,6 $\pm$ 0,2 kg Σ PFAS, også her med >90 % i øvre meter av jordprofilen.

Spredning fra aktivt brannøvingsfelt er i hovedsak knyttet til oppsamlet skum/vann fra feltet som slippes til sjø via utslippsledning fra terminalområdet. Det er for denne spredningsveien estimert et årlig utslipp til sjø på 5-7 g PFOS/år og 20-26 g Σ PFAS/år. Det er også påvist PFAS i bekkebedrag vest for brannøvingsfeltet, noe som viser spredning via bekken nedover mot sjø. Undersøkelsene viser imidlertid at det også tilføres PFAS til bekken lenger nedstrøms, både fra kulvert som leder vann fra rullebaneområdet, samt diffust tilsig i grunnen, antatt dels fra nedlagt brannøvingsfelt. Tilgjengelig datagrunnlag tyder på at andre kilder har et relativt større bidrag av PFAS til bekken enn avrenning fra det aktive brannøvingsfeltet.

Gjennom påvisning av PFAS i ulike prøver av jord, sediment, biota og vann er det påvist spredning av PFAS fra nedlagt brannøvingsfelt mot resipient nord og øst for brannøvingsfeltet. Det er for nedlagt brannøvingsfelt vektlagt en konseptuell forståelse og visualisering av spredningsmønstre fremfor estimat av spredningsmengder. Ut fra observasjoner i felt i 2016 og 2017, sammen med foreliggende analyseresultater, synes hovedretning for spredning fra nedlagt brannøvingsfelt å være mot øst. Vannregimet mellom nedlagt brannøvingsfelt og sjø, særlig i område for kullager, fremstår svært variabelt mellom de ulike prøvetakingstidspunktene, tidvis med små vannstrenger i overflaten og store dammer på kullageret, og tidvis nesten uten vann i overflaten. Det har derfor ikke vært mulig å etablere målepunkter med sikker vannføring som kan følges over tid, og prøvene er i all hovedsak tatt av stillestående vann tilgjengelig på de ulike prøvetakingstidspunktene.

Konsentrasjoner i jord nedstrøms brannøvingsfeltet er lave, og foreliggende resultater gir ikke grunnlag for å mistenke at det ligger større mengder utenom sentrale deler av feltet. Dette, sammen med at beregnede mengder er langt under det som er estimert brukt gjennom brannøvingsfeltets levetid, antyder at hovedandelen av forbrukt PFAS allerede har nådd resipient (sjø), at det ligger PFAS i masser som ikke er tilstrekkelig kartlagt (eks. kullager), eller at estimert forbruk er for høyt. Rask avrenning til sjø anses å ha sammenheng med de klimatiske forholdene ved Svalbard lufthavn, med temperaturer under 0°C store deler av året som gjør at nedbør akkumuleres på overflaten i form av snø og is frem mot smelteperioden om våren/forsommeren. Dette gjelder også skum påført under øvelse gjennom vintersesongen. Under smeltingen vil vann kunne strømme på frossen terrengoverflate til overvannsgrøfter, videre til sjø. Denne transporten antas å gå relativt raskt, og over en kort årlig gjentakende periode.

Resultater fra fiskeundersøkelser utført i august 2017 fra to stasjoner i sjø nedstrøms brannøvingsfeltene viser konsentrasjoner av PFOS og Σ PFAS under miljøkvalitetsstandard på 9,1 $\mu\text{g/kg}$ (QS_{biota}). Det ble tatt ut prøver fra 15 individer av vanlig ulke (*Myoxocephalus scorpius*) fra hver stasjon (lever og muskel). Vanlig ulke er en typisk stasjonær bunnfisk, som ofte danner lokale populasjoner. Den ligger delvis nedgravd eller skjult på bunnen mens den venter på byttedyr som mindre fisker eller krepsdyr. Arten er derfor egnet som indikator for eksponering av PFAS.

Foreslåtte tiltak og akseptkriterier

Basert på foreliggende datagrunnlag, vurderes tiltak på nedlagt brannøvingsfelt å ville ha klart størst effekt i form av reduserte mengder PFOS/ Σ PFAS, og dermed på fremtidig spredning av PFAS til resipient. Dette under forutsetning av at det kun anvendes fluorfritt skum på aktivt brannøvingsfelt i dag og i fremtiden.

Det er vurdert tre ulike tiltaksalternativer for nedlagt brannøvingsfelt; A) oppgraving med deponering på fastlandet, B) tildekking for å hindre infiltrasjon gjennom forurensede masser, og C) oppgraving med vasking av masser i mobilt vaskeanlegg, med tilbakelegging etter vasking. Det er sett på tre ulike omfang (stort, middels, lite) for hvert tiltaksalternativ, hvor omfanget defineres ut fra gjenværende konsentrasjon av PFOS/ Σ PFAS på hhv. 30 $\mu\text{g/kg}$, 100 $\mu\text{g/kg}$ og 500 $\mu\text{g/kg}$ utenfor tiltaksområdet.

Effekten av tiltakene, gitt som kg PFOS/ Σ PFAS fjernet eller immobilisert gjennom tiltaket, er relativt lik for de tre tiltaksalternativene, men noe lavere for vasking av masser som følge av restkonsentrasjon ($<30 \mu\text{g/kg}$) i masser som legges tilbake. For samme tiltaksomfang (begrenset av hhv. 500 $\mu\text{g/kg}$, 100 $\mu\text{g/kg}$ eller 30 $\mu\text{g/kg}$) er det små forskjeller i forventet effekt mellom de ulike tiltaksmetodene A, B og C, men tiltaksalternativ med tildekking (B) forventes gjennomgående å medføre lavere kostnad per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet eller immobilisert enn de to andre tiltaksalternativene (A og C).

Basert på vurdering av kostnad og forventet effekt for ulike tiltak og omfang foreslås akseptkriterier i form av restkonsentrasjon i jord på $<100 \mu\text{g/kg}$, med tildekking som tiltaksmetode. Forventet reduksjon i PFOS/ Σ PFAS i jord er $>90 \%$ relativt til estimert mengde PFOS/ Σ PFAS i jord før tiltak, noe som vil redusere potensiell utlekking til sjø over tid tilsvarende.

Utslippsmengder, med relativt høy grad av sikkerhet, er kun kjent for vann fra samletank på aktivt øvingsfelt. Estimert utslippsmengde per år er lav, noe som gir svært høy kostnad per enhet PFOS/ Σ PFAS fjernet gjennom et vannrensetiltak som her er vurdert. Inntil ytterligere undersøkelser har avdekket kilden til forurensingen, og derigjennom gir grunnlag for å vurdere andre mer kostnadseffektive tiltak, foreslås det at akseptkriteriet settes tilsvarende dagens utslippsmengde per år (5-7 g PFOS/år og ca. 20-26 g Σ PFAS/år).

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Generelt	7
1.2	Myndighet	7
1.3	Lokalisering og historie relatert til PFAS-forurensning	7
1.3.1	Nedlagt brannøvingsfelt (1975 - 2000)	9
1.3.2	Aktivt brannøvingsfelt (2004 - d.d.)	10
1.4	Andre, planlagte inngrep som påvirker tiltaksområdet	11
1.5	Målsetning	13
2	Redegjørelse for undersøkelser	14
2.1	Tidligere undersøkelser	14
2.1.1	Jord 14	
2.1.2	Vann	14
2.2	Supplerende undersøkelser 2016-2017	15
2.2.1	Jord 16	
2.2.2	Vann	17
2.2.3	Sediment	18
2.2.4	Biota	18
2.3	Andre supplerende undersøkelser	19
3	Oppsummering av resultater	20
3.1	Jord	21
3.1.1	Aktivt brannøvingsfelt	21
3.1.2	Nedlagt brannøvingsfelt	25
3.2	Vann	30
3.2.1	Aktivt brannøvingsfelt	30
3.2.2	Nedlagt brannøvingsfelt	34
3.3	Passive prøvetakere	36
3.4	Sediment	38
3.5	Biota	38
4	Spredningsvurderinger	40
4.1	Aktivt brannøvingsfelt	41
4.2	Nedlagt brannøvingsfelt	44
5	Resipientvurdering	49

6	Alternative oppryddingstiltak	51
6.1	Aktivt brannøvingsfelt	51
6.2	Nedlagt brannøvingsfelt	52
6.2.1	Oppgraving og deponering	56
6.2.2	Tildekking (capping)	57
6.2.3	Vasking og tilbakelegging	57
7	Kostnadsberegninger for vurderte tiltak	58
7.1	Kostnads- og nyttevurdering	59
7.1.1	Aktivt brannøvingsfelt	60
7.1.2	Nedlagt brannøvingsfelt	61
8	Akseptkriterier og miljønytte	65
9	Foreslåtte tiltaksløsninger	66
10	Referanser	67

Vedlegg

Vedlegg 1	Oversiktskart med prøvepunkter
Vedlegg 2	Resultater og tilstandsklasser aktivt brannøvingsfelt
Vedlegg 3	Resultater og tilstandsklasser gammelt brannøvingsfelt
Vedlegg 4	Beregning av mengder PFOS/ Σ PFAS i jord – metodebeskrivelse og usikkerheter
Vedlegg 5	Analyseresultater supplerende undersøkelser 2016-2017
Vedlegg 6	Oversikt over jordprøver tatt høsten 2016
Vedlegg 7	Analyseresultater jordprøver Hotellneset (SNSK)
Vedlegg 8	Vurdering av tiltaksmetoder
Vedlegg 9	Analyseresultater undersøkelser i sjø (Avinor)

1 Innledning

1.1 Generelt

Det er utarbeidet tiltaksplan på skissenivå for PFAS-forurensset grunn ved brannøvingsfeltene ved Longyearbyen, Svalbard, etter pålegg fra Sysselmannen på Svalbard (2016). Pålegget er gitt med bakgrunn i tidligere aktivitet på områdene og rapport fra miljøtekniske grunnundersøkelser utført under Avinors miljøprosjekt, delprosjekt 2 (DP2) (Sweco og Cowi, 2012), samt resultater fra supplerende kartlegging i vannresipienter i området ved lufthavnen (Norconsult, 2015a; Norconsult, 2016). I september 2016 og juni/august 2017 har Norconsult utført supplerende undersøkelser ved brannøvingsfeltene (BØF), samt at det er gjennomført nye prøverunder for miljøovervåkning i vannresipienter i henhold til gjeldende miljøovervåkningsprogram for lufthavnen. Disse, sammen med tidligere undersøkelser, er tatt inn som del av vurderingsgrunnlaget for tiltaksløsning.

I henhold til pålegget fra Sysselmannens skal det utarbeides en tiltaksplan som beskriver tiltak med hensikt å *fjerne eller begrense spredningen av PFOS, PFOA og andre PFAS-er fra forurensset grunn ved brannøvingsfeltene (det gamle og det aktive) slik at det ikke er fare for menneskers helse og/eller miljø på kort eller lang sikt* (Sysselmannen på Svalbard, 2016).

Avhengig av hvilke akseptkriterier som gjøres gjeldende kan supplerende undersøkelser være aktuelt før forprosjekt og videre detaljprosjektering.

For alle henvisninger til punkt-/prøvenavn henvises det til Vedlegg 1-3, der ikke annen henvisning er gitt.

1.2 Myndighet

Det er Sysselmannen på Svalbard (heretter Sysselmannen) som er forurensningsmyndighet for Svalbard lufthavn, Longyear, når det gjelder PFAS-forurensede områder. Sysselmannen har i pålegg datert 26. mai 2015 pålagt Avinor AS, Longyearbyen lokalstyre og Store Norske Spitsbergen Kullkompani AS (heretter SNSK) å utarbeide tiltaksplan der tiltak vurderes for å stanse eller redusere utlekking av PFOS, PFOA og andre PFAS-er fra forurensset grunn ved brannøvingsfeltene (nedlagt og aktivt). Pålegget er gitt med hjemmel i Svalbardmiljøloven §§ 65 og 91, jf. § 93.

Påleggets krav til minimum innhold i tiltaksplanen er gitt i påleggets sider 13-14.

1.3 Lokalisering og historie relatert til PFAS-forurensning

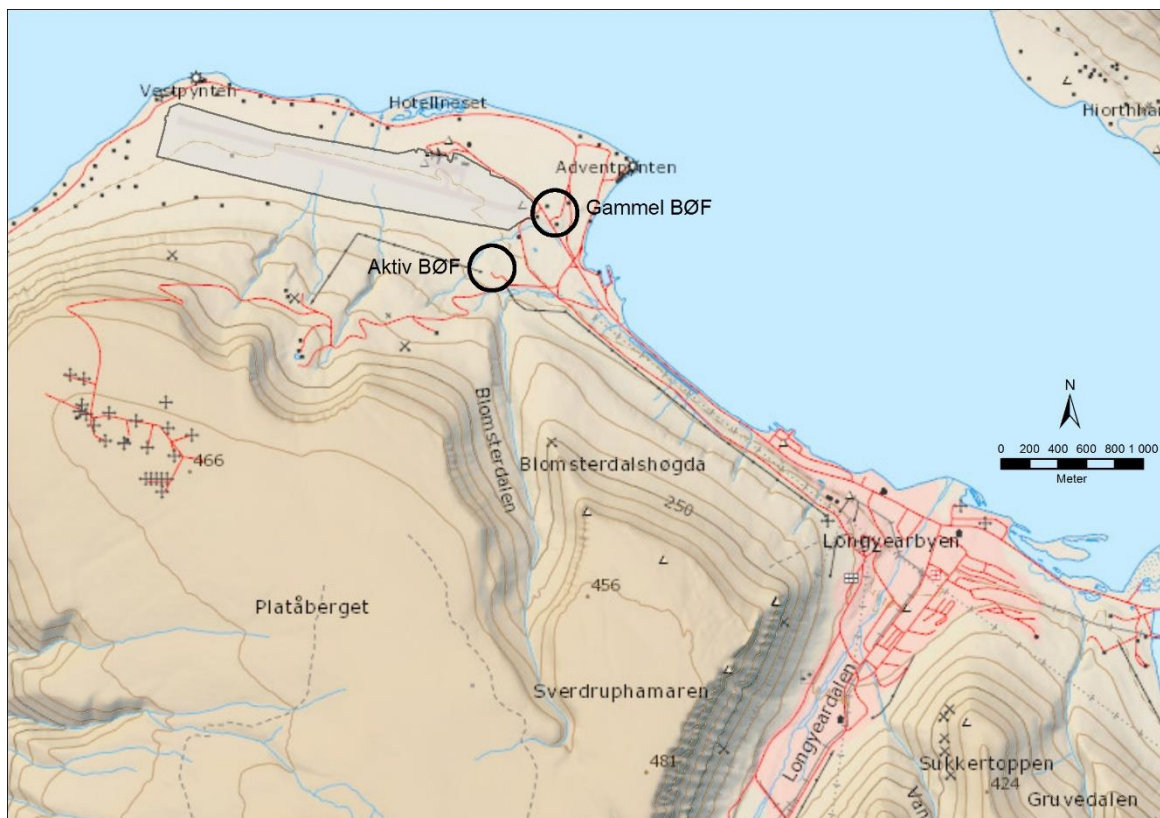
Svalbard lufthavn, Longyear (heretter kalt Svalbard lufthavn), ligger på vestsiden av Spitsbergen, ytterst i Adventfjorden, ca. 3-4 km fra Longyearbyen (Figur 1-1). Lufthavnen ble åpnet i 1975 og eies og driftes av Avinor. Brannøvingsfeltene er lokalisert utenfor Avinors område (Figur 1-1) og eies og driftes av Longyearbyen lokalstyre ved brann og redning, mens det er Nærings- og

fiskeridepartementet (NFD) som er grunneier. Samferdselsdepartementet leier/disponerer grunnen etter eldre avtale. SNSK var tidligere grunneier for begge brannøvingsfeltene, men forvalter nå grunnen på vegne av NFD. Sysselmannen ga tillatelse til virksomhet for brannøvingsfelt og brannøvingsaktiviteter i Longyearbyen den 26. mai 2008. Tillatelsen er gitt til Longyearbyen brann og redning hvor SNSK og Avinor AS er definert som medeiere. Alle tre aktører har benyttet både nedlagt og aktivt brannøvingsfelt til ulike typer brannøving.

Flyplassen er anlagt på en delvis utfyllt morenerygg som ligger med en relativt bratt kant mot nedenforliggende arealer. Flyplassområdet grenser til et plantefredningsområde. Deler av rullebanen er gravd noe ned i terrenget. Løsmassene under og langs rullebanen består av morenemasser av varierende sammensetning; hovedsakelig sandig og siltig morene. Svalbard har et arktisk klima der permafrosten er karakteristisk. Nærmere beskrivelse av grunnforhold ved brannøvingsfeltene, basert på gjennomførte undersøkelser, er gitt i kap. 3.1.1 og 3.1.2.

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. Fra 2001 til 2012 ble det benyttet brannskum med andre PFAS enn PFOS, mens det siden 2012 brukes et fluorfritt brannslukkingsskum. Estimert forbruk for Avinor fra perioden før 2002 er basert på årlig gjennomsnittsinnkjøp for perioden 2002-2011, multiplisert med antall år det enkelte brannøvingsfelt har vært i drift. Estimert forbruk på brannøvingsfeltene på Svalbard lufthavn er gitt i kap. 1.3.1 og kap. 1.3.2. Det er knyttet usikkerhet til estimatene for Avinors forbruk, dels i tilbakeregning av forbrukte mengder basert på antatt årlig gjennomsnitt, og dels fordi sammensetning av brannskummet ikke er kjent i detalj bakover i tid. Estimatenes kan derfor være for høye eller for lave.

Longyearbyen lokalstyre opplyser at de ikke øver med skum, og kun har vann på sine biler. SNSK opplyser at de ved øving på aktivt brannøvingsfelt i dag alltid benytter Avinor sine biler, og at de historisk kun har benyttet biler tilhørende Avinor og Longyearbyen lokalstyre ved øving. Det foreligger ingen øvrig dokumentasjon på historisk forbruk (type og sammensetning) for øvrige aktører på brannøvingsfeltene, og det er derfor ikke grunnlag for å beregne mengder PFOS/PFAS benyttet av disse.



Figur 1-1: Oversiktskart for Svalbard lufthavn, Longyear, med beliggenhet i forhold til Longyearbyen. Lufthavnen (Avinors område) er angitt med grå ramme, og omtrentlig plassering av aktivt og nedlagt brannøvingsfelt (BØF) utenfor lufthavnen er angitt med sirkler. Øvrige detaljer er gitt i Vedlegg 1-3. Kartunderlag er hentet fra Norsk Polarinstitutt (<http://geodata.npolar.no/>).

1.3.1 Nedlagt brannøvingsfelt (1975 - 2000)

Det eldste brannøvingsfeltet er lokalisert ca. 250 m øst for rullebanens østre ende. Sentralt er feltet flatt (ca. kote 16), med slakt skrånende terreng mot myrområde og sjø i nord, bratt skrånende terreng mot SNSKs kullager og sjø øst for hestegård, samt bratt skrånende terreng mot bekkedal på motsatt side av flyplassveien i sør.

Feltet ble tatt i bruk midt på 1970-tallet, sannsynligvis 1975 da lufthavnen åpnet. Feltet hadde flere brukere med uklare driftsforhold. Det skal ifølge DP2 (Sweco og Cowi, 2012) ha vært et stålkår for brennbar væske (ø 5-6 m) etablert rett på grunnen. Det foreligger ingen informasjon om ev. tett plate eller oppsamlingssystem, og det antas infiltrasjon rett til grunnen. Grunnen sentralt på feltet består av sandig grus, dels også steinfraksjon, og aktivt lag (dvs. det øvre jordlaget som tiner om sommeren) fremstår derfor svært permeabel. Det ble øvet på feltet frem til 2000. I perioden 2000-2004, frem til det nye feltet åpnet, ble øvelser utført på fastlandet. På bakgrunn av prinsippene lagt til grunn for beregning av PFOS/ Σ PFAS under kap. 1.3 er det estimert at Avinor benyttet ca. 132 kg ren PFOS på gammel BØF frem til feltet ble avviklet i 2000. I perioden 2000 til 2004 gjennomførte Avinor brannøvelser for sitt mannskap ved øvingsfeltet i Tromsø.

Det foreligger ingen dokumentasjon som gir grunnlag for å estimere øvrige aktørers historiske forbruk.

1.3.2 Aktivt brannøvingsfelt (2004 - d.d.)

Det aktive brannøvingsfeltet er lokalisert ca. 400 m sørvest for rullebanens østre ende. Feltet er asfaltert på utfylt terreng (ca. kote 44), med ca. 1 m fyllingshøyde mot sørvest og ca. 5 m mot nordøst. Terrenget nedenfor fyllingskanten skråner slakt mot nordvest og nordøst. Ca. 60 m nordvest for feltet ligger et elve-/bekkeleie som drenerer nordover mot lufthavnen, hvor bekken møter overvannsgrøft fra lufthavnen, og går videre østover til sjø.

Feltet ble først etablert i 2004, og oppgradert i 2009/2010. Feltet, slik det var utformet frem til oppgraderingen, er vist i Figur 1-2. Feltet besto da av en betongplate sentralt på utfylt område, med sentralt plassert sluk på betongplata, og med avløp til oljeutskiller og tett samletank. Vann fra samletank ble ført til grunnen. Det ble øvet mot åpent stålkarr med vann og flybensin. Deler av infrastrukturen fra den gamle delen ligger der fortsatt, og prinsippskisse for dagens utforming tyder på at vann fra ny del ledes inn på rør/ledning fra gammel del, og at oljeutskilleren dermed mottar vann fra både gammel og ny del av feltet (Figur 1-3). Det er ikke fremskaffet dokumentasjon for infrastruktur på den gamle delen av feltet som kan belyse denne antagelsen ytterligere.

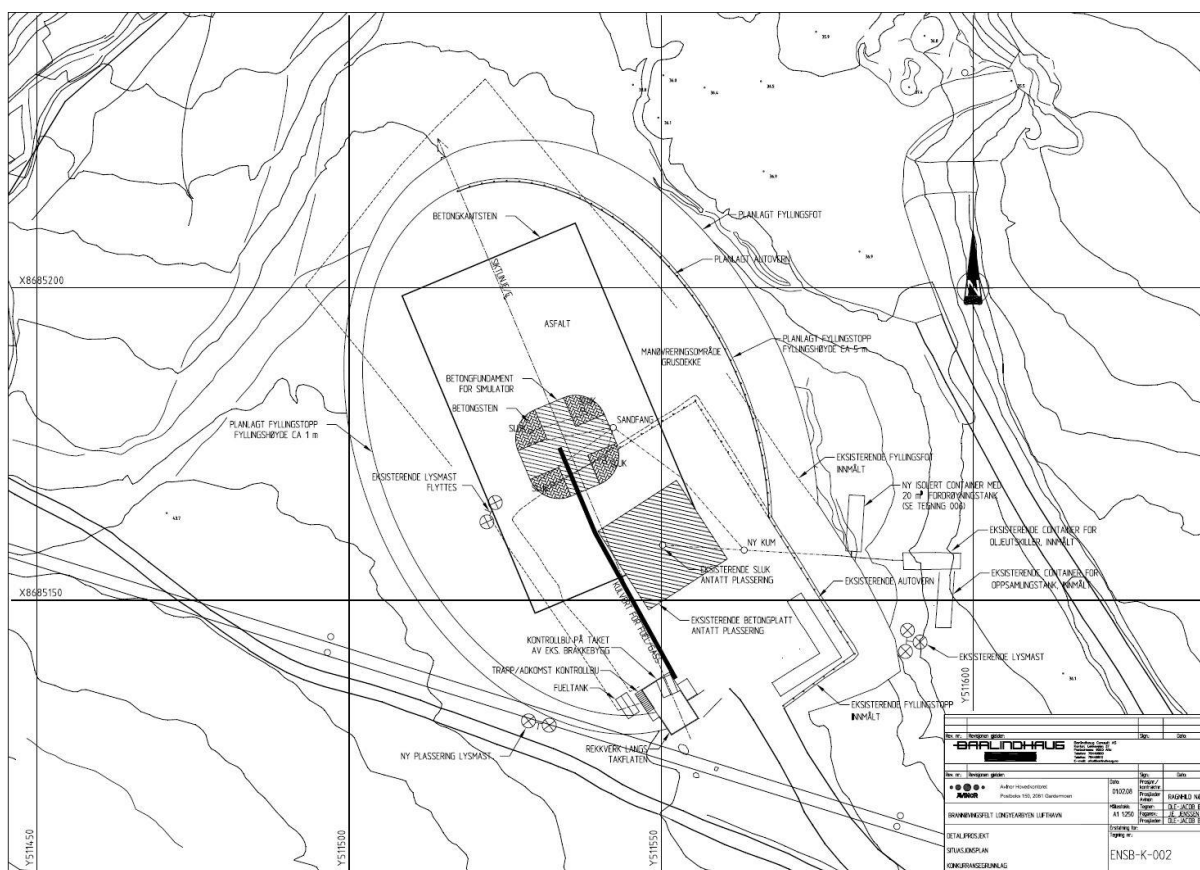


Figur 1-2: Aktivt brannøvingsfelt 2004-2009/10 (venstre) og dagens utforming (høyre).

Flyfoto og prinsippskisse for utforming etter oppgradering i 2009/2010 er vist i hhv. Figur 1-2 og Figur 1-3. Utfylt område ble utvidet og asfaltert (tegning ENSB-K-002, Barlindhaug Consult, 2007), med membranskjerming under hele den asfalterte delen av området (tegning ENSB-K-011, Barlindhaug Consult, 2007). Grusdekket området utenfor asfalt har ikke membranskjerming. Observasjoner av fyllingsskråning tilsier grove masser med mye grus og stein med antatt høy permeabilitet i selve fyllingen. Sentralt på feltet er det etablert betongplate, samt flybrannsimulator med dyser for flybensin under trykk. Alt vann på oppsamlingsområdet, inkludert direkte nedbør, går i dag til oljeutskiller og

oppsamlingstank. Frem til 2012 ble alt oppsamlet vann fra oljeutskilleren ført til grunnen, men har siden den gang gått til oppsamlingstank og oljeutskiller, videre på tankbil og dypvannsutslipp til sjø via utslippsledning. Ifølge personell ved lufthavnen tømmes oppsamlingstanken ca. 10 ganger per år, med et volum på ca. 15-20 m³ per gang.

På bakgrunn av prinsippene lagt til grunn for beregning av PFOS/ Σ PFAS under kap. 1.3.1 er det estimert at Avinor benyttet ca. 19 kg PFAS i perioden 2004-2012. Etter dette er det antatt kun bruk av fluorfritt skum. Det foreligger, så langt kjent, ikke dokumentasjon av øvrige aktørers historiske forbruk (type og mengder) av brannskum på området. Det skal imidlertid kun ha blitt benyttet små kvanta skum av det lokale brannvesenet, i tillegg til Avinors eget forbruk. Alt skum som benyttes på feltet i dag er for øvrig anskaffet av Avinor. SNSK sitt flyplasspersonell har deltatt i samøvelser med Avinor og således benyttet utstyr og slukkemidler, herunder skum, tilhørende Avinor.

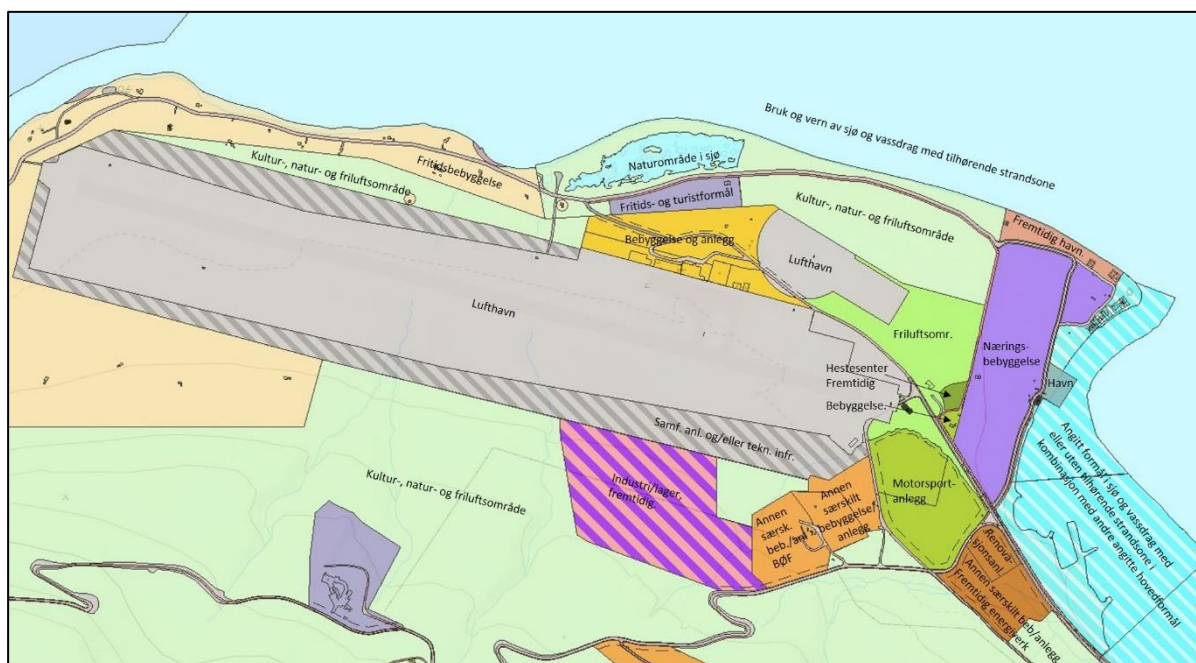


Figur 1-3: Prinsippskisse for dagens utforming for aktivt brannøvingfelt (Barlindhaug Consult, 2008).

1.4 Andre, planlagte inngrep som påvirker tiltaksområdet

Lufthavnen og brannøvingsfeltene med antatte spredningsområder ligger innenfor Longyearbyen planområde. Utsnitt av arealplan er vist i Figur 1-4. Avinor er ikke kjent med andre planlagte inngrep i områdene ved eller nedstrøms brannøvingsfeltene. Det foreligger imidlertid båndleggingssoner mht.

kulturminner som omfatter deler av nedlagt brannøvingsfelt, samt et område for hestehold øst for feltet. Båndleggingsområdene er vist i Figur 1-5.



Figur 1-4: Utsnitt fra Arealplan Longyearbyen (Longyearbyen lokalstyre, 2016).



Figur 1-5: Områder som ifølge arealplanen er båndlagt med hensyn på kulturminner (Longyearbyen lokalstyre, 2016).

1.5 Målsetning

Denne tiltaksplanen tar utgangspunkt i et overordnet miljømål for nedlagt og aktivt brannøvingsfelt på Svalbard som er definert som følger:

Spredning av per- og polyfluorerte stoffer (PFAS) fra brannøvingsfeltene skal reduseres. Tilstanden skal være slik at den ikke utgjør en trussel mot human helse, og at naturlige resipienter og tilgrensende økosystem oppnår eller opprettholder god vannkvalitet og gode livsbetingelser for berørte arter. Tiltak knyttet til aktivt og/eller nedlagt brannøvingsfelt gjennomføres etter en helhetlig vurdering av forurensningssituasjonen og ses i lys av kost-/nytteanalysene.

For de ulike brannøvingsfeltene betyr dette:

- (1) For aktivt brannøvingsfelt er målsetningen å redusere kjent spredning av PFAS til resipient via samletank.
- (2) For nedlagt brannøvingsfelt er målsetningen å redusere fremtidig potensiale for spredning av PFAS til omgivelsene.

Foreslåtte akseptkriterier knyttet opp mot disse miljømålene er omtalt i kap. 7.

Tiltaksplanens målsetninger er videre å:

- Synliggjøre kostnad og nytte for ulike tiltaksalternativer, som grunnlag for å vurdere gjennomføring av tiltak.
- Finne gode akseptgrenser for tiltaksområdet. Akseptkriterier, spredning til resipient og forventet effekt av foreslåtte tiltak er nærmere omtalt under kap. 4-8.
- Forurensninger på land skal ikke hindre regulert bruk av området, derunder opphold på området.
- En eventuell gjennomføringsfase skal ikke bidra til uakseptabel spredning til resipient.
- Det skal tilstrebes å velge løsninger som er bærekraftige for massedisponering/-håndtering.

2 Redegjørelse for undersøkelser

Det er gjennomført undersøkelser av jord, sediment, vann og biota ved brannøvingsfeltene. Det er i det videre gjort rede for omfang og resultater fra undersøkelsene. Undersøkelser og resultater er kartfestet i Vedlegg 1-3. Resultater fra DP2 er hentet fra Sweco og Cowi (2012). Utover DP2 er det gjennomført supplerende undersøkelser i jord, sediment, vann og biota, i september 2016 og juni/august 2017. Resultater fra miljøovervåkingen (MOV) ved lufthavnen for perioden 2013-2017 er også inkludert.

Ahrens m.fl. (2016) har sammenstilt fordelingen av ulike PFAS i vann, snø, sediment, jord og biota på Svalbard, inkludert lokale kilder og referanselokalteter. Rapporten fokuserer på påvirkning fra lokale kilder (avløpsvann, avfallsdeponi, brannøvingsfelt) sammenliknet med langtransportert bidrag av PFAS. Deler av rapportens grunnlagsdata synes å være hentet fra DP2-undersøkelsene, men gir for øvrig ikke grunnlag for å stedfeste de enkelte prøvene med særlig grad av nøyaktighet.

Hovedkonklusjoner fra Ahrens m. fl. (2016) diskuteres nærmere i kap. 5, Risikovurdering av resipient.

2.1 Tidligere undersøkelser

2.1.1 Jord

Prinsippet for de miljøtekniske grunnundersøkelsene ved brannøvingsfeltene utført i Avinors Miljøprosjekt var sjakting og prøvetaking i fire retninger i forhold til selve brannøvingsfeltet (Sweco og Cowi, 2012). Ved nedlagt brannøvingsfelt ble det i 2011 tatt 39 prøver fra 9 ulike borehull, samt overflateprøver fra ytterligere 8 punkter. Til sammen 16 prøver ble analysert, fordelt på overflateprøver (6), ulike dyp i borehull (5), samt prøver tatt ut over tett lag (dvs. over permafrost) (5). Ved aktivt brannøvingsfelt ble det tatt 11 overflateprøver i 2011 som alle ble analysert. Det ble supplert med analyse av 14 prøver i ulike dyp fra 9 punkter i 2012.

Akvaplan-Niva gjennomførte en miljøteknisk grunnundersøkelse på Hotellneset i 2016 for Store Norske Spitsbergen Kullkompani AS (SNSK). Fire (4) av prøvene ble analysert for PFAS (HN 2, HN 7, HN 8 og HN 11).

2.1.2 Vann

Det er i perioden 2013-2017 tatt en rekke vannprøver for analyse av PFAS i ulike punkter i forbindelse med den løpende miljøovervåkingen ved lufthavnen (se eks. Norconsult, 2015a og Norconsult, 2016). Prøvepunkter relevante for avrenning fra brannøvingsfeltene inkluderer prøvepunkt i bekk oppstrøms og nedstrøms aktivt brannøvingsfelt (BØF1 oppstr. / nedstr., Kulvert-RB øst og L1 OV), prøvepunkt i myrområde og grøft nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt (Gml. BØF nedstr. og L2 OV), samletank på aktivt brannøvingsfelt (OU-BØF), samt utslippsledning fra lufthavnen til sjø. Det tas

normalt prøver 2 ganger i løpet av sommer/høst i de ulike prøvepunktene. Resultater fra denne overvåkningen er vist i Tabell V5.5 og V5.6 i Vedlegg 5.

2.2 Supplerende undersøkelser 2016-2017

Supplerende undersøkelser utført av Norconsult høsten 2016 omfattet prøvetaking av jord, vann, sediment og biota ved nedlagt og aktivt brannøvingsfelt ved Svalbard lufthavn. Feltarbeid med prøvetaking ble utført 5.-8. september 2016, før tilfrysing av det aktive laget og hvor tinedybden antas å ha vært på sitt maksimale.

Supplerende undersøkelser sommeren 2017 omfattet prøvetaking av vann (stikkprøver og passive prøvetakere) ved nedlagt og aktivt brannøvingsfelt, samt fiskeundersøkelser i Adventfjorden nedstrøms brannøvingsfeltene.

Alle prøver av jord, vann og sediment ble analysert ved Eurofins AS. Biotaprøver ble analysert ved ALS Laboratory Group AS (strandbiota og terrestrisk biota) og Eurofins AS (fisk).

En oversikt over hvilke PFAS-forbindelser det er analysert for i de ulike prøvetyper er gitt i Tabell 2-1. Grunnet endringer i utførende underlaboratorium hos Eurofins AS mellom 2016 og 2017, er analyseomfanget med tanke på antall enkeltforbindelser i vannprøver utvidet noe i 2017 i forhold til prøvetakingen i 2016.

Alle prøvepunkter for jord, vann, sediment og biota er vist i kart i Vedlegg 1-3.

Tabell 2-1: Oversikt over enkeltforbindelser av PFAS som det er analysert for i de ulike prøvetyper. Forbindelser det kun analysert for i enkelte av prøvene er angitt med (x).

Enkeltforbindelse	Forkortelse	Jord	Vann	Passive prøvetakere	Sediment	Biota
6:2 Fluortelomersulfonat	6:2 FTS	x	x	x	x	x
8:2 Fluortelomersulfonat	8:2 FTS	x	x	x	x	x
Perfluorbutansulfonat	PFBS	x	x	x	x	x
Perfluorbutansyre	PFBA	x	x	x	x	(x)
Perfluordekansyre	PFDeA	x	x	x	x	x
Perfluorheksansulfonat	PFHxS	x	x	x	x	x
Perfluorheksansyre	PFHxA	x	x	x	x	x
Perfluorheptansyre	PFHpA	x	x	x	x	x
Perfluornonansyre	PFNA	x	x	x	x	x
Perfluorpentansyre	PFPeA	x	x	x	x	x
Perfluoroktylsulfonat	PFOS	x	x	x	x	x
Perfluoroktansyre	PFOA	x	x	x	x	x
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre	PF-3,7-DMOA	(x)	(x)			(x)
7H-Dodekafluorheptansyre	HPFHpA	(x)	(x)			(x)
2H,2H-Perfluordekansyre	H2PFDA	(x)				
2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre	H4PFUnA	(x)				
Perfluordekansulfonsyre	PFDS	(x)	(x)	x		x
Perfluordodekansyre	PFDoA	(x)	(x)			x
Perfluorheptansulfonat	PFHpS	(x)	(x)			(x)
Perfluoroktansulfonamid	PFOSA	(x)	(x)	x		(x)
Perfluortetradekansyre	PFTA	(x)	(x)			(x)
Perfluortridekansyre	PFTTrA	(x)	(x)			(x)
Perfluorundekansyre	PFUnA	(x)	(x)	x		x
Perfluorheksadekansyre	PFHxDA		(x)			
4:2 Fluortelomersulfonat	4:2 FTS		(x)			(x)

2.2.1 Jord

Prøvetaking i september 2016 omfattet 22 sjakter ned til permafrost, hvorav 14 sjakter ved nedlagt brannøvingsfelt og 8 sjakter ved aktivt brannøvingsfelt. Det ble i tillegg tatt prøver i 6 grunne spadegroper, hvorav 4 nedstrøms nedlagt og 2 nedstrøms aktivt brannøvingsfelt. Det ble tatt ut 1-4 prøver fra ulike dyp i hver sjakt, inkludert prøver av underliggende permafrost. Uttak av prøver ble

gjort basert på observasjoner i sjaktene, så som vertikal fordeling av masser, sjiktinndeling og dybde til permafrost. Det var ved prøvetaking særlig fokus på sjiktet rett over permafrost, for å avdekke dette som mulig dominerende sjikt for spredning av PFAS (dvs. horisontal transport over permafrost).

Alle prøver i aktivt lag ble tatt som blandprøver av >10 stikk fra respektive dybdeintervall. Prøver av permafrost ble tatt ved at sjakten først ble skrapet ren, hvorpå det deretter ble hakket løs frossent materiale fra underliggende permafrost. Alle prøver ble tatt ut i store rilsanposer, og alt prøvemateriale ble sendt til Eurofins for analyse.

De prøvetatte massene var stort sett dominert av betydelige innslag av grovere fraksjoner (grus og større stein). De største fraksjonene ble i stor grad sortert ut ved prøvetaking. Det ble imidlertid tatt ut en representativ prøve (Sj. 3 ved aktiv BØF) som inkluderte grovere fraksjoner (med unntak av veldig stor stein). Denne prøven ble siktet i felt (4 mm), og begge fraksjoner, hhv. >4 mm og <4 mm, ble sendt til lab for veiing. Dette for å få et mål på vektmessig fordeling av finere og grovere materiale, som grunnlag for beregning av gjenværende mengder PFAS på feltene.

Analyser av PFAS ble utført på 14 av 24 prøver fra 5 av sjaktene ved aktivt brannøvingsfelt, i tillegg til 1 prøve fra spadegrop i bekkeleiet nordvest for feltet og 1 prøve fra spadegrop i bekkeleiet lenger nedstrøms. Ved nedlagt brannøvingsfelt ble det analysert på 39 av 42 prøver fra 12 av sjaktene, i tillegg til 4 prøver fra 3 spadegroper ved kullageret øst og nordøst for feltet.

Alle jordprøvene ble frysetørket og homogenisert på lab før analyse. Alle analyser er utført på finmateriale (manuelt utplukket, <2 mm). De fleste prøvene er analysert for 12 enkeltforbindelser av PFAS, mens 7 prøver fra nedlagt og 1 prøve fra aktivt brannøvingsfelt ble valgt ut for utvidet analyse av 23 PFAS-forbindelser. Prøver som ikke er analysert, er lagret på lab inntil eventuelt behov for ytterligere analyser er nærmere avklart.

En nærmere oversikt over alle jordprøver er gitt i tabeller i Vedlegg 6.

2.2.2 Vann

Stikkprøver av vann i ulike punkter ble tatt ut med den hensikt å påvise og avdekke spredningsveiene for PFAS ved brannøvingsfeltene. Alle prøver ble tatt på 1 L plastflasker.

Det ble i juni 2017 utført undersøkelser med passive prøvetakere (Sorbicell) for å bedre dokumentere spredning av PFAS fra brannøvingsfeltene. Prøvetakerne ble utplassert i totalt 8 prøvepunkter, hvorav 5 punkter nedstrøms og 3 referansepunkter oppstrøms øvingsfeltene. Prøvetakerne ble utplassert 26.-27. juni 2017 og hentet inn mellom 3.-13. juli 2017, dvs. en prøvetakingsperiode på mellom 7 og 16 dager. Det ble tatt manuelle stikkprøver for analyse av PFAS samtidig med utsetting av prøvetakere i alle punktene.

Det var ikke mulig å få satt ut prøvetakere for å dokumentere spredning fra nedlagt brannøvingsfelt, da det ikke var vannstrømmer med tilstrekkelig vann for utplassering av prøvetakere nedstrøms brannøvingsfeltet. Det ble imidlertid utplassert to prøvetakere i stillestående vann i to større dammer

på kullageret (sørlig del og nordende mot sjø) for måling av gjennomsnittskonsentrasjon gjennom prøvetakingsperioden.

Prøvetakere i bekker (rennende vann) ble montert ved bruk av fritthengende «in-stream» monteringsløsning, mens prøvetakere i stillestående vann ble montert ved bruk av WW50 monteringsløsning (<http://www.sorbisense.dk>).

2.2.3 Sediment

Det ble i september 2016 tatt 4 prøver av marint sediment fra 4 ulike lokaliteter, hvorav 2 antatt upåvirkede referanselokaliteter. Det ble også tatt 1 prøve av ferskvannssediment i grøft nedstrøms gammel BØF. Prøvene ble frysetørket og homogenisert på lab før analyse.

2.2.4 Biota

Det ble i september 2016 tatt ut prøver av strandbiota og terrestrisk biota for å påvise spredningsveier for PFAS. Det ble totalt tatt ut 8 prøver av strandbiota fra 4 ulike lokaliteter, hvorav 2 antatt upåvirkede referanselokaliteter. I tillegg ble det tatt ut 8 prøver av terrestrisk biota fra 3 ulike lokaliteter ved og nedstrøms brannøvingsfeltene.

Seks (6) prøver av strandbiota og 6 prøver av terrestrisk biota ble analysert for PFAS. For terrestrisk biota ble det analysert på stilk, der prøven inneholdt både stilk og blomst.

Det ble samlet inn fisk fra to lokaliteter i Adventfjorden i perioden 16.-18. august 2017. Prøver ble tatt langs strandlinja nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt, ca. 10-50 meter fra land som vist i Figur 2-1. Fisken ble samlet inn med bunngarn av varierende maskestørrelse (21-35 mm), samt trollgarn som stod over en garnnatt pr lokalitet (tilsammen 15 garn fordelt på to lokaliteter). I garnene ble det fanget vanlig ulke (*Myoxocephalus scorpius*) og torsk (*Gadus morhua*). Det ble tatt ut prøver fra 15 individer av vanlig ulke fra hver stasjon, mens torsken er tatt vare på for evt. senere analyser.

Det er tatt prøver av lever og muskel fra 15 individer av vanlig ulke fra hver stasjon (totalt 30 individer). All prøvetatt fisk ble lengdemålt fra snute til halespiss og veid. Måling av fisk ble gjort på en fjøl med aluminiumsfolie som ble byttet mellom hver prøve. Det ble benyttet engangsutstyr for uttak av hver prøve. Prøvene ble videre oppbevart i rilsanposer ved -18°C før de ble sendt til analyse.



Figur 2-1: Prøvetakningslokalitet S1 og S2.

2.3 Andre supplerende undersøkelser

Rambøll (2017) utførte i juni 2016 sediment- og biotaundersøkelser i tilknytning til utløpet av avløpsledningen fra Longyearbyen til Adventfjorden. Arbeidet ble utført på oppdrag fra Longyearbyen lokalstyre. Fire (4) sedimentprøver ble analysert for PFAS (14 Sed, 16 Sed, LYB2 Sed og A1 Sed, se Vedlegg 1 for plassering). Det var ikke tilstrekkelig prøvemateriale for analyser av PFAS i biota.

Avinor fikk i 2016 utført sediment-, biota og vannundersøkelser i sjø i området for utslippsledning fra terminalområdet. Det ble analysert for PFAS i tre (3) sedimentprøver, to (2) biotaprøver (tang) og to (2) vannprøver. Område for uttak av prøver er vist som *Utløp sed* i Vedlegg 1.

3 Oppsummering av resultater

Det er i det følgende oppsummert resultater fra utførte undersøkelser i jord, vann, sediment og biota på og ved brannøvingsfeltene, samt for utslipp til sjø via utslippsledningen ved lufthavnen.

Oppsummeringen fokuserer i størst grad på resultater fra supplerende undersøkelser utført i 2016-2017, men resultater fra tidligere undersøkelser tas også inn i diskusjonen der disse gir relevant informasjon.

Alle prøvepunkter fra tidligere utførte og supplerende undersøkelser 2016-2017 er gitt i oversiktskart i Vedlegg 1-3. I kartene presenteres resultater for PFOS og Σ PFAS, klassifisert i henhold til gjeldende klassegrenser for de ulike prøvetyper. Da det ikke foreligger egne klassegrenser for Σ PFAS, er det for Σ PFAS benyttet tilsvarende klassegrenser som for PFOS.

Analyseresultater for alle prøver tatt i forbindelse med supplerende undersøkelser 2016-2017 er gitt i tabeller i Vedlegg 5. I vedlegget inngår også resultater fra overvåkning av PFAS i forbindelse med den løpende miljøovervåkingen (MOV) ved Svalbard lufthavn (2013-2017). For resultater fra DP2 henvises det til egen rapport (Sweco og Cowi, 2012).

Resultater for jordprøver er klassifisert med utgangspunkt i forslag fra Miljødirektoratet, gitt ifm. varsel om samlepålegg for Avinors PFOS-forurensede lufthavner (Miljødirektoratet, 2018). For jordprøver er det tatt utgangspunkt i høyeste påviste klasse uavhengig av prøvetakingsdyp. Totalkonsentrasjoner (Σ PFAS) angir sum av enkeltforbindelser (12) som er påvist over kvantifiseringsgrense (LOQ), hvilket betyr at enkeltforbindelser under kvantifiseringsgrense ikke er tatt med ved beregning av sumkonsentrasjon.

Da det for flere jordprøver ble påvist konsentrasjoner av enkeltforbindelser under kvantifiseringsgrense (LOQ), ble laboratoriet også bedt om å angi hvorvidt enkeltforbindelser under LOQ var påvist over eller under deteksjonsgrense (LOD). For de fleste prøver hvor enkeltforbindelser ble påvist <LOQ, var disse også <LOD. Dette er benyttet som grunnlag for å ikke inkludere påvisning av enkeltforbindelser <LOQ ved beregning av sumkonsentrasjon. Resultater for tilleggsforbindelser (11) er ikke tatt med i sumkonsentrasjon for jordprøver der det er utført utvidet analyse av PFAS (23 enkeltforbindelser), men det er tatt høyde for bidraget fra tilleggsforbindelser ved beregning av gjenværende mengder (jfr. metodebeskrivelse i Vedlegg 4).

Ferskvann og sediment er klassifisert iht. gjeldende tilstandsklasser for PFOS angitt i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 «Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota» (Miljødirektoratet, 2016). Da veilederen kun angir tilstandsklasser 2 og 3 for PFOS, er det for prøver med påviste konsentrasjoner høyere enn øvre grense i tilstandsklasse 3 valgt å angi dette med rød fargekode for å synliggjøre at dette er svært høye konsentrasjoner, selv om dette ikke er definert som en egen klasse og ikke må forveksles med tidligere tilstandsklasse 5 (iht. TA3001-2012). Det er i presentasjonen valgt å benytte LOQ som øvre grense for tilstandsklasse 2 for både ferskvann og

sediment (marint og ferskvann). Dette fordi øvre grense for tilstandsklasse 2 for ferskvann og sediment er lavere enn eller like ved kvantifiseringsgrenser (LOQ) for de respektive analysemetoder.

Prøver av fisk er klassifisert i henhold til grenseverdier for PFOS gitt i M608-2016 (Miljødirektoratet, 2016).

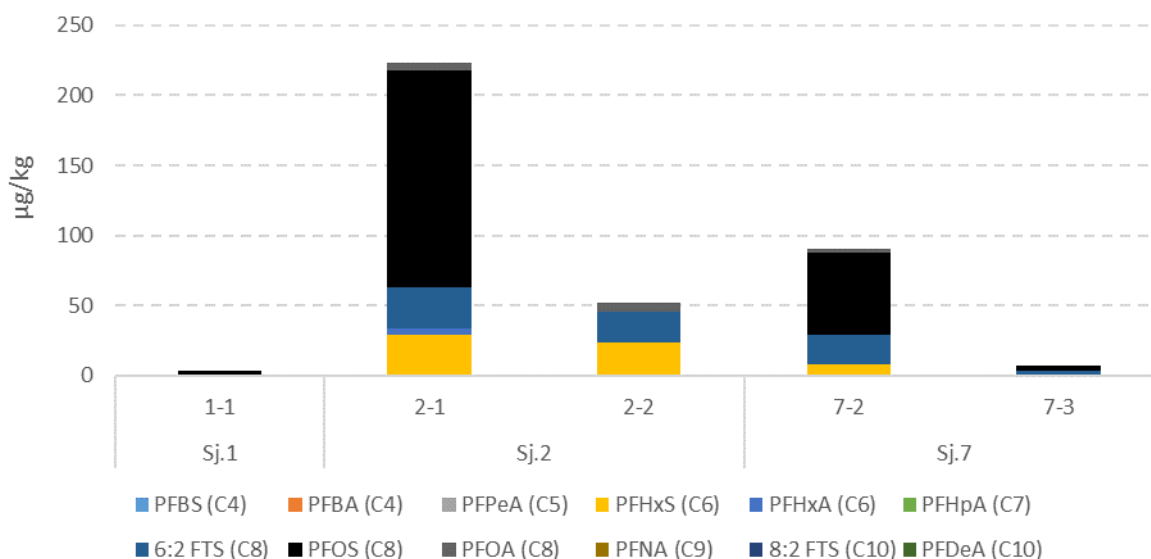
Det er utført beregninger av gjenværende mengder PFOS og Σ PFAS på aktivt og nedlagt brannøvingsfelt. Metode for beregninger, inkludert vurderinger av usikkerheter i estimatene, er nærmere beskrevet i Vedlegg 4.

3.1 Jord

3.1.1 Aktivt brannøvingsfelt

Massene sentralt på aktivt brannøvingsfelt er stort sett dominert av sandig grus, med betydelige innslag av grove fraksjoner, så som grus og større stein. Det antas at mye av dette er fyllmasser. I ytterkanten av feltet er det stedvis noe finere masser, dels myrmasse, karakterisert av et relativt tynt organisk sjikt over grovere, grusholdige masser. I enkelte sjakter ble det påtruffet jevnt over finere masser i hele profilet, med noe innslag av silt (eks. Sj. 2 og Sj.6). Dybden til permafrost varierte på tidspunktet for prøvetaking mellom 0,9 m i sjakt 6 til over 3 m i sjakt 5 (permafrost ble ikke påtruffet i dette punktet). Det ble ved prøvetaking observert vanninnstrømning i 3 av 8 sjakter på og ved feltet, samt i 2 håndgravde spadegroper nedstrøms feltet (jfr. Vedlegg 6).

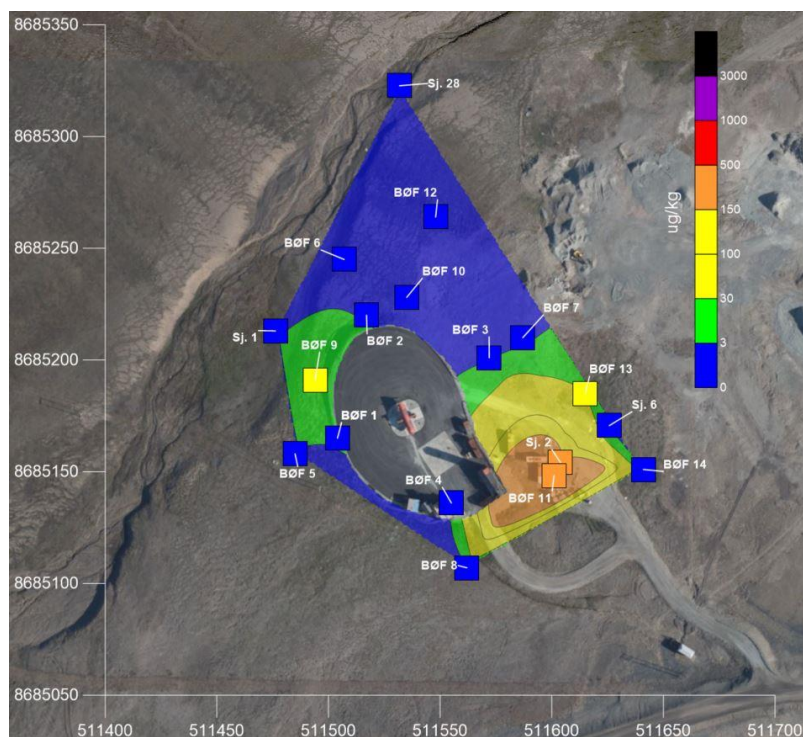
Figur 3-1 viser konsentrasjoner av enkeltforbindelser av PFAS i jordprøver fra aktivt brannøvingsfelt fra supplerende undersøkelser utført i september 2016. Det ble påvist PFAS i totalt 5 prøver fra 3 ulike sjakter, mens det i de resterende prøver som ble sendt til analyse (9) ikke ble påvist enkeltforbindelser av PFAS over kvantifiseringsgrense (LOQ). Høyeste konsentrasjon av Σ PFAS ble påvist i prøve 2-1 tatt fra øverste 0-1 m i sjakt 2 (223 µg/kg). Enkeltforbindelsene PFOS (C8), 6:2 FTS (C8) og PFHxS (C6) utgjør klart størst andel av Σ PFAS i alle prøver fra aktiv brannøvingsfelt. Det ble ikke påvist PFAS i prøver fra underliggende permafrost.



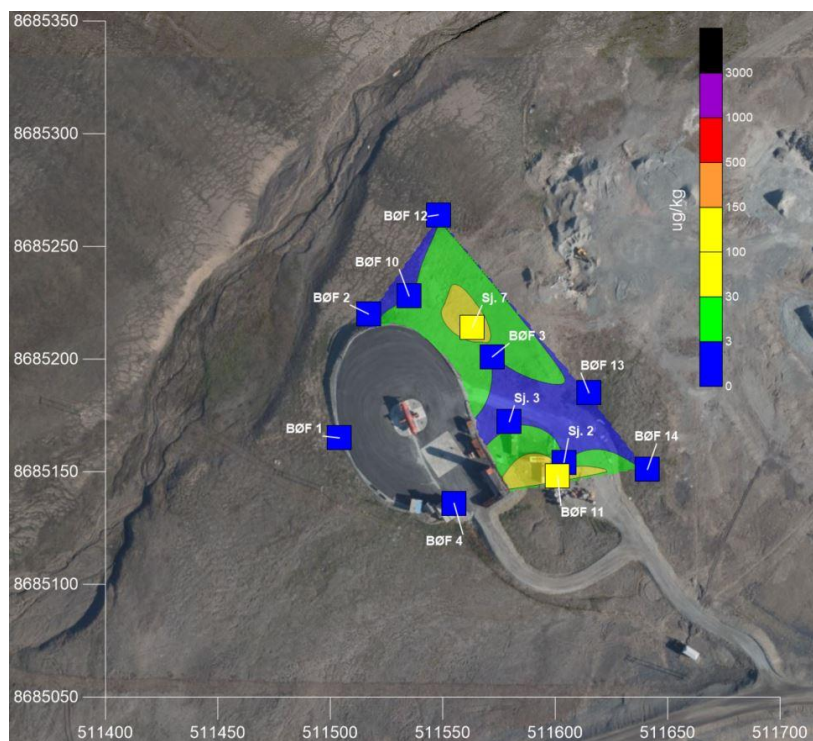
Figur 3-1: Konsentrasjoner av enkeltforbindelser av PFAS i jordprøver fra aktivt brannøvingsfelt (µg/kg). Figuren omfatter kun de prøver hvor det er påvist PFAS over kvantifiseringsgrense (LOQ). Enkeltforbindelser påvist under kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ) er ikke tatt med i figuren.

Det ble utført utvidet analyse av PFAS (23) på en prøve fra aktivt brannøvingsfelt (Sj.2, 0-1 m). Av tilleggsforbindelser (11) ble det her kun påvist PFHpS over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ) (jfr. Tabell V5.2 i Vedlegg 5).

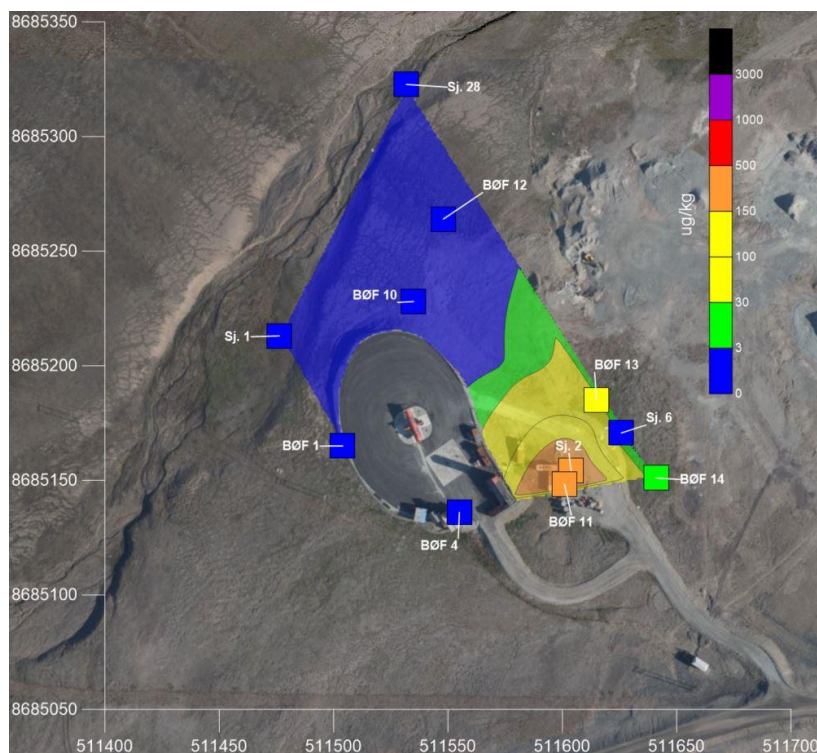
Avgrensning av forurensingen, gitt normverdi (100 µg/kg) som avgrenskningskriterium, er generelt god. Denne viser at forurensningen i hovedsak finnes i øvre del av massene, og at den er begrenset til området omkring samletanken. Det er noe usikker avgrensning sørøst for samletanken, men de topografiske forholdene, sammen med lave konsentrasjoner ned mot permafrost, tilsier at spredning i denne retningen er lite sannsynlig. Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS og Σ PFAS over/under 100 cm u.t. er gitt i Figur 3-2 - Figur 3-5. Estimerte mengder for PFOS og Σ PFAS er gitt i Tabell 3-1. Usikkerheter som er lagt til grunn i beregningene, samt visualisering av mengdene i ulike dybdeintervaller, er gitt i Vedlegg 4.



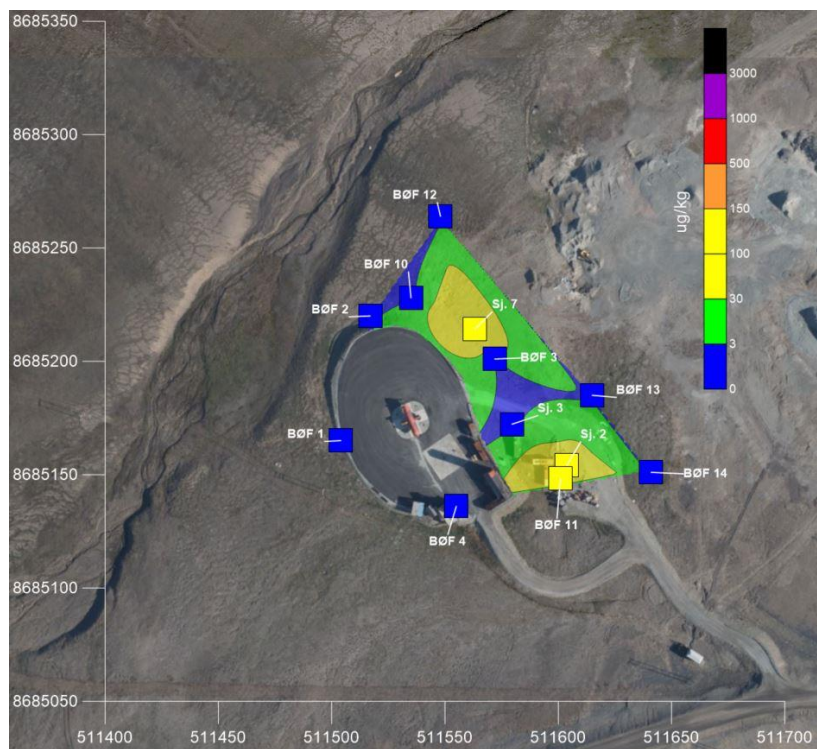
Figur 3-2: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS på aktiv BØF i dybdeintervall 0-100 cm u.t. Punktenes farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse). Det er ikke tatt prøver under asfaltert øvingsområde.



Figur 3-3: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS på aktiv BØF i dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost. Punktenes farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse). Det er ikke tatt prøver under asfaltert øvingsområde



Figur 3-4: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS på aktiv BØF i dybdeintervall 0-100 cm u.t. Punktenes farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse). Det er ikke tatt prøver under asfaltert øvingsområde.



Figur 3-5: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS på aktiv BØF i dybdeintervall 100 cm u.t til permafrost. Punktenes farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse). Det er ikke tatt prøver under asfaltert øvingsområde.

Tabell 3-1: Beregnet mengde av PFOS og Σ PFAS i jord på aktivt brannøvingsfelt for hhv. dybdeintervall 0-100 cm u.t. og 100 cm u.t. til permafrost.

Parameter og dybdeintervall	Mengde (kg)		
	Lav	Middels	Høy
PFOS 0-100 cm	0,2	0,4	0,5
PFAS 0-100 cm	0,3	0,5	0,6
PFOS 100 cm - pfr	<0,1	<0,1	<0,1
Σ PFAS 100 cm - pfr	<0,1	0,1	0,1

* Da det foreligger færre prøvepunkter med Σ PFAS enn for PFOS, er det i beregningene for Σ PFAS tatt utgangspunkt i samme areal som for PFOS, og videre tillagt en gjennomsnittskonsentrasjon Σ PFAS = 1,3 x PFOS. Faktoren er basert på alle prøver med analyse av PFOS og Σ PFAS (>LOQ) i samme dybdeintervall på aktiv BØF.

3.1.2 Nedlagt brannøvingsfelt

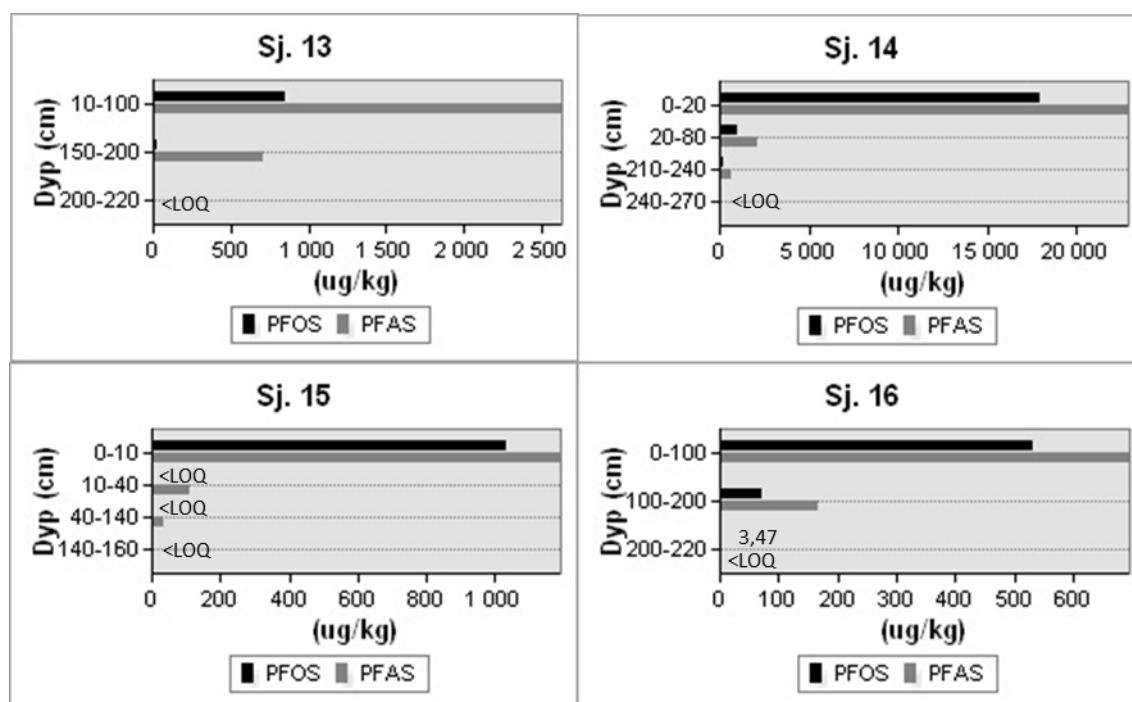
Massene sentralt på nedlagt brannøvingsfelt er dominert av sandig grus, med betydelige innslag av grove fraksjoner, så som grus og større stein. Massene her har imidlertid jevnt over en noe høyere finstoffandel (sand) sammenliknet med massene på aktivt brannøvingsfelt. Dybden til permafrost varierte på tidspunktet for prøvetaking mellom 0,6 m i sjakt 12 til over 2,4 m i sjakt 11 (permafrost ble ikke påtruffet i dette punktet). I sjaktene sentralt på feltet varierte dybden til permafrost mellom 1,4 m (Sj.15) og 2,4 m (Sj.14), med en tendens til avtakende dybde til permafrost i ytterkantene av feltet i nordøstlig og østlig retning. Det ble ved prøvetaking observert vanninnstrømning i 3 av 14 sjakter på og ved feltet, samt i 3 håndgravde spadegroper på kulldeponiet nedstrøms feltet (Sj.22, 23 og 24) og i spadegrop i bekkeleiet sør for feltet (Sj.25) (jfr. Vedlegg 6).

De høyeste konsentrasjonene av PFOS og Σ PFAS ble påvist i jordprøver fra sjakter sentralt på feltet. Resultatene viser klart høyeste konsentrasjoner i prøver fra øvre 0-1 m, med betydelig avtakende konsentrasjoner med økende prøvetakingsdyp (Figur 3-6). Enkeltforbindelsene PFNA (C9), PFOS (C8) og PFHxS (C6) utgjør klart størst andel av Σ PFAS i sjaktene sentralt på feltet (Figur 3-7). De kortkjedete forbindelsene (<C8), med unntak av PFHxS (C6), påvises i liten grad i jordprøvene. Dette indikerer at det er de langkjedete forbindelsene ($\geq$ C8), samt PFHxS (C6), som i størst grad bindes i massene på feltet, noe som er i tråd med det som er funnet i tilsvarende studier på andre brannøvingsfelt (se eks. Amundsen m.fl., 2016; Amundsen m.fl. 2008; Bergström, 2014; Nordskog, 2012).

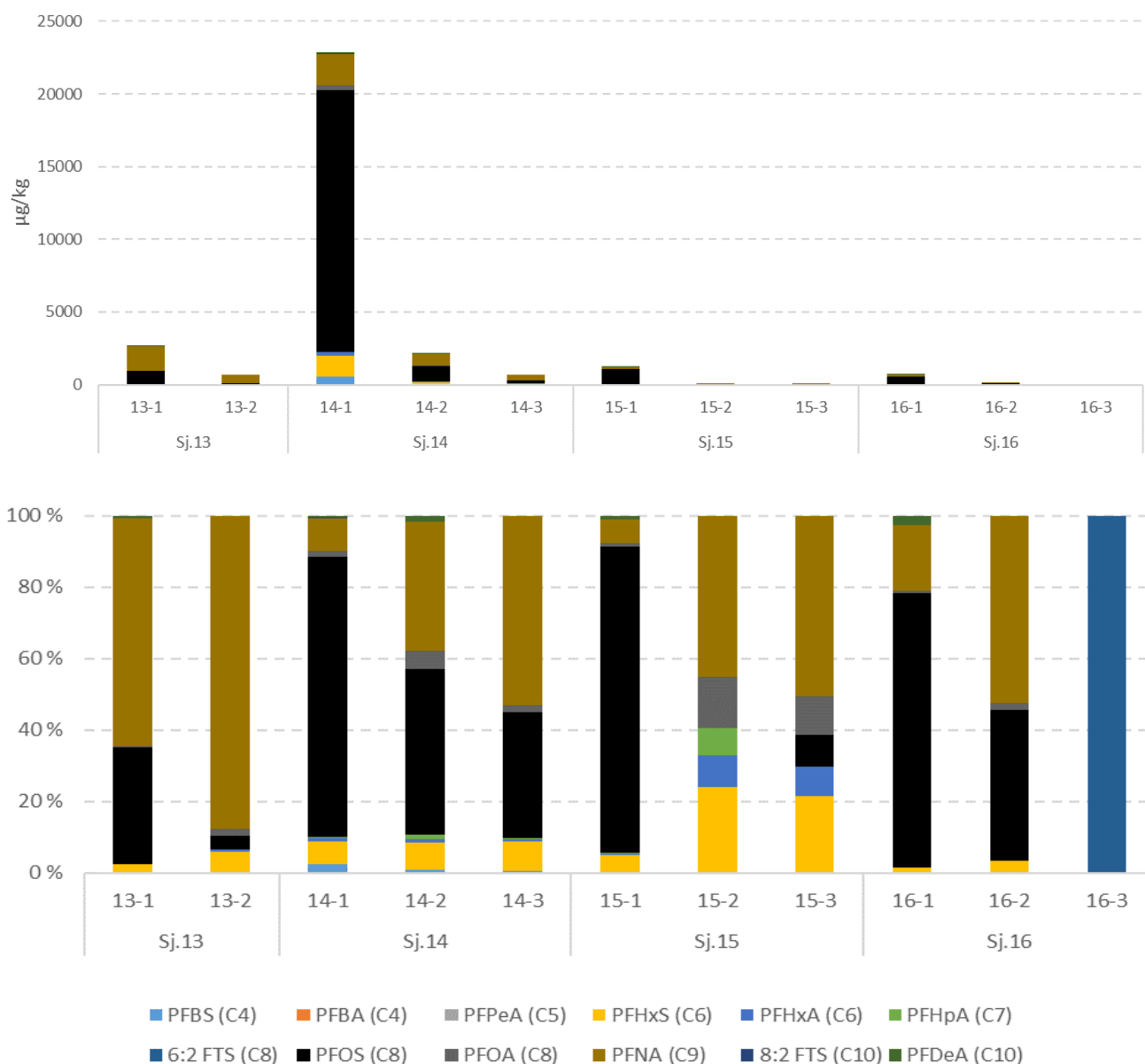
Forbindelsene 6:2 FTS og 8:2 FTS ble i liten grad påvist i jordprøver fra nedlagt brannøvingsfelt. Disse forbindelsene påvises i større grad i områder med nyere PFAS-forurensning, da disse ble benyttet som erstatning for PFOS i nyere typer brannskum benyttet fra 2001 (Klif, 2010; Øvstedal, 2012). Øvingsaktiviteten ved nedlagt brannøvingsfelt opphørte i 2000, og det meste av forurensningen antas da å være av eldre dato.

Det ble påvist PFAS i en prøve fra underliggende permafrost sentralt på nedlagt brannøvingsfelt, da i prøve 16-3 hvor 6:2 FTS ble påvist i en konsentrasjon på 3,5 μ g/kg.

Sjaktene i ytterkanten av, og nedstrøms brannøvingsfeltet, viste jevnt over lavere konsentrasjoner av Σ PFAS (jfr. Tabell V5.3 i Vedlegg 5). Det ble påvist PFAS i 1 av 3 prøvepunkter (grunne spadegroper) på kulldeponiet øst og nordøst for brannøvingsfeltet, da i prøver (kull) fra Sj.22, med konsentrasjoner av Σ PFAS på hhv. 122 $\mu\text{g/kg}$ i prøve fra øvre 0-20 cm og 47 $\mu\text{g/kg}$ i prøve fra 20-30 cm.



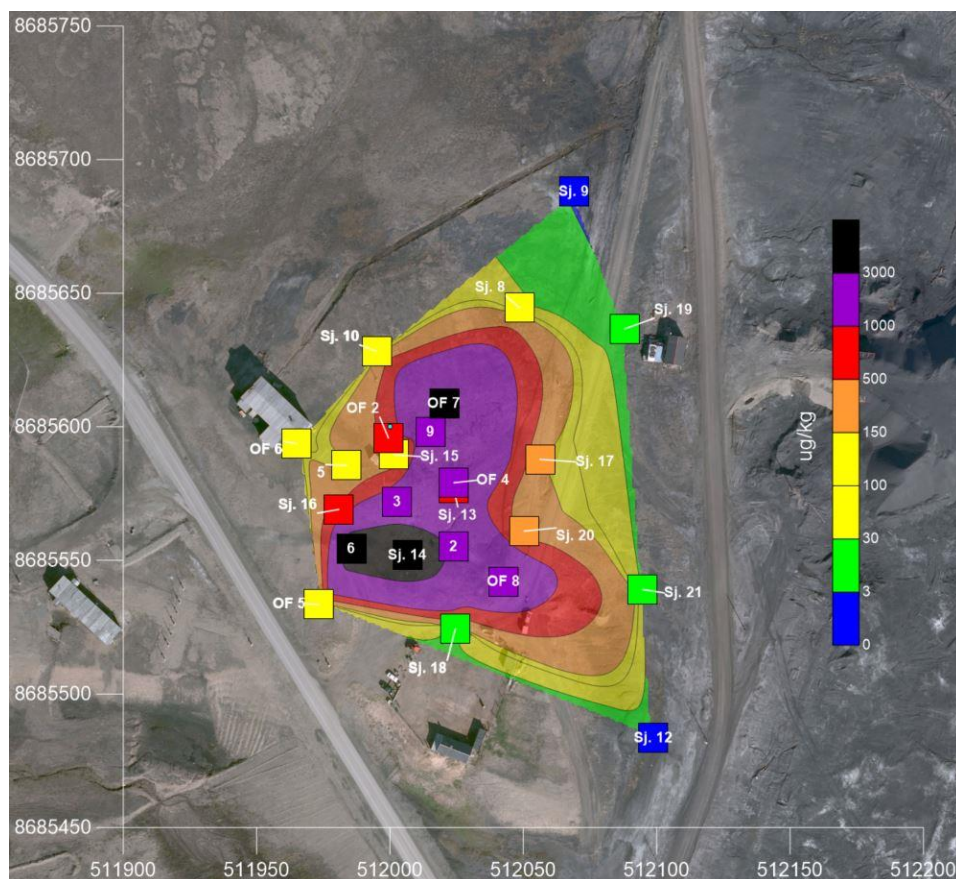
Figur 3-6: Konsentrasjoner av PFOS og Σ PFAS (12) ($\mu\text{g/kg}$) i jordprøver fra utvalgte sjakter sentralt på nedlagt brannøvingsfelt fra supplerende undersøkelser utført i september 2016. Konsentrasjoner av enkeltforbindelser under kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ) er ikke tatt med ved beregning av sumkonsentrasjon. Merk ulike skalaer på konsentrasjonsakse (x-akse) i figurene.



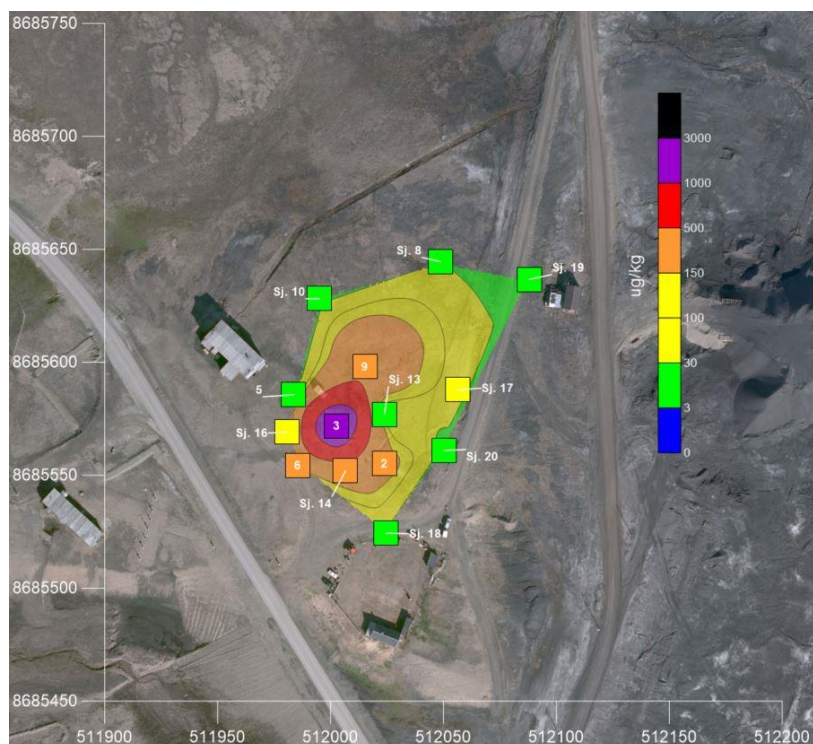
Figur 3-7: Konsentrasjoner (µg/l; øverste figur) og relativ fordeling (%) av ulike enkeltforbindelser av PFAS (12) i jordprøver fra utvalgte sjakter sentralt på nedlagt brannøvingsfelt.

Det ble utført utvidet analyse av PFAS (23) på 7 jordprøver fra øvre 0-1 m fra sjakter sentralt på nedlagt brannøvingsfelt. Av tilleggsforbindelser (11) ble det i flere prøver påvist PFDS, PFDoA, PFHpS, PFOSA, PFTA, PFTrA og PFUnA. Tilleggsforbindelsene (11) utgjorde til sammen 1-13 % av Σ PFAS (12) i 5 av 7 prøver, men opp mot hele 85 % i Sj.16 og 154 % i Sj.15. Dette indikerer at man ved analyse av PFAS (12) kan risikere å betydelig underestimere mengder av PFAS i jord, og det er derfor tatt høyde for dette i beregninger av gjenværende Σ PFAS på feltene, dvs. at mengdeestimatet er korrigert med en faktor 1,1 for å ta høyde for bidraget fra tilleggsforbindelser (jfr. metodebeskrivelse i Vedlegg 4).

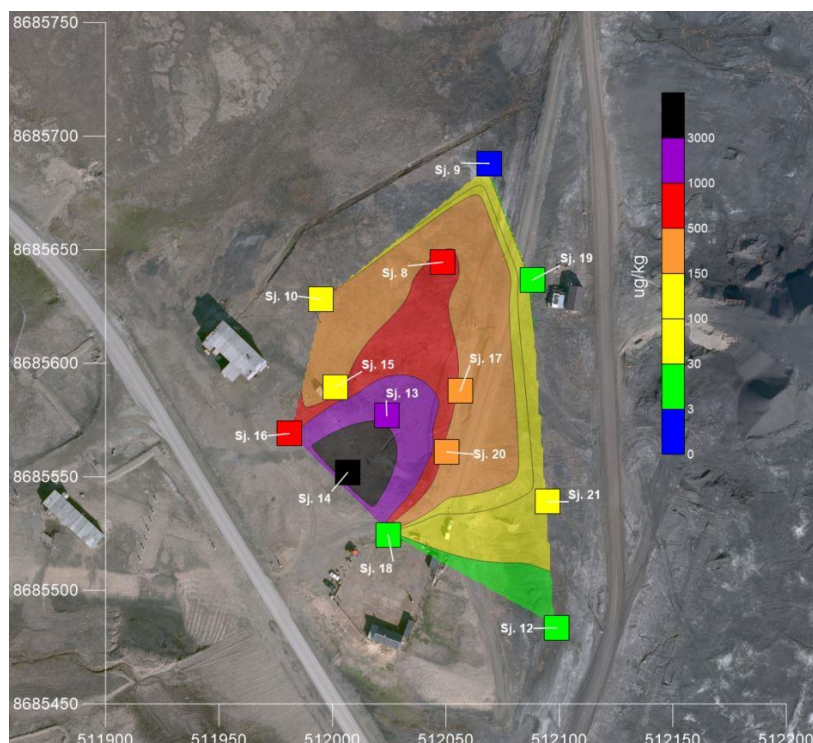
Avgrensning av forurensingen, gitt normverdi (100 µg/kg) som avgrenskningskriterium, er generelt god. For dybdeintervall 0-100 cm u.t. er prøveomfanget relativt omfattende og PFOS-konsentrasjonene i punkter lengst unna senter BØF ligger under normverdi i alle retninger. Prøveomfanget med analyser av Σ PFAS i samme dybdeintervall er mindre omfattende, noe som gir en usikker avgrensning mot sørvest. Prøveomfanget i intervallet 100 cm u.t. til permafrost er ytterligere begrenset, både for PFOS og Σ PFAS, noe som gir tilsvarende usikker avgrensning mot sørvest. For Σ PFAS fremstår også avgrensning mot nordøst (Sj.8) noe usikker, men det bemerkes at dyp til permafrost er avtakende i denne retningen og at overliggende dybdeintervall (0-100 cm u.t.) lenger nordøst (Sj. 9), hvor aktiv sone er <100 cm, ligger under normverdi. Oppsummert vurderes hoveddelen av forurensningen å ligge i øvre del av løsmassene (0-100 cm u.t.) sentralt på brannøvingsfeltet. Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS og Σ PFAS over/under 100 cm u.t. er gitt i Figur 3-8 - Figur 3-11. Estimerte mengder for PFOS og Σ PFAS i jord er gitt i Tabell 3-2. Usikkerheter som er lagt til grunn i beregningene, samt visualisering av mengdene PFOS og Σ PFAS i jord i ulike dybdeintervaller, er gitt i Vedlegg 4.



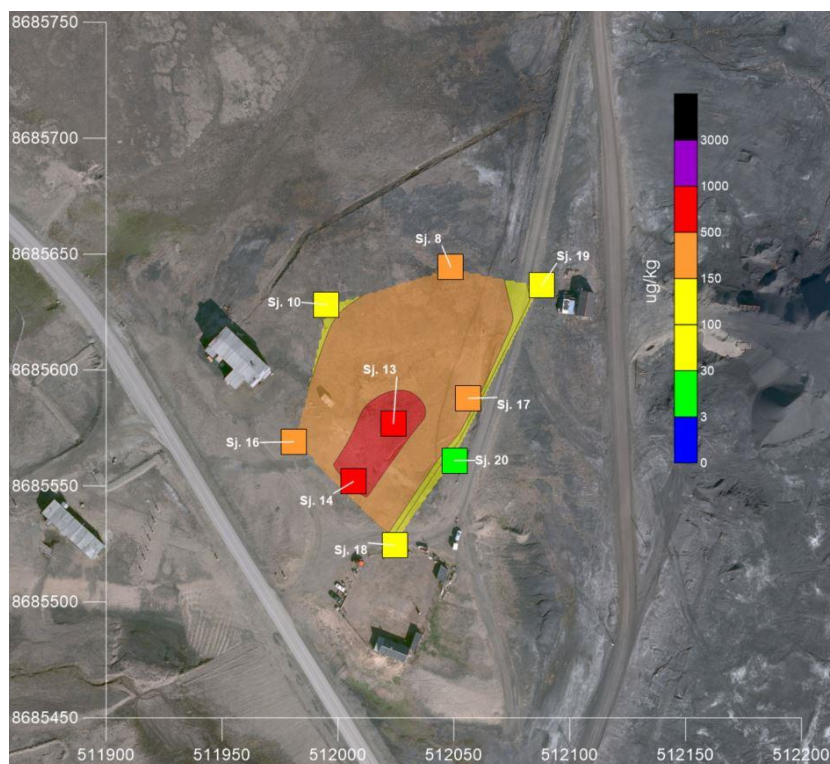
Figur 3-8: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS på gammel BØF i dybdeintervall 0-100 cm u.t. Punktenes farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse).



Figur 3-9: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS på gammel BØF i dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost. Punktenes farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse).



Figur 3-10: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS på gammel BØF i dybdeintervall 0-100 cm u.t. Punktenes farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse).



Figur 3-11: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS på gammel BØF i dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost. Punktene farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse).

Tabell 3-2: Estimert mengde av PFOS og Σ PFAS i jord på nedlagt brannøvingsfelt for hhv. dybdeintervall 0-100 cm u.t. og 100 cm u.t. til permafrost.

Parameter og dybdeintervall	Mengde (kg)		
	Lav	Middels	Høy
PFOS 0-100 cm	6,1	9,6	13,0
PFAS 0-100 cm	14,2	22,1	30,1
PFOS 100 cm - pfr	0,6	1,0	1,4
Σ PFAS 100 cm - pfr	1,0	1,6	2,2

* Da det foreligger færre prøvepunkter med Σ PFAS enn for PFOS, er det i beregningene for Σ PFAS tatt utgangspunkt i samme areal som for PFOS, og videre tillagt en gjennomsnittskonsentrasjon Σ PFAS = 2,1 x PFOS. Faktoren er basert på alle prøver med analyse av PFOS og Σ PFAS (>LOQ) i samme dybdeintervall på gammel BØF.

3.2 Vann

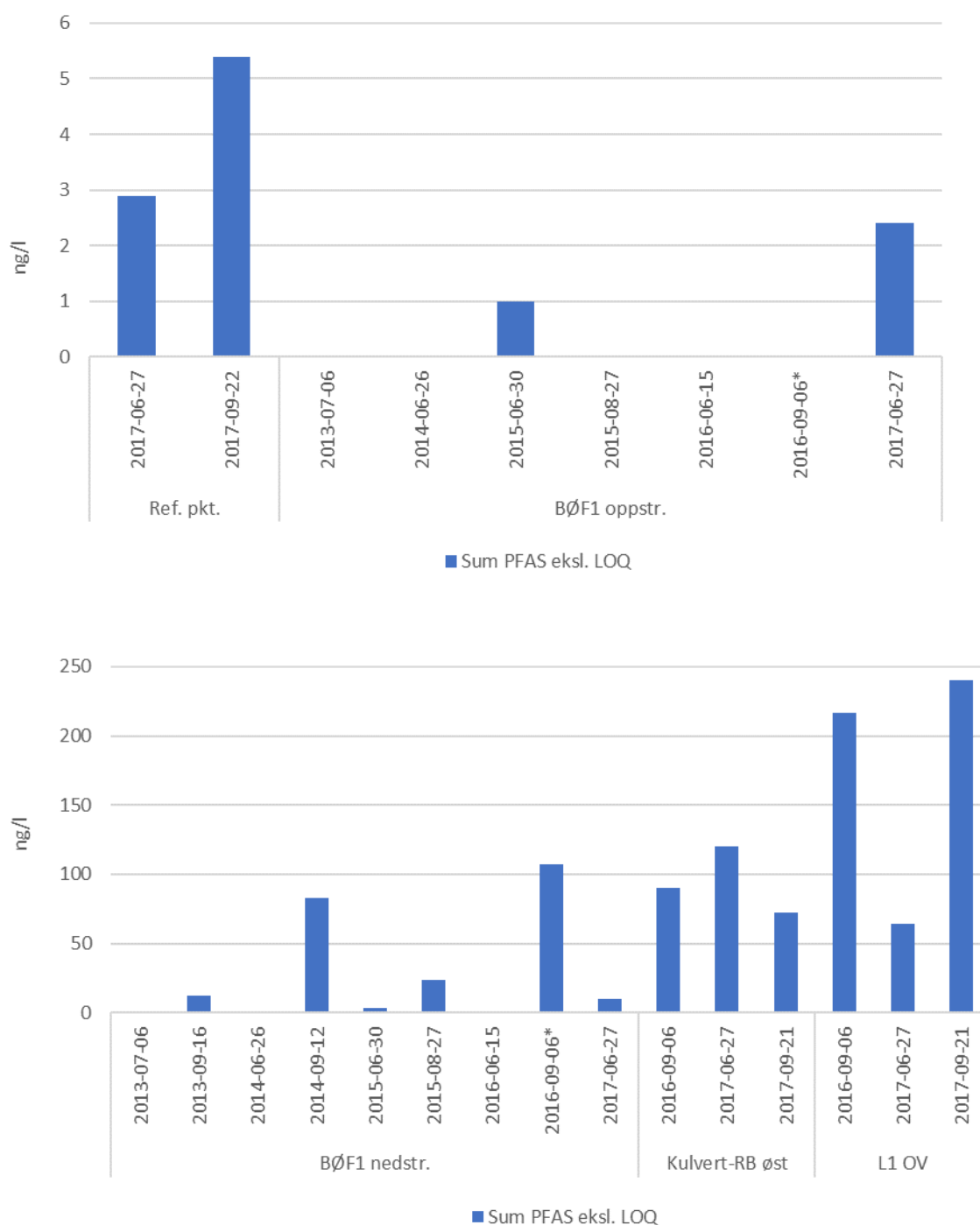
3.2.1 Aktivt brannøvingsfelt

Resultater fra supplerende undersøkelser 2016-2017, samt miljøovervåkning ved lufthavnen 2013-2017, viser lave konsentrasjoner av PFAS i bekk som drenerer via aktivt brannøvingsfelt. Det er i referansepunkter oppstrøms brannøvingsfeltet (Ref. pkt. og BØF1 oppstr.) påvist opp til 5 ng Σ PFAS/l,

og da i hovedsak PFBA. Analyseresultater for prøvetakingspunkt i bekken nedstrøms brannøvingsfeltet (BØF1 nedstr.) viser konsentrasjoner opp til 107 ng Σ PFAS/l for prøve tatt i september 2016 (Figur 3-12).

Det er også påvist PFAS i prøvepunkt i kulvert som leder vann fra rullebanen ut i bekken (Kulvert-RB øst), opptil 120 ng Σ PFAS/l i prøve tatt i juni 2017 (hovedsakelig PFOS og PFHxS).

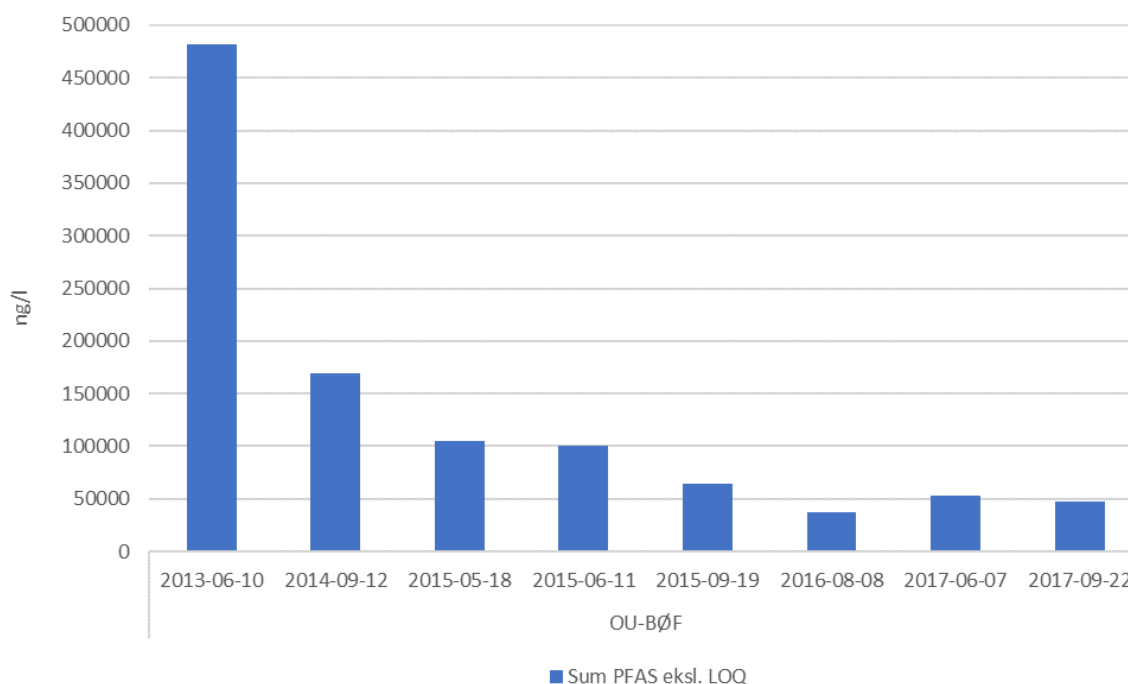
Påviste konsentrasjoner i prøvepunkt L1 OV reflekterer bidrag fra BØF1 nedstr. og Kulvert-RB øst, samt tilsig i grunnen fra skråningen på begge sider av bekkeløpet. Det er i dette punktet ved to prøvetakinger påvist høyere konsentrasjoner av Σ PFAS sammenlignet med BØF1 nedstr. og Kulvert-RB øst, noe som tyder på tilførsler av PFAS-holdig vann gjennom grunnen. Det ble i september 2016 påvist 217 ng Σ PFAS/l i L1 OV, mens det kun ble påvist 107 ng Σ PFAS/l i BØF1 nedstr. og 90 ng Σ PFAS/l i Kulvert-RB øst. I september 2017 ble det påvist 240 ng Σ PFAS/l i L1 OV og 72 ng Σ PFAS/l i Kulvert-RB øst, mens det ikke var vann i BØF1 nedstr. (tørt bekkeløp) (Figur 3-12).



Figur 3-12: Konsentrasjoner av Σ PFAS (ng/l) i vannprøver fra prøvepunkter oppstrøms (øverste figur) og nedstrøms (nederste figur) aktivt brannøvingsfelt. Konsentrasjoner under kvantifiseringsgrense for analysemetode er ikke tatt med ved beregning av sumkonsentrasjon (Sum PFAS eksl. LOQ).

Analyseresultater for PFAS i vannprøver fra samletank/oljeutskiller på aktivt brannøvingsfelt (OU-BØF) tatt i perioden 2013-2017 er benyttet som grunnlag for estimering av mengder PFAS som slippes ut i sjø via utslippsledningen ved lufthavnen (se kap. 4.1). Vannet fra samletanken på brannøvingsfeltet fraktes på tankbil for påslipp på utslippsledningen som går til sjø. Tidligere ble dette vannet direkte infiltrert i grunnen ved brannøvingsfeltet.

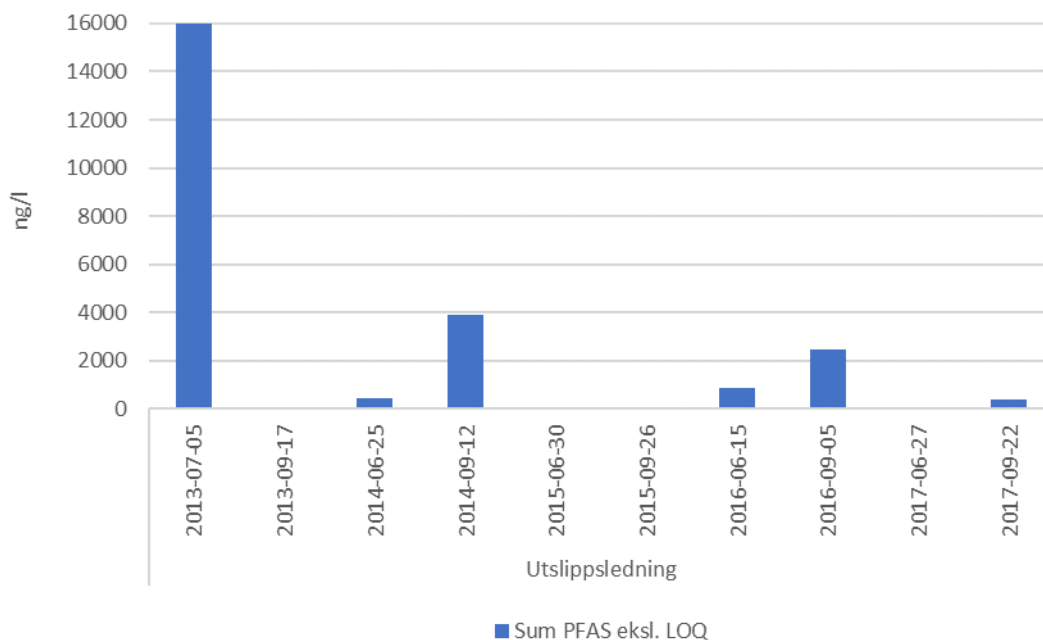
Figur 3-13 viser konsentrasjoner av Σ PFAS i prøver fra samletank/oljeutskiller på aktivt brannøvingsfelt for perioden 2013-2017. Det er her stor variasjon i konsentrasjoner av Σ PFAS, med en tendens til avtakende konsentrasjoner over tid, fra 482 350 ng Σ PFAS /l i prøve tatt i juni 2013 til 37 300 ng/l i prøve tatt i august 2016. Enkeltforbindelsene PFOS og 6:2 FTS er klart dominerende i alle prøvene (jfr. Tabell V5.5 i Vedlegg 5). Tanken ble vasket i november 2013, noe som kan forklare en reduksjon i konsentrasjoner i etterfølgende prøver sammenliknet med prøve fra juni 2013.



Figur 3-13: Konsentrasjoner av Σ PFAS (ng/l) i vannprøver fra samletank/oljeutskiller på aktivt brannøvingsfelt i perioden 2013-2017. Konsentrasjoner under kvantifiseringsgrense for analysemetode er ikke tatt med ved beregning av sumkonsentrasjon (Sum PFAS eksl. LOQ).

Konsentrasjonene av PFAS i prøver fra utslippsledningen er betydelig lavere sammenliknet med de konsentrasjoner som påvises i prøver fra samletanken. Dette skyldes at konsentrasjonene i utslippsledningen er fortynnet av mye annet vann fra lufthavnområdet (eks. sanitært avløpsvann, vaskevann, mm.). Det er stor variasjon i målte konsentrasjoner av Σ PFAS i prøver fra utslippsledningen. Det ble ikke påvist PFAS i prøve tatt i september 2015, mens det ble påvist Σ PFAS på 16 000 ng/l i prøve tatt i juli 2013 (jfr. Tabell V5.6 i Vedlegg 5). Variasjonen antas i stor grad å være

styrt av tidspunkt for prøvetaking i forhold til når det har vært påslipp av oppsamlet vann fra brannøvingsfeltet.



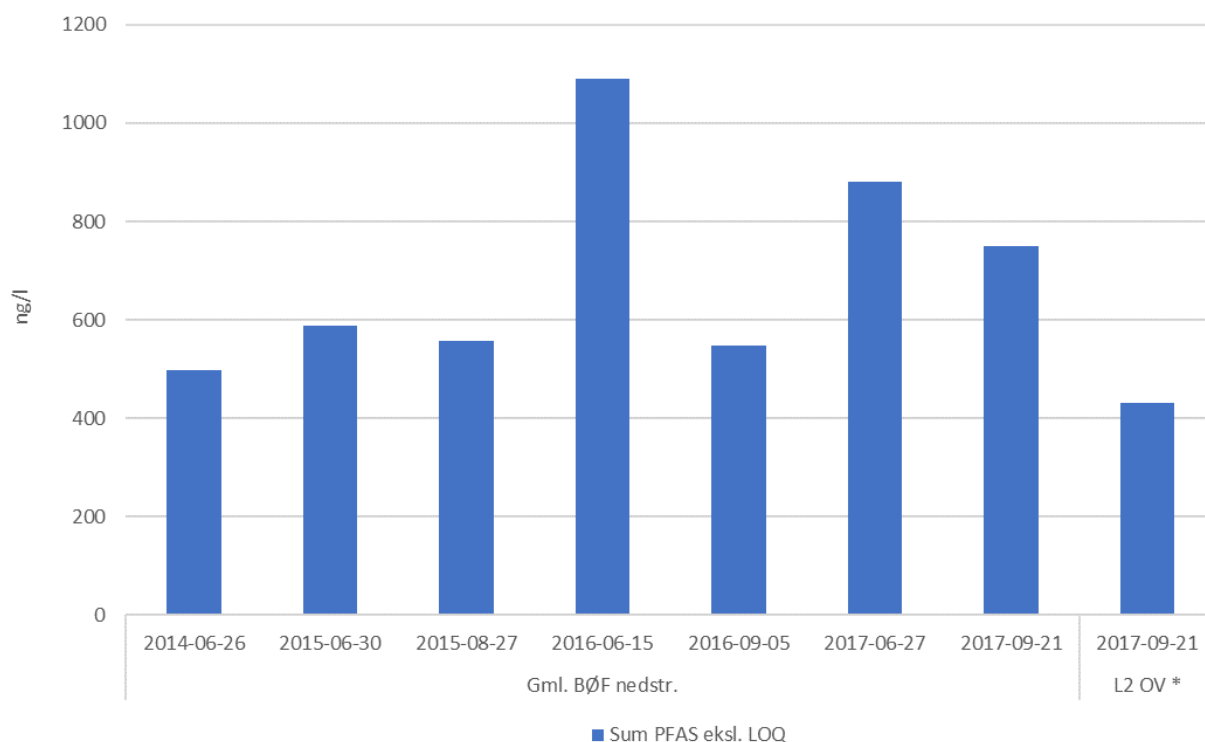
Figur 3-14: Konsentrasjoner av Σ PFAS (ng/l) i vannprøver tatt fra utslippsledning i perioden 2013-2017. Konsentrasjoner under kvantifiseringsgrense for analysemetode er ikke tatt med ved beregning av sumkonsentrasjon (Sum PFAS eksl. LOQ).

Resultater fra Avinors egne undersøkelser i området for utslippsledningen til sjø fra terminalområdet, viser ingen påvisning av PFAS verken i vann, sediment eller biota. Plassering av prøvepunkter er vist i Vedlegg 1 (Utløp Sed), og analyseresultater fra disse undersøkelsene er gitt som original analyserapport i Vedlegg 9.

3.2.2 Nedlagt brannøvingsfelt

Resultater fra supplerende undersøkelser 2016-2017, samt miljøovervåkning ved lufthavnen 2014-2017, viser dels høye konsentrasjoner av PFAS i myrområde nedstrøms brannøvingsfeltet (Gml. BØF nedstr.). Det er i perioden 2014-2017 påvist konsentrasjoner av Σ PFAS mellom 498 ng/l og 1090 ng/l (Figur 3-15). Det ble i september 2017 også tatt en stikkprøve i grøft som går fra myrområdet langs veien nordover mot sjø (L2 OV*), hvor det ble påvist 430 ng Σ PFAS/l. Denne grøftetraseen er vanligvis tørr, og det er sjelden mulighet for å ta vannprøver her.

Enkeltforbindelsene PFHxS, PFHxA, PFOS og PFOA utgjør til sammen >70% av Σ PFAS i vannprøver fra disse prøvepunktene (jfr. Tabell V5.6 i Vedlegg 5).

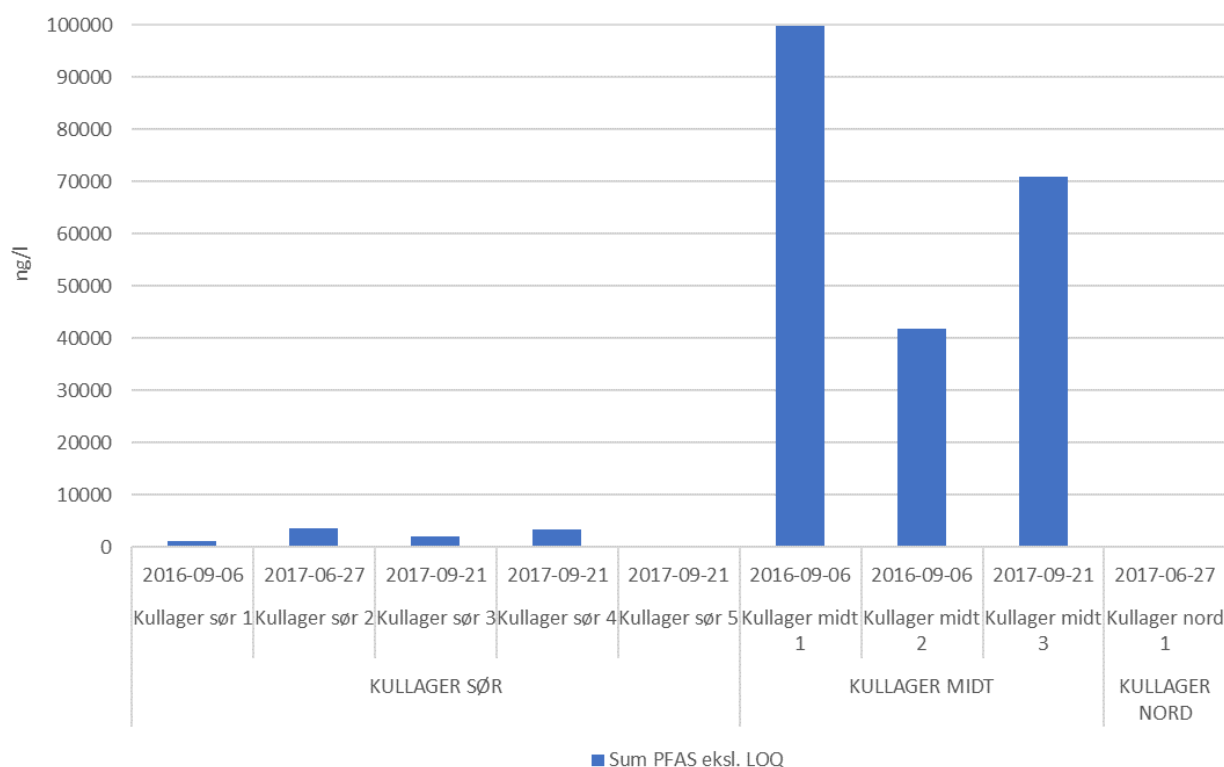


Figur 3-15: Konsentrasjoner av Σ PFAS (ng/l) i vannprøver fra prøvepunkter nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt for perioden 2014-2017. Konsentrasjoner under kvantifiseringsgrense for analysemetode er ikke tatt med ved beregning av sumkonsentrasjon (Sum PFAS ekskl. LOQ).

Analyseresultater for vannprøver tatt på kullager nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt i 2016-2017 viser flere svært høye konsentrasjoner av PFAS, og da særlig på midtre del av kullageret (Kullager Midt), hvor det ved prøvetaking i september 2016 ble påvist hele 99 900 ng Σ PFAS/l i vannprøve fra en liten dam på overflaten av kullageret (Figur 3-16). De to andre prøvene fra dette området viser konsentrasjoner på hhv. 41 900 ng/l og 71 000 ng/l. Alle disse vannprøvepunktene ligger like ved Sj.22 hvor det også ble påvist PFAS i kullmassene (jfr. kap. 3.1.2 og kart i Vedlegg 3). De høyeste konsentrasjonene er alle påvist under perioder med begrensede vannmengder på kullageret (september 2016 og 2017), og det ble ikke observert overflateavrenning fra dammene til sjø på prøvetakingstidspunktene.

Vannprøver fra Kullager Sør og Nord viser betydelig lavere konsentrasjoner sammenliknet med det som er påvist på Kullager Midt, selv om det på Kullager Sør også er påvist dels høye konsentrasjoner i enkelte prøvepunkt (opptil 3700 ng/l i Kullager sør 4).

Fordelingen av enkeltforbindelser er noe ulik i vannprøver fra de ulike delområdene på kullageret. Forbindelsene PFBA, PFHxA og PFPeA er klart dominerende i vannprøver fra Kullager Sør og Nord (>70% i alle prøver med unntak av en), mens PFBS, PFHxS, PFHxA og PFNA dominerer i vannprøver fra Kullager Midt (>70 % i alle prøver) (jfr. Tabell V5.6 i Vedlegg 5).



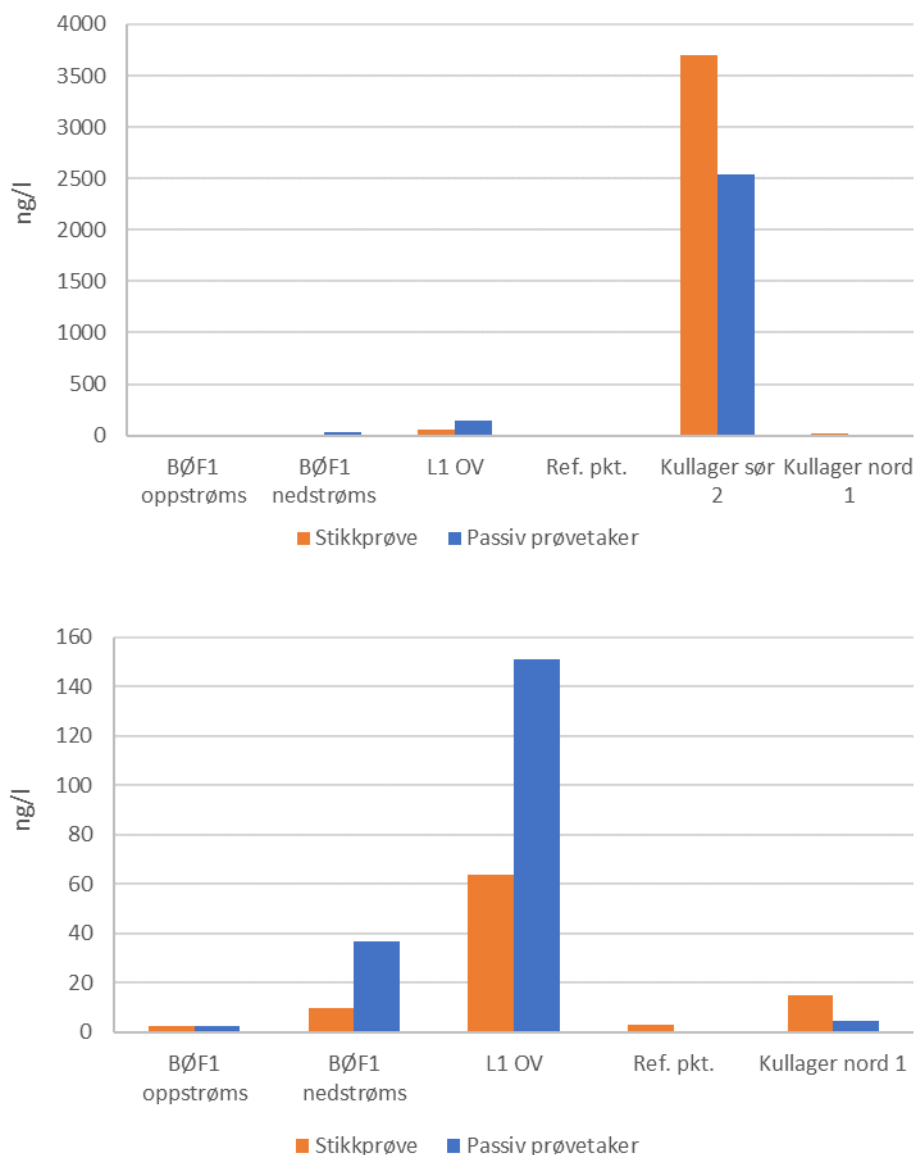
Figur 3-16: Konsentrasjoner av Σ PFAS (ng/l) i vannprøver fra kullager nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt fra supplerende undersøkelser 2016-2017. Konsentrasjoner under kvantifiseringsgrense for analysemetode er ikke tatt med ved beregning av sumkonsentrasjon (Sum PFAS ekskl. LOQ).

3.3 Passive prøvetakere

Analyseresultater for PFAS i passive prøvetakere gir gjennomsnittskonsentrasjoner over den tidsperiode prøvetakerne har stått ute. Påviste konsentrasjoner av Σ PFAS i passive prøvetakere (15 enkeltforbindelser; se Tabell V5.7 i Vedlegg 5) samsvarer relativt bra med konsentrasjonsnivå påvist i stikkprøver tatt ved utplassering av prøvetakerne (sum beregnet for de samme 15 enkeltforbindelsene), men allikevel med noe variasjon i påviste konsentrasjoner.

Relativt godt samsvar i konsentrasjonsnivå mellom de to prøvetakingsmetodene antas her dels å skyldes relativt kort prøvetakingsperiode for passive prøvetakere, med lite variasjon i avrenningsforhold og -mengder. Stikkprøvene vurderes allikevel som et viktig supplement til passive prøvetakere, særlig der hvor det er usikkerhet knyttet til montering og avrenningsforhold, samt der hvor konsentrasjonsnivå på forhånd er ukjent.

Det kan imidlertid være noe misvisende å direkte sammenlikne konsentrasjoner mellom de ulike prøvetakingsmetodene, da LOQ for de enkelte forbindelsene er ulik for vannprøver og passive prøvetakere, og vil for passive prøvetakere også kunne variere betydelig avhengig av hvor mye vann som har gått gjennom prøvetakeren. Dette har særlig betydning der hvor det påvises lave konsentrasjoner.



Figur 3-17: Konsentrasjoner av Σ PFAS (ng/l) i passive prøvetakere og stikkprøver av vann tatt samtidig med utplassering av prøvetakerne (sum av 15 enkeltforbindelser). Øverste figur viser alle prøvepunkter hvor det ble utplassert passive prøvetakere. Nederste figur viser alle punkter unntatt Kullager sør 2. Merk ulik skala på konsentrasjonsakse for de to figurene.

Basert på erfaringer fra undersøkelsene med passive prøvetakere (Sorbicell), vurderes passive prøvetakere med fritthengende montering i bekker å være en lite egnet metode under gjeldende forhold ved brannøvingsfeltene på Svalbard. Vannføringen i bekkene kan variere betydelig over korte tidsperioder, og kan fort avta til et nivå under det som er nødvendig for en robust og pålitelig prøvetaking. Montering er også utfordrende der hvor det er sterk og dels svært turbulent strøm (som eksempelvis i punktene BØF1 oppstr. og nedstr.). Særlig sterk strøm vil kunne medføre at sporsaltet i prøvetakeren vaskes ut på relativt kort tid, noe som vil gi en tilsvarende kort prøvetakingsperiode. Betydelig utvasking av sporsalt over kort tid var tilfelle for alle prøvepunktene i

rennende vann, noe som medførte at prøvetakingsperioden ble en del kortere enn planlagt (1 uke mot planlagt om lag 3 uker). Et alternativ kunne vært å benytte prøvetaker med noe høyere motstand, alternativt montering i WW50 (se kap. 2.2.5) for enkelte punkter.

Montering i WW50 ble benyttet for måling av gjennomsnittskonsentrasjoner i stillestående vann i to større dammer på kullageret (Kullager Sør og Kullager Nord). Montering i WW50 kunne antakeligvis også vært mulig i prøvepunktene Kulvert-RB øst og L1 OV grunnet fint bunnssubstrat og antatt mulighet for delvis nedgraving av beholderen. Montering i WW50 ville imidlertid ikke vært mulig bekkepunkter lenger oppstrøms (Ref. pkt., BØF1 oppstr. og BØF1 nedstr.) grunnet hardt og steinete bunnssubstrat og svært lav vannhøyde.

Grunnet manglende resultater for passive prøvetakere i enkelte punkter, samt noe usikkerhet knyttet til pålitelighet av målingene, er det gjennomgående valgt å benytte resultater fra stikkprøvetaking i videre spredningsvurderinger (se kapittel 4).

3.4 Sediment

Analyse av sedimentprøver fra strandsonen nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt viser konsentrasjoner av Σ PFAS på hhv. 2,4 $\mu\text{g/kg}$ i L2-Sed og 2,8 $\mu\text{g/kg}$ i L1-Sed, tilsvarende tilstandsklasse 3 iht. gjeldende klassegrenser for marint sediment (M-608/2016; jfr. kart i Vedlegg 1-2). Analyse av sedimentprøve fra overvannsgrøft like oppstrøms L2 (L2-OV-Sed) viser konsentrasjon av Σ PFAS på 16,5 $\mu\text{g/kg}$. Det ble kun påvist PFOS og PFNA i sedimentprøvene. Det ble ikke påvist PFAS i sedimentprøver fra antatt upåvirkede referansepunkter L4 og L5 (jfr. Tabell V5.8 i Vedlegg 5).

3.5 Biota

Det ble påvist PFOS i lave konsentrasjoner i to bunndyrprøver fra strandsonen (L1-2 og L6-1) nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt, men ingen andre PFAS. Det er ikke påvist PFAS i strandbiota fra referanselokaliteter (jfr. Tabell V5.9 i Vedlegg 5).

Det ble påvist PFAS i 6 av 7 vegetasjonsprøver fra myrområde nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt (lokalitet 7 og 8, jfr. oversiktskart i Vedlegg 1). Av enkeltforbindelser var det PFHxS, PFOS, PFPeA og PFHxA som ble påvist i høyest konsentrasjoner (jfr. Tabell V5.10 i Vedlegg 5).

Alle prøver av fisk (vanlig ulke, lever og muskel) ved de to stasjonene i strandsonen hadde konsentrasjoner av PFOS og sum PFAS under miljøkvalitetsstandarden QS_{biota} på 9,1 $\mu\text{g/kg}$ (se Figur 3-18; Tabell V5.11 og V5.12 i Vedlegg 5).

Høyeste konsentrasjoner på stasjon S1 ble målt i en leverprøve, med konsentrasjoner av PFOS på 4,2 $\mu\text{g/kg}$ og Σ PFAS på 6,7 $\mu\text{g/kg}$. Høyeste konsentrasjon av PFOS i muskel var på 0,63 $\mu\text{g/kg}$, mens det i lever ble påvist 0,85 μg Σ PFAS/kg. Ved stasjon S2 ble det i leverprøver påvist opp til 2,6

μg PFOS/kg og $3,2 \mu\text{g}$ ΣPFAS /kg. Høyeste konsentrasjoner i muskel var på $0,10 \mu\text{g}$ PFOS/kg og $0,14 \mu\text{g}$ ΣPFAS /kg.



Figur 3-18: Analyseresultater for ΣPFAS i lever og muskel hos vanlig ulke, fanget med garn i august 2017, viser konsentrasjoner $<9,1 \mu\text{g/kg}$ ($Q_{S_{\text{biota}}}$) i samtlige prøver.

4 Spredningsvurderinger

Undersøkelsene viser at det ligger PFOS og andre PFAS-forbindelser i jord, både på det aktive og det gamle brannøvingsfeltet, og analyser av vann, sediment og biota viser at dette spres til resipient. Observasjoner gjort i felt i september 2016 viste vann over permafrost i enkelte sjakter (Vedlegg 6), samt grunnvannsutslag i skråningen mot kullageret øst og nordøst for nedlagt brannøvingsfelt. Observasjonene indikerer spredningsveier mot resipient i form av mettet strømming begrenset til en sone rett over permafrosten, samt konsentrerte vannstrømmer på overflaten der grunnvann kommer ut i dagen. Mange av sjaktene var tørre, noe som antyder foretrukne strømningsveier i grunnen.

Månedsnormaler for Svalbard lufthavn (St.nr. 99840, klima.no) viser at middeltemperaturen er $>0^{\circ}\text{C}$ i perioden juni-september, noe som gir en relativt kort periode hvor det er vann tilgjengelig som spredningsmedium. Normal årsnedbør er lav, omkring 190 mm, med ca. 70 mm innenfor årets frostfrie måneder. I løpet av perioden med frost akkumuleres øvrig nedbør som snø og is, noe som normalt vil gi størst tilgang på vann under smelteperioden på våren/forsommeren. Det antas at øvre jordlag, med noe høyere innhold av finere fraksjoner og organisk materiale, har lavere permeabilitet og holder bedre på vannet enn underliggende grove masser. Med frost i det øvre jordlaget i smelteperioden vil mye av smeltevannet sannsynligvis renne av på terreng til bekker og grøftesystemer, videre til sjø. Kun en mindre andel av smeltevannet forventes å infiltrere til grunnvann. Utover smeltevann vil det i tillegg kunne være enkelthendelser med større nedbørsmengder i frostfri periode.

Grunnundersøkelsene på brannøvingsfeltene i september 2016 viser en klar vertikal fordeling av PFOS og ΣPFAS i jord, med betydelig høyere konsentrasjoner 0-100 cm u.t., sammenliknet med underliggende masser ned til permafrost (jfr. kap. 3.1.2). Mektigheten på aktivt lag vil variere gjennom året, og vil være minst mot slutten av frostperioden (april/mai) og størst mot slutten av frostfri periode (sept/okt). I frostfri periode vil vertikal spredning forekomme i umettet del av aktivt lag med smeltevann og/eller nedbør, mens horisontal spredning vil opptre i mettet sone rett over permafrosten.

Undersøkelsene i september 2016 viste liten mektighet på mettet sone over permafrosten, og flere sjakter fremsto tørre.

Undersøkelser med sjakting i september 2016 ble utført i en periode med antatt tilnærmet maksimal mektighet for aktivt lag. Dyp til permafrost varierte mye innenfor relativt korte avstander, dels også massenes sammensetning. Dyp til permafrost synes avhengig av løsmassenes karakter, der permeable masser gir større dyp til permafrost enn masser med høyere andel finfraksjoner og/eller organisk materiale. Generelt viser undersøkelsene i 2016 overveiende permeable morenemasser, med en tendens til økende innslag av de groveste fraksjonene mot dypet. Denne heterogeniteten både i massefordeling og dybde til permafrost gjør at horisontale spredningsveier ikke kan predikeres ut fra topografiske forhold alene.

4.1 Aktivt brannøvingsfelt

Oppsamling av skum/vann på aktiv BØF skjer innenfor asfaltert område, med sluk på sentralt betongdekke hvor øvingsobjektet er lokalisert (se Figur 1-3 i kap. 1.3). Foruten oppsamling mot nevnte sluk, videre til samletank, har det asfalterte området, inkl. sentral betongplate, underliggende membran. Vann/skum som faller på omkringliggende grusdekket område og fylling, eller på området omkring, infiltrerer i grunnen. Ut fra topografiske forhold forventes horisontal spredning på/i grunnen mot nordøst, samt mot bekkedraget nordvest for feltet. I tillegg til spredning på/i grunnen forventes også direkte spredning utenfor selve øvingsfeltet som følge av at kanonene skyter lenger enn feltets yttergrense. Under undersøkelsene i september 2016 ble denne spredningsmåten observert, da med direkte påføring på terrengoverflaten utover myrområdet og bekkedraget nordvest for feltet. Tilsvarende spredning under øvelse må forventes også i andre retninger, avhengig av hvor det skytes fra, samt vindforhold under øvelse. Det ble ikke påvist PFOS/ Σ PFAS i vegetasjon nordvest på feltet, og undersøkelsene av jord på omkringliggende område viser beskjedne konsentrasjoner (under normverdi) av PFAS i grunnen, med unntak av området ved samletank (BØF 11 og Sj.2) og i ett punkt nedstrøms dette (BØF13).

Høye konsentrasjoner i grunnen ved samletank kan ha sammenheng med søl under tømning over på bil, men antas i hovedsak å ha sammenheng med tidligere praksis (2004-2012) med infiltrasjon i grunnen. Tanken har vært lokalisert på samme sted siden 2004 og frem til i dag (Barlindhaug Consult, 2008). I det lavereliggende punktet BØF13 nordøst for samletanken er det kun påvist Σ PFAS over normverdi i én prøve i øvre jordlag, og i relativt beskjedne konsentrasjoner (176 $\mu\text{g/kg}$). Dette, sammen med øvrige analyser av jordprøver, gir ikke grunn til å forvente stor horisontal spredning i grunnen. Det bemerkes imidlertid at det ikke foreligger prøver fra grunnen under det utfylte området som i dag utgjør selve brannøvingsfeltet.

Vannprøver i bekkedraget mot nordvest, nedstrøms aktiv BØF (BØF1 nedstr., n=9, 07/2013 – 06/2017), viser Σ PFAS over LOQ i 6 av 9 prøver (3 - 107 ng/l), mens det er påvist PFOS over LOQ i kun én prøve (0,4 ng/l). Vann fra rullebanens østre del (Kulvert-RB øst) kommer inn i samme bekkeløp rett nedenfor BØF1 nedstr. Det er her påvist PFOS (23-59 ng/l) og Σ PFAS (72-120 ng/l) i samtlige prøver (n=3, 09/2016 – 09/2017). Tilsvarende ble det lenger ned i samme vannstreng (L1 OV) påvist konsentrasjoner av PFOS (6-13 ng/l) og Σ PFAS (64-240 ng/l) i samtlige prøver (n=3, 09/2016 – 09/2017).

Vannføring ble visuelt vurdert, dels grovt estimert, under prøvetaking. Vannføringen fremsto betydelig lavere i september 2016 og 2017 sammenliknet med juni 2017, med tydelig vannføring i BØF 1 nedstr. i juni 2017, noe som ikke var tilfelle i september 2016 og 2017 (Figur 4-1). Bidraget fra kulvert fra rullebanen (Kulvert-RB øst) syntes å utgjøre hovedandelen av den totale vannføringen i L1 OV i september 2016, mens det relative bidraget fra kulverten var betydelig mindre i juni 2017.

For punktet L1 OV var konsentrasjonen av Σ PFAS i samme størrelsesorden i september 2016 og september 2017 (217 og 240 ng/l) da vannføringen var liten, mens den er betydelig lavere under stor

vannføring i juni 2016 (64 ng/l). Den relativt sett større vannføringen i juni 2016 gir likevel 4-5 ganger høyere transport av PFAS enn i september samme år (grovt estimert til ca. 10 g/mnd. mot ca. 2 g/mnd.). I september 2017, da bekkeløp forbi BØF 1 nedstr. var tørt, var konsentrasjonen av Σ PFAS mer enn tre ganger så høy i L1 OV (240 ng/l) som i Kulvert-RB øst (72 ng/l). Konsentrasjonsøkningen nedover i vannstrengen indikerer derfor at det tilføres PFAS diffust til bekkeløpet mellom de to prøvepunktene. Det er nærliggende å anta at dette bidraget kommer helt eller delvis fra nedlagt brannøvingsfelt, og at bidraget er høyere under smelteperioder på forsommeren enn i tørre perioder på sensommeren. Tilsvarende synes bidrag fra aktiv BØF å øke i våte perioder med (høy) vannføring i bekken, mens bidrag fra kulvert langs rullebanen varierer i mindre grad.



Figur 4-1: Øverste bilder: Bekkeløp fra aktivt brannøvingsfelt (BØF1 nedstr.) i juni 2017 (venstre) og september 2017 (tørt bekkeløp, høyre). Nederste bilder: Vannføring i kulvert fra rullebanen (Kulvert-RB øst) (venstre) og videre nedstrøms i L1 OV (høyre) i juni 2017.

Det bemerkes at estimatene er svært usikre, da de dels er basert på visuell vurdering av vannføring, og kun er gjeldende for prøvetakingstidspunktene, men de indikerer allikevel at spredning fra aktiv BØF via bekken relativt sett er liten. Det bemerkes at det også er påvist Σ PFAS over LOQ i bekken oppstrøms aktiv BØF (BØF1 oppstr.), men kun ved 2 av totalt 7 prøvetakingstidspunkt, og da i lave konsentrasjoner. Det er ikke påvist PFOS over LOQ i dette prøvepunktet.

Med bakgrunn i gjennomført prøvetaking og ovenstående diskusjon er det vurdert at hovedspredningsvei fra aktiv BØF til resipient kommer fra oppsamlet skum fra selve øvingsfeltet. Skum/vann som samles opp føres til samletank via oljeutskiller. Fra samletank går vann/skum over på tankbil, og føres derfra videre til i sjø via utslippsledning som ender på ca. 20 m dyp. Tanken tømmes ifølge Avinor ca. 10 ganger per år, med tømmevolum 15-20 m³ per gang. Snittkonsentrasjon (n=8, 06/2013 - 09/2017) av representative målinger er 36 700 ng PFOS/l og 82 300 ng Σ PFAS/l. Dette gir et estimert årlig utslipp via utslippsledningen på 5-7 g PFOS/år og 20-26 g Σ PFAS/år.

Det tas jevnlig prøver fra utslippsledningen før denne går til sjø (jfr. punktet «Utslippsledning» i Vedlegg 1). Gjennomsnittskonsentrasjon i dette punktet (n=10, 07/2013 – 09/2016) er 1237 ng PFOS/l og 2432 ng Σ PFAS/l. Utslippsledningen fører også (avløps-) vann fra driftsområdet, og det er derfor ikke mulig å skille volumstrøm som skyldes påslipp fra aktiv BØF fra øvrig vannstrøm i utslippsledningen.

4.2 Nedlagt brannøvingsfelt

På nedlagt brannøvingsfelt synes spredningsomfanget å være betydelig større og spredningsveiene mer sammensatt. Ut fra topografiske forhold synes spredning mot nordøst og øst mest sannsynlig, men det er også fall mot bekke drag i sør, på motsatt side av (sør for) Flyplassveien (Figur 4-2). Sistnevnte spredningsvei er usikker ut fra analyseresultatene, men konsentrasjoner og beregnet spredningsmengde av Σ PFAS via bekken, representert ved punktet L1 OV, synes ikke å alene kunne forklares med oppstrøms observasjoner i bekken fra aktivt brannøvingsfelt (BØF1 nedstr.) og vann fra rullebanen (Kulvert-RB øst). Prøveomfanget i L1 OV er imidlertid for lite (n=3) til å kunne konkludere omkring dette, men tilførsel fra nedlagt brannøvingsfelt kan ikke utelukkes.

Vannstrømmer for øvrig er lite definert, ut fra observasjoner i felt i september 2016 og juni/september 2017. SV-NØ-gående grøft nord for øvingsfeltet ender i myrområdet ved punktet Gml. BØF nedstr., før den går sammen med S-N-gående grøft langs veien til sjø. Foruten selve myrområdet fremsto begge grøftene i hovedsak som tørre, men med noe stillestående vann i S-N-gående grøft i september 2017. Kun én sjakt sentralt på feltet (Sj.16) hadde fritt vann over permafrost i september 2016. I tillegg ble det observert vann i Sj.9 nær myrområdet, samt i Sj.12 sørøst for feltet. Øvrige sjakter var tørre. Imidlertid ble det både i september 2016 og september 2017 observert en rekke vannutslag i skråningen mot kullageret i øst som samlet seg til små vannstrenger som endte i mindre dammer på flaten på selve kullagerområdet (Figur 4-3). Vannutslagene, sammen med vann i kun et fåtall sjakter, kan indikere en viss grad av foretrukne strømningsveier i grunnen, og vannstrengene en form for definerte spredningsveier. Vannstrøm videre fra disse dammene fremsto diffus, uten tydelige løp til sjø.

I juni 2017 var det ingen tydelige vannutslag i skråningen ned mot kullageret, og det ble heller ikke observert noen tydelige strømningsveier for avrenning fra nedlagt brannøvingsfelt. Det var

stillestående vann i myrområdet ved Gml. BØF nedstr. og helt tørt videre i grøft langs veien nordover mot sjø. Overflatevann nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt var på dette tidspunktet i stor grad samlet i to større dammer på kullageret, en i sørlig del (Kullager sør 2) og en i nordenden mot sjø (Kullager nord 1) (Figur 4-3). Det antas at disse dammene i stor grad var ansamlinger av smeltevann, hvor mye av smeltevannet hadde rent av på overflaten med lite kontakt med forurensede masser i grunnen.



Figur 4-2: Antatt spredningsmønster fra nedlagt brannøvingsfelt.



Figur 4-3: Øverste bilder: Stillestående vann i myrområde ved Gml. BØF nedstr. (venstre) og stor ansamling av vann på overflaten av Kullager Sør som observert i juni 2017 (høyre). Nederste bilder: Vannutslag og strømningsveier på kullageret, her som observert under forhold med lite vann på Kullager Midt (venstre) og Kullager Sør (høyre) i september 2016.

Resultatene fra undersøkelsene viser påvisninger av PFAS over et bredt område nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt. De klart høyeste konsentrasjonene er funnet >200 m nordøst for brannøvingsfeltet (Kullager Midt), men PFAS er også funnet i vann sørøst for brannøvingsfeltet (Kullager Sør) og helt nord mot sjø (Kullager Nord). Påvisning av Σ PFAS over LOQ i strandbiota (*Gammaruss sp.*, Lokalitet 2 og 6), i fisk og i marint sediment (L1 Sed) bekrefter spredning til sjø i øst. Om dette skyldes diffus spredning langs hele strandsonen og/eller bidrag fra bekkeutløpet i sør er usikkert, men årsaken er sannsynligvis en kombinasjon av disse. Det er også påvist Σ PFAS over LOQ i sediment i nordgående overvannsgrøft, i fisk og i sjøsediment ved utløpet av overvannsgrøfta (L2 Sed), nær 600 m nord for brannøvingsfeltet. Overvannsgrøfta var i hovedsak tørr og hadde ikke synlig utløp på prøvetakingstidspunktene. Unntaket var rett nedstrøms myrområdet ved punkt Gml. BØF nedstr., et punkt hvor det har vært påvist Σ PFAS over LOQ på samtlige prøvetakingstidspunkt. Det er også påvist PFAS over LOQ i terrestrisk biota i det samme området.

Oppsummert viser undersøkelsene spredning av PFAS mot sjø, med spredning mot nord, øst og sørøst, muligens også mot bekke drag i sør. Sistnevnte spredningsretning er imidlertid noe usikker og antas relativt begrenset sammenliknet med øvrige spredningskomponenter. Ut fra observasjoner i felt i 2016 og 2017, sammen med foreliggende analyseresultater, synes hovedretning for spredning fra nedlagt brannøvingsfelt å være mot øst og nordøst. Vannregimet mellom nedlagt brannøvingsfelt og sjø, særlig i område for kullager, fremstår svært variabelt mellom de ulike prøvetakingstidspunktene, tidvis med små vannstrenger i overflaten og store dammer på kullageret, og tidvis nesten uten vann i overflaten. Videre vanntransport fra dammene mot sjø synes i all hovedsak å gå diffust i grunnen, bl.a. gjennom vegfylling for veg mot kaianlegget.

Det har derfor ikke vært mulig å etablere målepunkter med sikker vannføring som kan følges over tid, og prøvene er i all hovedsak tatt av stillestående vann tilgjengelig på de ulike prøvetakingstidspunktene. Stor geografisk variasjon i påviste konsentrasjoner, store variasjoner i vannregime over relativt korte tidsrom, samt at årsakene til svært høye konsentrasjoner i overflatevann på Kullager Midt ikke er fullt ut forstått, medvirker til at et spredningsestimat ville hatt svært stor usikkerhet. Det er derfor vektlagt konseptuell forståelse og visualisering av spredningsmønstre fremfor estimat av spredningsmengder.

Svært høye konsentrasjoner av Σ PFAS i enkelte av vannprøvene fra kullageret tyder på spredning av PFAS i grunnen i nordøstlig retning via kullageret og videre ut mot sjø. Selv om det er påvist lave konsentrasjoner i kullprøvene (kun prøver fra et punkt på Kullager Midt), kan det allikevel ikke utelukkes at kullageret potensielt kan ha fungert som en barriere/bindingsmedium for PFAS over tid.

5 Resipientvurdering

Ahrens m. fl. (2016) konkluderer med at PFAS er allestedsnærværende på Svalbard som følge av en kombinasjon av lokale kilder (avløpsvann, avfallsdeponi, brannøvingsfelt) og langtransportert forurensning, herunder atmosfærisk avsetning og tilførsler via havstrømmer. Dominans av PFOS og 6:2 FTS i jordprøver på brannøvingsfeltet viser PFAS med opprinnelse i bruk av brannskum (AFFF), og analyser av smeltevann nedstrøms brannøvingsfeltet viste opptil 20x høyere konsentrasjon av Σ PFAS, samt en langt høyere andel perfluorsulfonater (PFSA) og fluortelomersulfonater (FTS), enn smeltevann ved lokaliteter andre steder i undersøkelsesområdet. Ahrens m. fl. (2016) konkluderer med at dette viser transport av PFAS fra områder forurensset med brannskum via smeltevann til sjø. Oppsummert viser undersøkelsene at lokale kilder er dominerende der disse forekommer, men at langtransport forurensning bidrar som diffus kilde til totalbelastning på resipient.

Datagrunnlaget for resipient (Adventfjorden) omfatter analyseresultater for sedimentprøver (n=13) og strandbiota (bunndyr: n=4, vegetasjon: n=4), samt fisk (n=30). Resultater for sedimentprøvene fra strandsonen nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt viser konsentrasjoner av Σ PFAS på opp til 2,8 $\mu\text{g/kg}$, tilsvarende tilstandsklasse 3 iht. gjeldende klassegrenser for marint sediment (M-608/2016). Det er ikke påvist PFAS i sedimentprøver fra antatt upåvirkede referansepunkter. Det er påvist konsentrasjoner av PFOS rett over kvantifiseringsgrensen (LOQ) i strandbiota (*Gammarus sp.*) øst for nedlagt brannøvingsfelt (L1-2 og L6-1). Det er ikke påvist andre PFAS i disse prøvene, og det er heller ikke påvist PFAS i biotaprøver fra antatt upåvirkede referansepunkter. I utløpsområdet for utslippsledningen, der vann/skum fra samletanken på aktivt brannøvingsfelt slippes via oljeutskiller til sjø, er det ikke påvist PFAS i verken sediment, biota og vann ved utløp av utslippsledning.

Fiskearten vanlig ulke, som er valgt ut som indikatorart for PFAS i biota, er en utpreget stasjonær bunnfisk som ofte danner lokale populasjoner. Vanlig ulke er en bunnfisk som forekommer på nesten all slags bunn der den lever av fisk, krepsdyr og børstemark. Arten lever som regel på 0-25 meters dyp, men kan finnes dypere. Den er som nevnt stasjonær og foretar kun meget korte vandringer, noe som medfører at fiskene som er prøvetatt i sjøen nedstrøms brannøvingsfeltene mest sannsynlig har levd i det samme området som der de ble fanget gjennom hele sitt livsløp. Arten må forventes å være blant fiskeartene som finnes i området som i størst grad er eksponert og er derfor egnet som indikator for eksponering av PFAS. Resultatene fra analyser av PFAS i vanlig ulke viser at alle prøver ved de to stasjonene i strandsonen hadde konsentrasjoner av PFOS og Σ PFAS ($\mu\text{g/kg}$) som lå lavere enn miljøkvalitetsstandarden QS_{biota} (9,1 $\mu\text{g/kg}$). Dette gjaldt for både muskelprøver, men også i leverprøver, der en forventer de høyeste konsentrasjonene.

På forespørsel fra Avinor har Mattilsynet vurdert risiko for menneskelig helse basert på analyseresultatene fra fiskeundersøkelsene. Mattilsynets vurdering (2018) er gjengitt under:

«På bakgrunn av undersøkelsen av PFAS-forbindelser, og særlig PFOS, i fiskemuskel (ulker) ved Svalbard lufthavn, Longyearbyen, vurderer Mattilsynet at nivåene av PFAS-forbindelser er så lave at de ikke representerer noen problem for mattryggheten».

6 Alternative oppryddingstiltak

Analyseomfanget gir ikke grunnlag for sikre estimater av spredningsmengder. Vurderingen gitt i kap. 4 tyder imidlertid på at spredningsmengden kan ha vært stor på nedlagt brannøvingsfelt, at mye kan ha blitt spredd som overflateavrenning i perioder med fortsatt frost i øvre jordlag, og at det geografiske omfanget av spredningen via vann er stort også i dag. Videre viser beregningene i Tabell 3-1 og Tabell 3-2 (kap. 3) at det er betydelig større mengder PFAS på dette feltet sammenliknet med aktivt øvingsfelt som benyttes i dag. Tiltak på nedlagt brannøvingsfelt anses derfor å ville ha betydelig større effekt på fremtidig spredning til resipient, sammenliknet med tiltak på aktivt brannøvingsfelt. Dette under forutsetning at det kun anvendes fluorfritt skum på aktivt øvingsfelt i dag og i fremtiden.

Vann er sentralt for spredning av PFAS fra brannøvingsfeltene, både på overflaten og som mettet strømning i grunnen, og et effektivt tiltak vil i så måte være å hindre kontakt mellom forurensede masser og vann. Innledningsvis er det vurdert egnethet av en rekke forskjellige tiltaksløsninger, iht. kjent litteratur, pilotskala- og fullskalaforøk, med dokumentert positiv effekt på rensing av PFOS/PFAS (se Vedlegg 8). Kontrollert oppsamling og rensing av vann synes utfordrende som følge av spesielle grunnforhold og klima, herunder varierende massetyper, permafrost, sesongmessige variasjoner og generelt lite nedbør. Innledende vurderinger viser at tiltak i form av oppgraving og ekstern deponering, tildekking, eller vasking av jord i mobilt anlegg, er mest aktuelle for brannøvingsfeltene på Svalbard. Det er i tillegg aktuelt med vannrensetiltak på det begrensede volumet vann og skum som årlig samles opp på aktivt brannøvingsfelt. Det bør her også sikres at ingen aktører bruker fluorholdig skum ved øvingsaktivitet på feltet.

Som del av tiltaksløsning(er) bør overvåkning inkluderes og rettes mot akseptkriteriene som skisseres for området (kap. 8).

6.1 Aktivt brannøvingsfelt

Analyser fra samletanken, og dagens praksis med utslipp fra denne til sjø, gir estimert spredning til sjø på ca. 5-7 g PFOS/år og ca. 20-26 g Σ PFAS/år. Årsaken til at det påvises PFAS i tanken er ikke klarlagt. Tiltak for å begrense eller stanse spredningen kan ha en trinnvis tilnærming:

- a) Supplerende undersøkelser for å avdekke kilden. Dersom denne avdekkes bør tiltak rettes mot denne, og følges opp med overvåkning av vannkvaliteten i samletanken, for dokumentasjon av effekten av tiltaket. Brannbiler stasjonert på Svalbard lufthavn er prøvetatt for PFAS i skumblanding fra bilenes sideuttak og analyseresultatene viser varierende konsentrasjoner av PFOS (<0,1-147 $\mu\text{g/l}$) og Σ PFAS (n.d. – 156 $\mu\text{g/l}$). Dette kan indikere at tiltak rettet mot rengjøring av materiell som tidligere har benyttet skum med innhold av PFOS/PFAS vil redusere spredning av disse stoffene. Det kan også ligge rester av PFOS/PFAS i betongkonstruksjoner på øvingsplattformen, som blant annet rapportert for

brannøvingsfeltet ved Rygge flystasjon (Amundsen m.fl. 2016) og flere andre lufthavner (NGI, 2017).

- b) Dersom kilden ikke avdekkes, og/eller at tiltak rettet mot denne ikke kan anbefales ut fra en kost-/nyttebetraktning, kan det settes inn rensetrinn for vann fra samletanken, før dette slippes til sjø via utslippsledningen. Et slikt rensetrinn kan etableres på feltet som en containerløsning med aktivt kullfilter. Dette er skissert ved å supplere eksisterende oljeutskiller og fordrøyningstank med pumpe, forfilter og seriekoblede kullfiltre. Renset vann magasineres i en utjevningstank på 18 m³ for avhenting. Anlegget plasseres i en container på ferdig planert tomt. Det legges til grunn at anlegget driftes inntil kilden til forurensingen er kartlagt og annet tiltak kan settes inn. For kostnadsvurderingene er det lagt til grunn en driftsperiode på maksimalt 15 år.

Avinor gjennomførte i 2015-2016 et pilotforsøk på rensing av vann fra samletanken på aktivt brannøvingsfelt. Løsningen var utformet med forfilter for fjerning av olje og påfølgende kullfiltre (2 stk.) for fjerning av PFAS, og analyseresultatene (n=2) viser rensegrad på over 90 % for de fleste enkeltforbindelser (enkeltforbindelser påvist under kvantifiseringsgrense (LOQ) etter rensetrinn, ble her satt lik halve kvantifiseringsgrensen ved beregninger av rensegrad). Erfaring fra pilotforsøket og tilsvarende løsninger andre steder tilsier god renseeffekt og forventes å kunne gi en relativt sett betydelig reduksjon i årlig spredningsmengde.

Avinor har tidligere innhentet informasjon fra leverandør av tilsvarende renseløsning som ligger til grunn for vurderingen. Her ble det oppgitt en rensegrad på 85-99,8% avhengig av vannets sammensetning. Med antatt gjennomsnittlig innløpskonsentrasjon på ca. 37 000 ng PFOS/l tilsvarende dette en utløpskonsentrasjon på ca. 85-5500 ng/l. Gitt usikkerhet i anslått spredningsmengde i dag forventes tiltaket å fjerne i størrelsesorden 6±1 gPFOS/år og 21±5 gPFAS/år.

Det er avdekket PFAS-forurensing i jord. Det er estimert en mengde på ca. 0,5±0,2 kg ΣPFAS i jord, som i all hovedsak er knyttet til øvre meter innenfor et begrenset areal i området ved samletank. Effekt av en eventuell bortgraving vil således være svært begrenset sammenliknet med tiltak på nedlagt øvingsfelt.

6.2 Nedlagt brannøvingsfelt

Det er i det følgende skissert tre ulike tiltak på nedlagt brannøvingsfelt;

- A. Oppgraving og deponering
- B. Tildekking (capping)
- C. Vasking av masser med tilbakelegging

For hvert tiltak er det skissert ulike omfang basert på konsentrasjonskriterier i jord; hhv. (1) 30 µg/kg, (2) 100 µg/kg og (3) 500 µg/kg (Tabell 6-1).

Tabell 6-1: Oppsummerte tiltaksalternativer for nedlagt brannøvingsfelt.

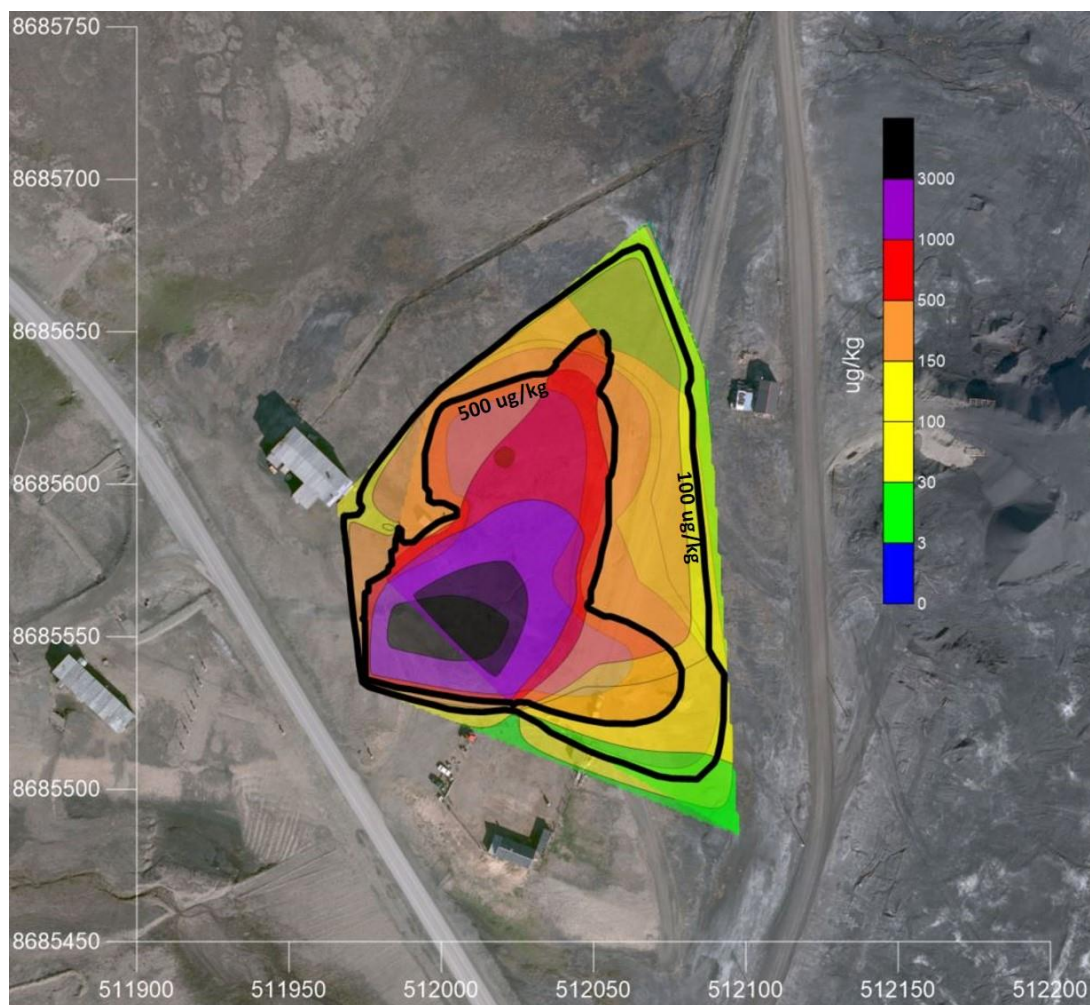
Tiltaks- grense	A	B	C
	Utgraving m/ekstern deponering	Tildekking	Jordvasking m/ tlbakelegging
30 ug/kg	A1	B1	C1
100 ug/kg	A2	B2	C2
500 ug/kg	A3	B3	C3

Omfang tar utgangspunkt i interpolert konsentrasjonsfordeling, basert på utført prøvetaking og analyser for PFOS og Σ PFAS i jord, som vist i Figur 3-8 - Figur 3-11. Datagrunnlaget gir ikke grunnlag for en entydig avgrensning av forurensingsomfanget for noen av konsentrasjonskriteriene. En oppsummert vurdering av datasettets avgrensning av forurensning innenfor hvert av de tre konsentrasjonskriteriene er gitt i Tabell 6-2.

Tabell 6-2: Oppsummert vurdering av datasettets avgrensning av PFOS/ Σ PFAS innenfor de to dybdeintervallene, hhv. 0-100 cm og 100 cm-permafrost (pfr).

	30 ug/kg	100 ug/kg	500 ug/kg
PFOS 0-100 cm	Ikke avgrenset	Avgrenset	Avgrenset
PFAS 0-100 cm	Ikke avgrenset	Dels avgrenset	Dels avgrenset
PFOS 100 cm-pfr	Dels avgrenset	Dels avgrenset	Avgrenset
PFAS 100 cm-pfr	Ikke avgrenset	Ikke avgrenset	Avgrenset

Der avgrensning er mangelfull, legges det til grunn at hele det undersøkte området for hhv. PFOS og Σ PFAS i hvert dybdeintervall blir gjenstand for tiltak. For eksempel, dersom interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS og Σ PFAS (hhv. Figur 3-8 og Figur 3-10) legges over hverandre fremgår det at det ikke er en samlet avgrensning ned til 30 µg/kg (Figur 6-1).



Figur 6-1: Tiltaksomfang 0-100 cm for kriteriene 500 µg/kg og 100 µg/kg (sorte linjer), basert på samlet utbredelse av PFOS og ΣPFAS (Figur 3-8 og Figur 3-10 lagt oppå hverandre). Tiltaksomfang for 30 µg/kg tilsvarer hele det undersøkte området grunnet mangelfull avgrensing.

Det legges da til grunn at tiltaksomfanget på 0-100 cm dyp som minimum skal favne hele det undersøkte området, slik det fremgår samlet av de to nevnte figurene. I det samme dybdeintervallet er forurensing over 500 µg/kg godt avgrenset, mens det bare er delvis avgrenset for ΣPFAS, samt at interpolert området ikke har samme arealmessige utstrekning for hhv. PFOS og ΣPFAS (grunnet manglende analyser av ΣPFAS i enkelte punkter i tidligere undersøkelser). Det er da det samlede arealet som legges til grunn for tiltaksomfang for det gitte kriteriet i dette dybdeintervallet, for å sikre at tiltaksomfanget blir stort nok. Det er dette samlede arealet som også er grunnlaget for beregning av mengden PFOS og ΣPFAS som fjernes/immobiliseres innenfor de gitte kriteriene. Tilsvarende metodikk er også benyttet for dybdeintervall 100 cm til permafrost. I sistnevnte dybdeintervall er omfang av analyserte prøvepunkter og interpolert utbredelse betydelig mindre enn i øvre meter.

Areal og volum for ulike tiltaksomfang, gitt de tre ulike konsentrasjonskriteriene, er oppsummert i Tabell 6-3.

Tabell 6-3: Estimerte arealer innenfor gitte kriterier for tiltak innenfor de to dybdeintervallene, hhv. 0-100 cm og 100 cm-permafrost (pfr).

Tiltaks- grense	Totalt areal		Totalt volum	
	0-100 cm	100 cm-pfr	0-100 cm	100 cm-pfr
	m ²	m ²	m ³	m ³
30 ug/kg	16950	7250	16950	6525
100 ug/kg	14650	7250	14650	6525
500 ug/kg	6940	1500	6940	1350

Det fremgår av mengdeberegningene gitt i Vedlegg 4 at >90 % av kjent forurensning ligger i intervallet 0-100 cm u.t., og at tiltak i dette dybdeintervallet derfor forventes å ha størst effekt. For de ulike tiltaksomfangene er det estimert nytte, gitt som antall kg PFAS fjernet gjennom tiltaket.

For kriteriet 500 µg/kg gir datasettet relativt god avgrensing for både PFOS og ΣPFAS i begge dybdeintervall. Estimert mengde PFOS/ΣPFAS fjernet/immobilisert gjennom tiltaket er oppsummert i Tabell 6-4

Tabell 6-4: Estimert fjernet mengde PFOS og ΣPFAS for ulike dybdeintervaller, gitt at alt over 500 µg/kg er gjenstand for tiltak. Estimert restmengde er relativ til estimert mengde innenfor undersøkt område før tiltak (pfr = permafrost).

500 ug/kg		Mengde (kg)		
		Lav	Middel	Høy
Fjernet	PFOS 0-100 cm	3,4	6,1	8,8
	ΣPFAS 0- 100 cm	7,1	12,8	18,5
	PFOS 100 cm - pfr	0,1	0,6	1,0
	ΣPFAS 100 cm - pfr	0,1	0,5	0,9
Rest	PFOS 0-100 cm	2,8	3,5	4,2
	ΣPFAS 0- 100 cm	7,1	9,3	11,6
	PFOS 100 cm - pfr	0,5	0,4	0,4
	ΣPFAS 100 cm - pfr	0,9	1,1	1,3

For kriteriet 100 µg/kg gir datasettet god avgrensing for PFOS, og delvis avgrensing for ΣPFAS i øvre meter, mens avgrensingen er mangelfull for ΣPFAS i nedre del av jordprofilen. Dette innebærer at tiltaket minst må favne all kjent forurensning i dypere jordlag, og dermed vil fjerne/immobilisere all kjent forurensning i dette dypet, og at det vil ligge igjen en ukjent mengde utenfor det undersøkte området, med lavere konsentrasjoner og ukjent utbredelse. For tiltak i øvre meter innenfor 100 µg/kg vil tiltaket måtte dekke nær all kjent arealmessig utbredelse av PFOS og ΣPFAS i dette dybdeintervallet. Estimert mengde PFOS/ΣPFAS fjernet/immobilisert gjennom tiltaket er oppsummert i Tabell 6-5.

Tabell 6-5: Estimert fjernet mengde PFOS og Σ PFAS for ulike dybdeintervaller, gitt at alt over 100 $\mu\text{g/kg}$ er gjenstand for tiltak. Estimert restmengde er relativ til estimert mengde innenfor undersøkt område før tiltak (pfr = permafrost).

100 $\mu\text{g/kg}$		Mengde (kg)		
		Lav	Middel	Høy
Fjernet	PFOS 0-100 cm	6,0	9,5	13,0
	Σ PFAS 0- 100 cm	12,7	20,0	27,3
	PFOS 100 cm - pfr	0,6	1,0	1,3
	Σ PFAS 100 cm - pfr	1,0	1,6	2,2
Rest	PFOS 0-100 cm	0,1	0,1	0,0
	Σ PFAS 0- 100 cm	1,5	2,1	2,8
	PFOS 100 cm - pfr	0,0	0,0	0,0
	Σ PFAS 100 cm - pfr	0,0	0,0	0,0

For kriteriet 30 $\mu\text{g/kg}$ gir datasettet så mangelfull avgrensning at minimum hele det undersøkte området innenfor hvert dybdeintervall må fjernes. Dvs. at all kjent PFOS/ Σ PFAS fjernes gjennom tiltaket (Tabell 6-6). Det innebærer at det vil ligge igjen en ukjent mengde utenfor det undersøkte området, med lavere konsentrasjoner og ukjent utbredelse.

Tabell 6-6: Estimert fjernet mengde PFOS og Σ PFAS for ulike dybdeintervaller, gitt at alt over 30 $\mu\text{g/kg}$ er gjenstand for tiltak. Estimert restmengde er relativ til estimert mengde innenfor undersøkt område før tiltak (pfr = permafrost).

30 $\mu\text{g/kg}$		Mengde (kg)		
		Lav	Middel	Høy
Fjernet	PFOS 0-100 cm	6,1	9,6	13,0
	Σ PFAS 0- 100 cm	14,2	22,1	30,1
	PFOS 100 cm - pfr	0,6	1,0	1,4
	Σ PFAS 100 cm - pfr	1,0	1,6	2,2
Rest	PFOS 0-100 cm	0,0	0,0	0,0
	Σ PFAS 0- 100 cm	0,0	0,0	0,0
	PFOS 100 cm - pfr	0,0	0,0	0,0
	Σ PFAS 100 cm - pfr	0,0	0,0	0,0

6.2.1 Oppgraving og deponering

Estimatene gitt i Tabell 6-4 - Tabell 6-6, sammenholdt mot estimerte mengder i jord før tiltak, gitt i Tabell 3-2, indikerer at de tre tiltaksomfangene (30 $\mu\text{g/kg}$, 100 $\mu\text{g/kg}$ og 500 $\mu\text{g/kg}$) vil fjerne hhv. 10,6 $\pm$ 3,8 kg, 10,5 $\pm$ 3,8 kg og 6,7 $\pm$ 3,1 kg PFOS, og ca. 23,7 $\pm$ 8,5 kg, 21,6 $\pm$ 7,9 kg og 13,3 $\pm$ 6,1 kg PFAS, noe som tilsvarer en rensegrad for PFOS på hhv. 100 %, 99 % og 63 %, relativt til estimerte/kjente PFOS -mengder innenfor undersøkt område før tiltak. Usikkerhetene i fjernet mengde følger av de usikkerheter som er estimert for gjenværende mengde før tiltak (se Vedlegg 4 for metodebeskrivelse). Det fremgår videre av Tabell 6-4 - Tabell 6-6 at den største effekten, gitt som antall kg PFOS/ Σ PFAS

fjernet gjennom tiltakene, er tiltak i øvre meter. Dette som følge av at det er her det største forurensingsområdet er før tiltak.

6.2.2 Tildekking (capping)

Tildekking (capping) er en alternativ tiltaksform som kan utformes med samme variasjon i utstrekning og samme forventede effekt (reduksjon i fremtidig spredningspotensial) som skissert for bortgraving og deponering. Det legges opp til vann- og frostbestandig geomembran som langs yttergrensen graves ned i permafrost for innfrysing, dette for å hindre horisontal transport av vann inn i tiltaksområdet. Membranen overdekkes med rene masser, og det fylles finstoffholdige masser der membran går ned i permafrosten for å sikre innfrysing. Membran forventes å ha levetid på >100 år, men i et lengre perspektiv må det påregnes utskifting av membran for å ivareta ønsket effekt. Uten vedlikehold i all fremtid vil tiltak med tildekking kun utsette en fremtidig spredning tilsvarende tiltakets levetid.

6.2.3 Vasking og tilbakelegging

Ved bruk av mobilt vaskeanlegg graves forurensede masser ut i samme omfang, og etter samme kriterier som skissert for bortgraving for deponering. Massene kjøres gjennom mobilt vaskeanlegg og legges tilbake i tiltaksområdet. Restkonsentrasjon av PFOS i vaskede masser oppgis av leverandør til <30 µg/kg PFOS. Finstoffraksjonen (leir/silt) tas ut som filterkaker med anslått tørrstoffinnhold på ca. 50 %. Filterkakene (anslått til ca. 10 % av total mengde), sammen med PFOS-holdig kull fra tilhørende vannrenseanlegg (anslått til 180 tonn), tas ut for transport og deponering på fastlandet. Uttransportert masse i form av filterkaker erstattes av rene masser for gjenvinning.

For tiltak med mobilt vaskeanlegg vil total effekt av tiltaket påvirkes av renseeffekten som oppnås i selve vaskeprosessen, da massene legges tilbake etter vasking med en restforurensing. Effekten, målt som kg PFOS/ΣPFAS fjernet gjennom tiltaket, vil således bli noe lavere enn for de to øvrige tiltaksalternativene. Med tilbakelegging av vaskede masser med restforurensing tilsvarende 30 µg/kg, forventes det at de tre tiltaksomfangene med mobilt vaskeanlegg (30 µg/kg, 100 µg/kg og 500 µg/kg) minimum vil fjerne hhv. ca. 9,4±3,8 kg, 9,5±3,8 kg og 6,2±2,1 kg PFOS, og ca. 22,6±8,5 kg, 20,6±8,9 kg og 12,9±6,1 kg PFAS, noe som tilsvarer en rensegrad for PFOS på 89 % for de to største tiltaksomfangene og 54 % for det minste omfanget, relativt til estimerte/kjente PFOS -mengder før tiltak.

7 Kostnadsberegninger for vurderte tiltak

Kalkylen bygger på innledende grunnprinsipper gitt i den beskrevne metode for kalkyle og usikkerhetsanalyse som Finansdepartementet stiller som krav for store statlige prosjekter. Fordi det er et skisseprosjekt med høy grad av usikkerhet samt at tiltaksløsning ikke er valgt, omfatter kalkylen per i dag entreprisestkostnader og felleskostnader til grunnkalkyle, samt forslag til basiskalkyle og forventningsverdi (P50) basert på erfaringstall. Basiskostnaden er den kostnaden som fremkommer ved tradisjonell estimering og erfaringstall uten vurdering av usikkerhet. Forventet kostnad er uttrykket for hvor mye det er ventet at prosjektet skal koste når det er fullført. Det er samme sannsynlighet for at forventet kostnad enten kan underskrides eller overskrides (P50-verdi).

Målet med kalkylearbeidet er å synliggjøre mulige kostnadsvariasjoner mellom ulike tiltaksløsninger som kan bidra til valg av foreslått tiltak basert på kost-/nytte vurdering. Kalkylene er beheftet med stor usikkerhet og det er tatt en rekke forutsetninger som vil bli redusert i en senere fase blant annet når prøvetettheten er høyere. Noen av forutsetningene er gitt under.

- Tiltaksløsningen er basert på et gjennomsnitt av eksisterende analyser som for de ulike løsmassene på brannøvningsfeltet, herunder fyllmasser, torv og sandig silt
- Det er ikke gjennomført utlekkingstester, målinger av TOC innhold, kornfordeling eller pilottester av noen løsningsforslag
- Det er forutsatt at det ikke ligger nedgravd infrastruktur eller andre installasjoner som kommer i konflikt med foreslåtte løsninger
- Det er forutsatt uendret arealbruk for de aktuelle tiltaksområdene

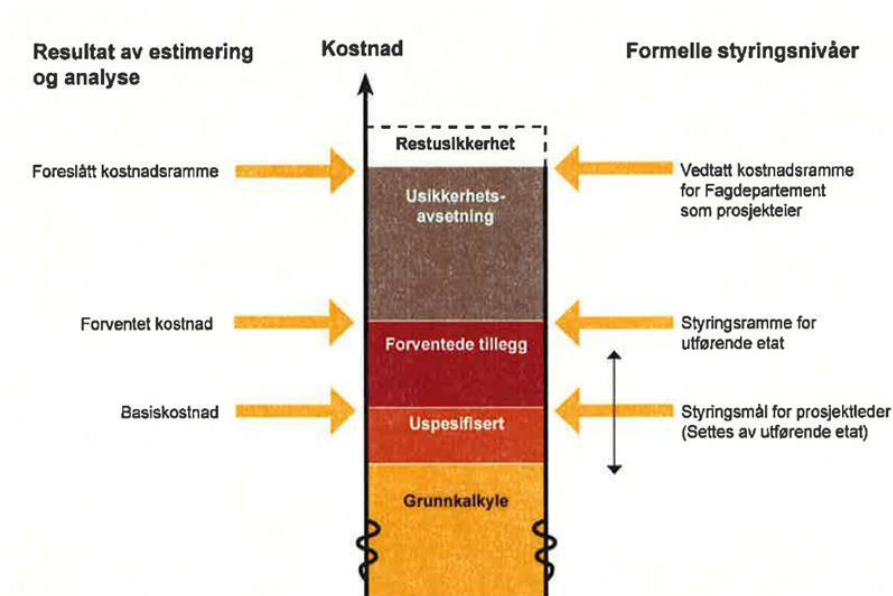
Grunnkalkylen er basert på en forenklet versjon av anbudsbeskrivelse med priser fra Norsk Prisbok 2015. De postene i tiltaksløsningene som ikke er beskrevet i Norsk Prisbok er hentet enten fra erfaringstall eller mer usikre estimater. Basiskalkylen består av en grunnkalkyle med definerte poster og mengder eller rundsumposter, samt uspesifiserte kostnader. Sistnevnte er kostnader vi vet vil komme, men som vi nødvendigvis ikke kan sette navn på.

Følgende kostnader til basiskalkylen er ikke inkludert:

- Generelle kostnader. Denne posten inkluderer byggherres kostnader til administrasjon, samt i prosjekterings- og anleggsfase. Posten inkluderer også driftskostnader for lufthavnen ved egen oppfølging av anlegg og drift.
- Generelle kostnader. Utgifter til prosjektering og rådgivende ingeniører
- Spesielle kostnader

Alle priser er uten MVA. Gitt de omfattende usikkerhetene, bør forelagte kalkyler ikke benyttes som grunnlag for budsjettavsetninger eller lignende.

Skjematisk fremstilling av trinnvis oppbygning av kalkylen er gitt i Figur 7-1.



Figur 7-1: Utdrag fra Finansdepartementets veileder nr. 2.

Usikkerhetsavsetning - 85%

Usikkerhetsavsetningen eller prosjektreserven er definert som avsetning for å oppnå sikkerhet mot overskridelse av en gitt kostnadsramme. Kostnadsrammen er i denne sammenheng definert som et kostnadstall som det er 85 % sannsynlighet for ikke blir overskredet (P85-verdi). Restusikkerheten utgjør dermed 15 %. Skisseprosjektet er beheftet med store usikkerheter og det er derfor valgt og å kun anvende forventet kostnad (P50) som grunnlag for kostnads- og nytteberegninger.

7.1 Kostnads- og nyttevurdering

Kost-nytte vurderingen tar sikte på å estimere kostnad pr kg redusert utslipp av PFOS. Det ideelle ville være å beregne den samfunnsøkonomiske kostnaden utslippene av PFOS forårsaker, og sammenligne disse med kostnadene for å oppnå reduksjon i utslipp, men det finnes for lite informasjon om effektene av PFOS til å kunne gjøre en slik analyse.

Det er tatt utgangspunkt i investeringskostnaden og årlige driftskostnader for de forskjellige alternativene, og beregnet nåverdien av kostnadene over prosjektenes levetid.

I samfunnsøkonomiske analyser av offentlige prosjekter i Norge, brukes normalt et 4% realavkastningskrav, og dette er brukt for å beregne nåverdien av investeringskostnaden. Den nåverdikostnaden som kommer fram som et resultat av dette blir så delt på forventet redusert utslipp for å komme fram til kostnad pr redusert kg utslipp av PFOS i løpet av perioden.

Nytte er her anvendt om kg PFOS fjernet fra kretsløpet i løpet av tiltakenes levetid.

For å kunne gjøre en økonomisk sammenligning av alle alternativene er det gjennomført en forenklet LCC-analyse. Krav til investering, fremtidige drifts- og vedlikeholdskostnader samt levetidsbetraktninger har betydning når en skal sammenligne de totale levetidskostnadene - og dermed årskostnadene. Her sees kostnaden over hele levetiden samlet, hvilket gir et mer korrekt bilde av verdien på investeringen (nåverdien).

For alternativ A-C er det beregnet 100 års levetid. For alternativ D – renseanlegg er det regnet 15 års levetid og at anlegget ikke reinvesteres etter dette. Alle tiltakene er satt til en restverdi på null etter levetiden.

Fremtidige drifts- og vedlikeholdskostnader er blitt diskontert ned til nåverdi, og sammen med prosjektkostnadene ved bygging fremkommer således levetidskostnadene (LCC-kostnadene).

Kalkulasjonsrenten som brukes i beregningene av lønnsomhet ved langsiktige investeringer i infrastruktur, består av en risikofri rente og et risikotillegg. Finansdepartementet oppgir i et rundskriv at det for mindre prosjekter skal benyttes en risikofri rente på 2,0 % p.a. og et risikopåslag på 2,0 % p.a. Det er lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 4,0 % p.a. for denne analysen.

7.1.1 Aktivt brannøvingsfelt

For aktivt brannøvingsfelt er det utført kostandsberegninger for kun ett alternativ; rensing av kjent utslipp av oppsamlet vann fra feltet.

7.1.1.1 Forutsetninger

For beregning av kostnader til denne løsningen ligger tilbud fra leverandør (2015) på renseløsning ved det aktive brannøvingsfeltet til grunn. Forventet levetid for denne typen anlegg er 15 år. Rensing av oppsamlet vann er å anse som et midlertidig tiltak inntil kilden til forurensingen er kartlagt tilstrekkelig til at andre tiltak kan vurderes og kostnadssettes. Det forutsettes at en slik kartlegging er utført, og andre permanente tiltak satt inn, innenfor anleggets levetid. Det er derfor ikke lagt inn reinvestering utover anleggets levetid. Det er i tilbudet fra leverandør ikke skissert hvordan slammet fra forfilteret skal håndteres og kalkylen er derfor supplert med en slamtank på 20 m³ og avhenting av dette slamvannet årlig. Anlegget er tenkt driftet i 15 år, og for god drift og rengjøring er det inkludert tilførsel med vann til tomten og at gråvannet etter bruk føres til utjevningsbassenget og renses med det øvrige vannet.

Det antas at det er folk til stede når anlegget er i drift. Det antas videre behov for kullskifte en gang pr. år. Men dette avhenger sterkt av partikkelinnhold i innløpsvannet samt ønsket utløpskonsentrasjon av PFOS.

Forventet effekt vil avhenge av estimert utslipp før rensing, samt av faktisk renseeffekt i anlegget. Innhentet tilbud fra leverandør oppgir forventet renseeffekt i anlegget i størrelsesorden 85-99,8 %,

avhengig av vannkvaliteten inn i anlegget. Estimert utslipp i dag er oppsummert i Tabell 3-1, mens forventet effekt av tiltaket er oppsummert i Tabell 7-1.

Tabell 7-1: Forventet årlig effekt ved rensing av oppsamlet vann på aktivt brannøvingsfelt.

	Fjernet PFOS per år (kg)		
	Liten	Middels	Høy
PFOS	0,0047	0,0060	0,0073
ΣPFAS	0,0168	0,0216	0,0264

I løpet av tiltakets levetid på 15 år vil tiltaket fjerne i størrelsesorden 0,09±0,02 kg PFOS og 0,33±0,07 kg PFAS.

Investerings- og kostnadsforutsetningene er gitt i Tabell 7-2. Beregnet nåverdi for tiltaket, uten reinvestering etter anleggets levetid på 15 år, er ca. 9 MNOK. Dette gir en kostnad i størrelsesorden 82-129 MNOK/kg PFOS og 23-36 MNOK/kg PFAS, avhengig av oppnådd rensegrad og usikkerhet i dagens utslippsmengde.

Tabell 7-2: Investerings- og kostnadsforutsetninger for vannrensing av oppsamlet vann ved aktivt brannøvingsfelt.

Brukstid		15 år		Annuitetsfaktor:		0,0899411		
Kalkulasjonsrente:		4 %						
VANNRENSING AKTIVT BØF		Kostnad ved tidsp. t		Årlige kostnader	Diskont.-faktor I	Diskont.-Faktor II	Nåverdi	Årskostnad
		Tidspkt. t	Kostnad					
11	INVESTERINGSKOSTNAD							
	Forventet total investeringskostnad	0	779655		1	11,12	779655	70123
1	INVESTERINGSKOSTNAD						779655	70123
31	DRIFT OG VEDLIKEHOLD						8213589	738739
	Drift, vedlikehold og innsatsmidler			738739	1	11,12	8213589	738739
3	DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDKOSTNADER						8213589	738739
41	UTSKIFTING						0	0
		20			0,46	11,12	0	0
4	UTSKIFTINGS- OG UTVIKLINGSKOST.						0	0

7.1.2 Nedlagt brannøvingsfelt

For det nedlagte brannøvingsfelt er det utført kostnadsberegninger for tre tiltaksalternativer; A) bortgraving og ekstern deponering på fastlandet, B) tildekking med tett membran og C) oppgraving og vasking i mobilt vaskeanlegg med tilbakelegging av vaskede masser. For hvert av tiltaksalternativene er det beregnet kostnader for tre ulike omfang hvor restkonsentrasjon i jord utenfor tiltaksområdet ikke skal overskride hhv. 1) 30 µg/kg, 2) 100 µg/kg og 3) 500 µg/kg. Tiltaksalternativene er oppsummert i Tabell 6-1 og Tabell 7-1.

7.1.2.1 Forutsetninger

Estimert mengde PFOS/ Σ PFAS er oppsummert i Tabell 3-2, mens forventet effekt av tiltakene er oppsummert i Tabell 7-3 (PFOS) og Tabell 7-4 (Σ PFAS). Differansen mellom laveste og høyeste effekt skyldes usikkerheten i hvor mye PFOS som ligger i grunnen.

Tabell 7-3: Estimert effekt, gitt som kg PFOS fjernet/immobilisert gjennom tiltaket, ved de ulike tiltaksalternativene. Forventet effekt er gitt i kolonnen «Middels», mens laveste og høyeste estimat er gitt i kolonnene «Lav» og «Høy».

Tiltaks- grense	A			B			C		
	Liten	Middels	Høy	Liten	Middels	Høy	Liten	Middels	Høy
1) 30 ug/kg	6,8	10,6	14,4	6,8	10,6	14,4	5,6	9,5	13,3
2) 100 ug/kg	6,6	10,5	14,3	6,6	10,5	14,3	5,6	9,4	13,3
3) 500 ug/kg	3,5	6,7	9,8	3,5	6,7	9,8	3,1	6,2	9,4

Tabell 7-4: Estimert effekt, gitt som kg PFAS fjernet/immobilisert gjennom tiltaket, ved de ulike tiltaksalternativene. Forventet effekt er gitt i kolonnen «Middels», mens laveste og høyeste estimat er gitt i kolonnene «Lav» og «Høy».

Tiltaks- grense	A			B			C		
	Liten	Middels	Høy	Liten	Middels	Høy	Liten	Middels	Høy
1) 30 ug/kg	15,2	23,7	32,3	15,2	23,7	32,3	14,0	22,6	31,1
2) 100 ug/kg	13,7	21,6	29,5	13,7	21,6	29,5	12,7	20,6	28,5
3) 500 ug/kg	7,2	13,3	19,4	7,2	13,3	19,4	6,8	12,9	19,0

Som det fremgår av i Tabell 7-3 er forventet effekt av tiltak A (bortgraving og deponering) og B (tildekking) lik, mens forventet effekt for tiltak C (jordvasking) er noe lavere som følge av restforurensing i masser som legges tilbake etter tiltak. Det er antatt en levetid for tildekking på minimum 100 år, og det er således ikke regnet reinvestering eller driftskostnader for noen av tiltaksalternativene. Nåverdi vil derfor tilsvare forventet investeringskostnad for samtlige tiltaksalternativer.

7.1.2.2 Resultater og sensitivitet

Resultater for alle tiltaksalternativer er oppsummert i Tabell 7-5, og grafisk fremstilling av beregnet nåverdikostnad mot forventet effekt av tiltakene er vist i Figur 7-2. Tabell 7-5 viser også sensitivitet for kostnad per kg utslippsreduksjon ved høy og lav effektivitet i utslippsreduksjonen.

Som det fremgår av Tabell 7-5 forventes det at minste omfang (omfatter jord med PFOS-konsentrasjon >500 $\mu\text{g/kg}$) gir tilnærmet samme effekt, tilsvarende ca. 60 % sammenliknet med estimert mengde PFOS før tiltak, for samtlige tiltaksmetoder (A3, B3 og C3). For dette tiltaksomfanget fremstår tiltaksalternativ B3 som det tiltaket som gir klart lavest forventet nåverdikostnad per kg redusert PFOS (ca. 0,9 MNOK/kg), med en total nåverdi av investeringer og drift på ca. 5,7 MNOK.

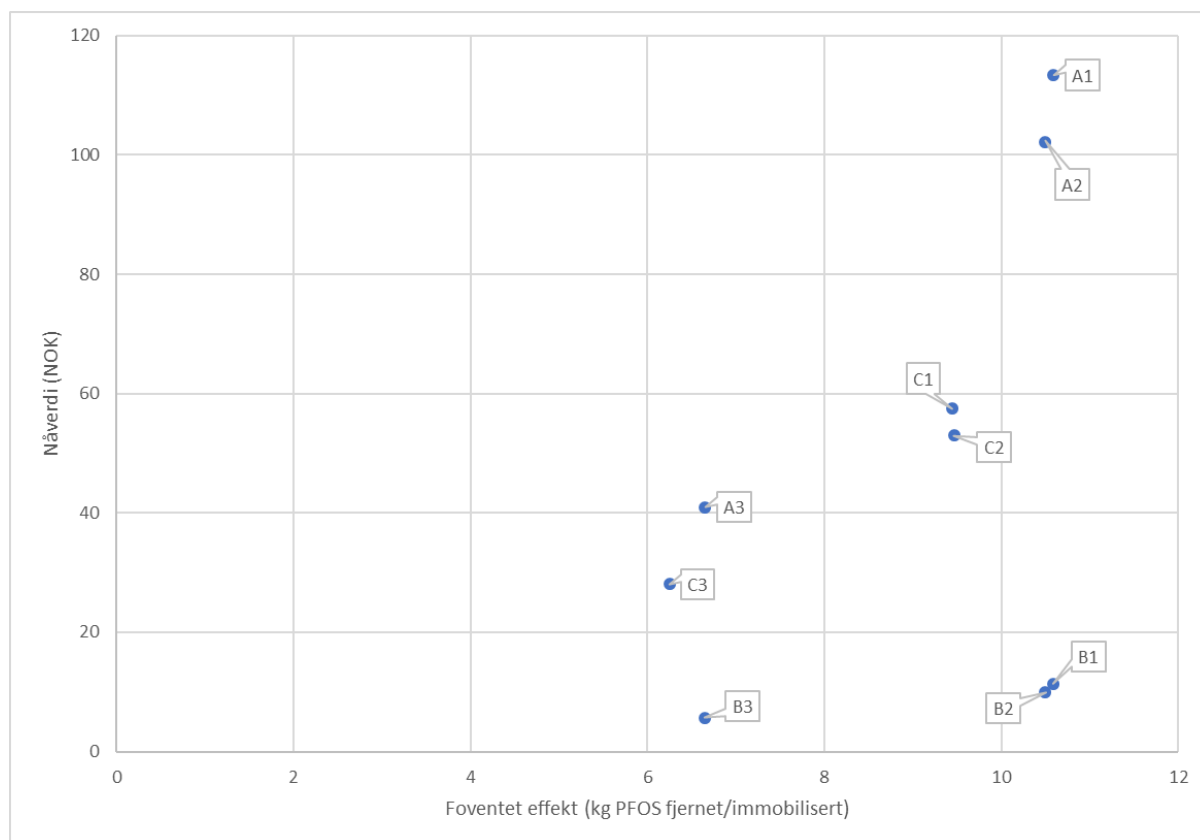
For tiltaksomfang begrenset til masser med PFOS-konsentrasjon >100 µg/kg er forventet effekt ca. 99 %, sammenliknet med estimert mengde PFOS før tiltak, for tiltaksalternativ A2 og B2, mens forventet effekt ved tiltaksalternativ C2 er noe lavere med ca. 89 %. For dette tiltaksomfanget fremstår tiltaksalternativ B2 som det tiltaket som gir klart lavest forventet nåverdikostnad per kg redusert PFOS (ca. 1,0 MNOK/kg), med en total nåverdi av investeringer og drift på ca. 10 MNOK.

For tiltaksomfang begrenset til masser med PFOS-konsentrasjon >30 µg/kg forventes full effekt, sammenliknet med estimert mengde PFOS før tiltak, for tiltaksalternativ A1 og B1, mens forventet effekt ved tiltaksalternativ C1 er noe lavere med ca. 89 %. For dette tiltaksomfanget fremstår tiltaksalternativ B1 som det tiltaket som gir klart lavest forventet nåverdikostnad per kg redusert PFOS (ca. 1,1 MNOK/kg), med en total nåverdi av investeringer og drift på ca. 11,3 MNOK.

Oppsummert viser beregningene at for samme tiltaksomfang (begrenset av hhv. 500, 100 eller 30 µg/kg) er det små forskjeller i forventet effekt mellom de ulike tiltaksmetodene A, B og C, mens tiltaksalternativ med tildekking (B) gjennomgående forventes å medføre lavere kostnad per kg PFOS fjernet/immobilisert enn de to andre tiltaksalternativene (A og C). Tiltaket som gir klart høyest kostnad per kg er oppgraving med deponering på fastlandet, hvor transport- og deponikostnaden utgjør hovedandelen. Analysen viser også at det kun er marginalt større forventet effekt ved største tiltaksomfang, begrenset av 30 µg/kg, sammenliknet med tiltaksomfang begrenset av 100 µg/kg, uansett tiltaksmetode.

Tabell 7-5: Resultater og usikkerheter for alle tiltaksalternativer. A) bortgraving og ekstern deponering på fastlandet, B) tildekking med tett membran og C) oppgraving og vasking i mobilt vaskeanlegg med tilbakelegging av vaskede masser. Tallet 1 angir tiltaksgrense på 30 ug/kg, 2 angir tiltaksgrense 100 ug/kg og 3 angir tiltaksgrense på 500 ug/kg.

Tiltak	Effekt (kg PFOS)			Netto nåverdi (MNOK)	Kostnad per kg (MNOK) v/ulik effekt		
	Forventet	Lav	Høy		Forventet	Lav	Høy
A1	10,6	6,8	14,4	113,4	10,7	16,7	7,9
A2	10,5	6,6	14,3	102,2	9,7	15,4	7,1
A3	6,7	3,5	9,8	41,0	6,2	11,6	4,2
B1	10,6	6,8	14,4	11,3	1,1	1,7	0,8
B2	10,5	6,6	14,3	10,0	1,0	1,5	0,7
B3	6,7	3,5	9,8	5,7	0,9	1,6	0,6
C1	9,4	5,6	13,3	57,6	6,1	10,2	4,3
C2	9,5	5,7	13,3	52,9	5,6	9,4	4,0
C3	6,2	3,1	9,4	28,1	4,5	9,0	3,0



Figur 7-2: Grafisk fremstilling av beregnet nåverdikostnad mot forventet effekt for de ulike tiltaksalternativene. A) bortgraving og ekstern deponering på fastlandet, B) tildekking med tett membran og C) oppgraving og vasking i mobilt vaskeanlegg med tilbakelegging av vaskede masser. Tallet 1 angir tiltaksgrense på 30 ug/kg, 2 angir tiltaksgrense 100 ug/kg og 3 angir tiltaksgrense på 500 ug/kg.

8 Akseptkriterier og miljønytte

I pålegget fra Sysselmannen (2016-05-26) heter det at «Tiltakene skal vurderes opp mot miljømål, og det må utvikles egnede stedsspesifikke kriterier som utløser tiltak. Kriterier som baseres utelukkende på human helse er i denne forbindelse ikke egnet. Kriteriene kan være konsentrasjoner i jord og vann, total spredningsmengde og/eller biotakonsentrasjoner».

Resultater fra utførte undersøkelser viser spredning av PFAS til sjø både fra aktivt og nedlagt brannøvingsfelt. Det er påvist PFAS i bekk fra aktivt brannøvingsfelt, i terrestrisk biota langs bekken, samt i sjø (sediment, strandbiota og fisk). Estimert årlig spredningsmengde med bekk fra aktivt brannøvingsfelt er lav. Det er ikke estimert spredningsmengder fra nedlagt brannøvingsfelt, men påvisninger av dels svært høye konsentrasjoner i vann på kullager nedstrøms feltet viser tydelig spredning av PFAS. Det er også påvist PFAS i terrestrisk biota nedstrøms feltet og i sediment både i overvannsgrøft og i marint sediment flere hundre meter fra kildeområdet, samt i fisk.

Basert på miljømålene for aktivt og nedlagt brannøvingsfelt gitt i kap. 1.5, foreslås følgende akseptkriterier:

(1) Aktivt brannøvingsfelt

Utslippsmengder, med relativt høy grad av sikkerhet, er kun kjent for vann fra samletank på aktivt øvingsfelt. Estimert utslippsmengde per år er lav (kap 6.1), noe som gir svært høy kostnad per enhet PFOS/PFAS fjernet gjennom et vannrensetiltak (kap. 7.1.1). Inntil ytterligere undersøkelser har avdekket kilden til forurensingen, og derigjennom gir grunnlag for å vurdere andre mer kostnadseffektive tiltak, foreslås det at akseptkriteriet settes tilsvarende dagens utslippsmengde per år (5-7 g PFOS/år og ca. 20-26 g Σ PFAS/år).

(2) Nedlagt brannøvingsfelt

For jord anbefales det at akseptkriteriet knyttes til en reduksjon i mengder PFOS og Σ PFAS i jord, og gjennom dette redusere potensialet for videre spredning til omgivelsene. Undersøkelsene så langt viser at hovedandelen av gjenværende mengder PFOS og Σ PFAS på nedlagt brannøvingsfelt er relativt lett tilgjengelig i øvre del av jordprofilen, og det foreslås at akseptkriteriet settes tilsvarende 100 μ g/kg i jord, som forventes å gi >90 % reduksjon innenfor de områdene der gjenværende mengder PFOS og Σ PFAS i jord er beregnet per i dag. Akseptkriteriet er i tråd med miljømål for brannøvingsfeltet (kap. 1.5) gjennom å redusere fremtidig potensiale for spredning av PFAS til omgivelsene.

Alle prøver av fisk (vanlig ulke, lever og muskel) ved de to stasjonene i strandsonen hadde konsentrasjoner av PFOS og sum PFAS under miljøkvalitetsstandard på 9,1 μ g/kg (QS_{biota}). Det forventes at foreslåtte tiltak, med tilhørende akseptgrenser, vil redusere belastningen på resipient over tid, og gjennom dette opprettholde god vannkvalitet og gode livsbetingelser for berørte arter.

9 Foreslåtte tiltaksløsninger

Innledende vurdering av ulike tiltaksløsningers egnethet ved nedlagt og nytt brannøvingsfelt er gitt i Vedlegg 8. Tiltaksløsninger som er ansett mest egnet, er i kap. 6 videre vurdert mht. effekt/nytte. Foruten samletanken på aktivt brannøvingsfelt, er det ikke grunnlag for å angi årlige spredningsmengder med særlig grad av sikkerhet, og effekten er derfor definert som antall kg PFOS/PFAS fjernet fra kildeområdene, eller immobilisert i kildeområdet, gjennom tiltakene. Ved å fjerne PFOS/PFAS er dette heller ikke tilgjengelig for fremtidig spredning fra kildeområdet til resipient.

Sett begge brannøvingsfeltene under ett er det en klar anbefaling at tiltak fokuseres mot det gamle brannøvingsfeltet, hvor de største mengdene av PFOS og Σ PFAS er påvist, og hvorfra det er størst potensiale for fremtidig utlekking til resipient.

På nedlagt brannøvingsfelt foreslås tildekking av masser ned til permafrost, begrenset til masser med konsentrasjon av PFOS/ Σ PFAS $>100 \mu\text{g/kg}$. Dette tilsvarer et areal på ca. 14 650 m², hvorav ca. 7250 m² ned til permafrost, som angitt i Figur 6-1. Det er estimert at tiltaket forventes å immobilisere $10,5 \pm 3,8$ kg PFOS og $21,6 \pm 7,9$ kg PFAS, noe som utgjør $>90\%$ av estimert mengde i dag, og som potensielt ville lekket ut til resipient i fremtiden, uten tiltak. Tiltaket anses å tilfredsstillende akseptkriteriet foreslått i kap. 7.

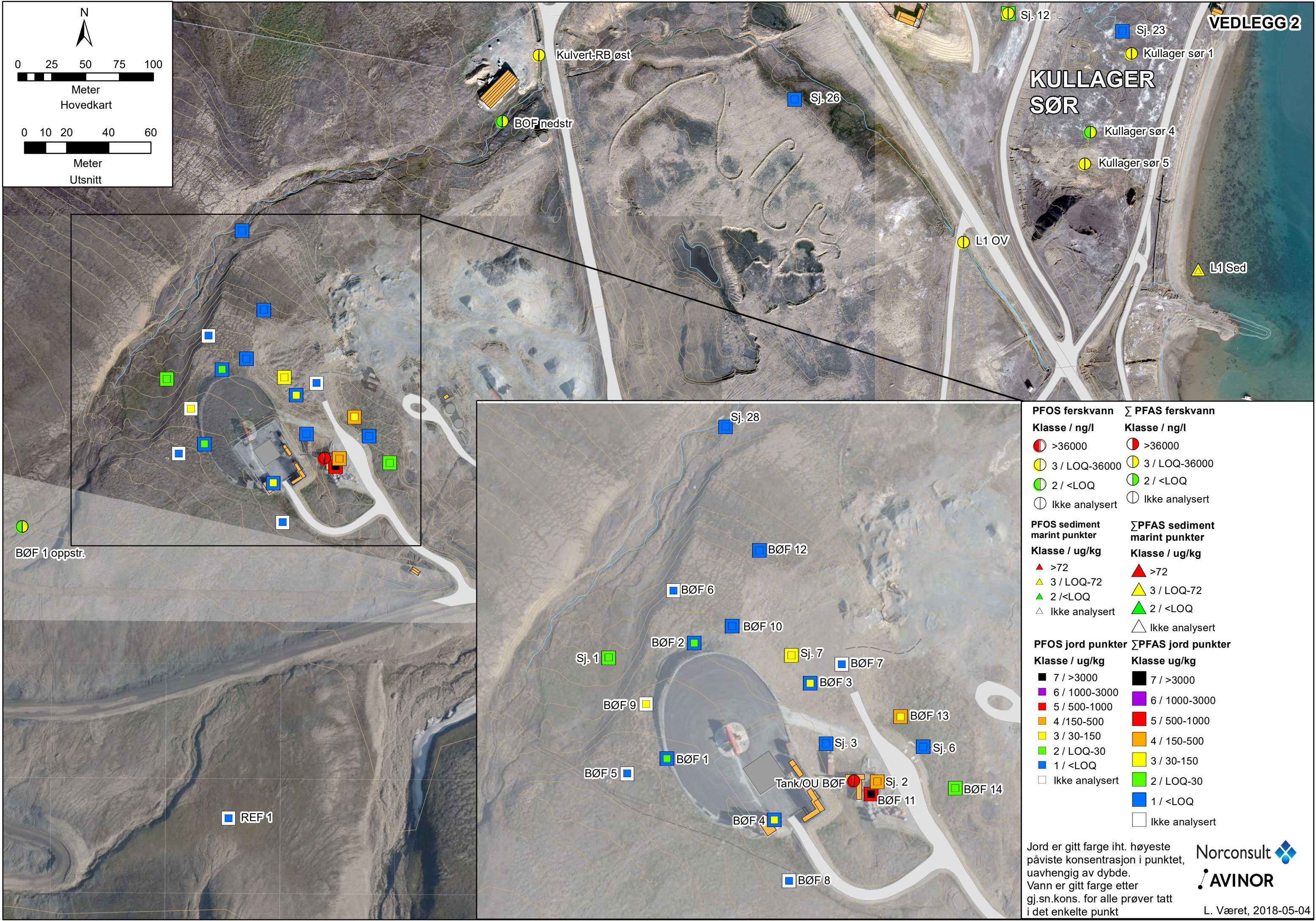
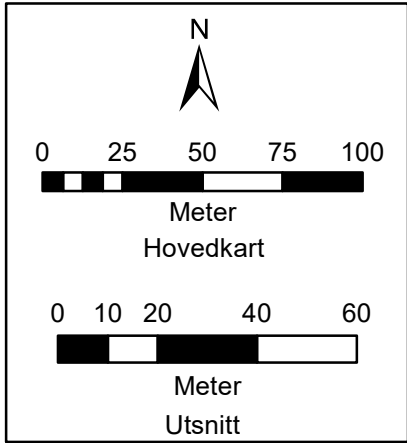
Estimert utslippsmengde per år via samletanken på aktivt brannøvingsfelt er lav (kap 6.1), noe som gir svært høy kostnad per enhet PFOS/PFAS fjernet gjennom et vannrensetiltak (kap. 7.1.1). Det foreslås derfor ytterligere kildesporing som grunnlag for å kunne vurdere andre mer kostnadseffektive tiltak, fremfor å etablere svært kostbart vannrensetiltak med liten effekt.

10 Referanser

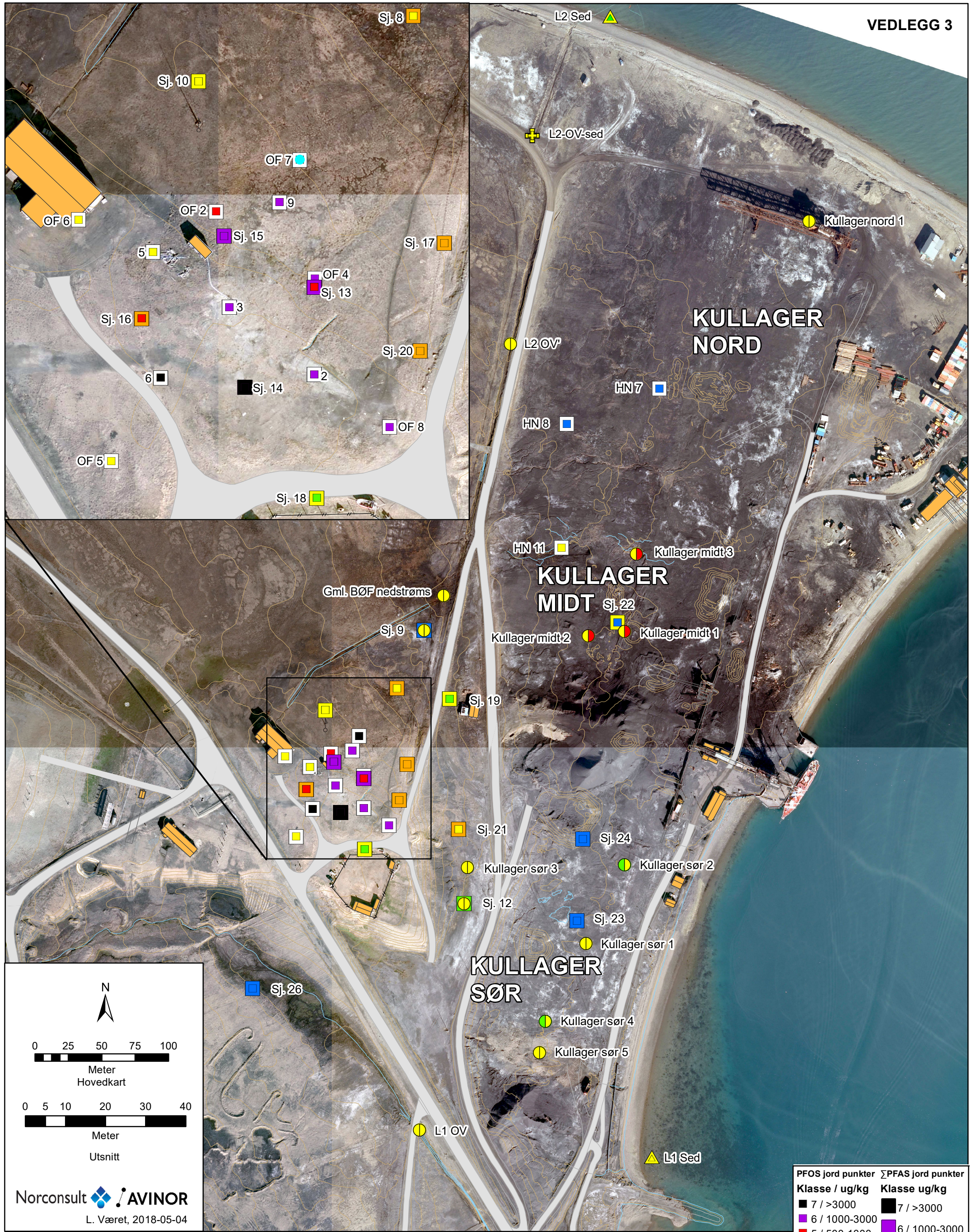
- Ahrens, L., Rakovic, J., Axelson, S. Kallenborn, R. (2016). Source tracking and impact of per- and polyfluoroalkyl substances at Svalbard. SLU/UNIS.
- Amundsen, C.E., Forfang, I., Aasen, R., Eggen, T., Sørheim, R., Hartnik, T., Næs, K. (2008). Screening of polyfluorinated organic compounds at four fire training facilities in Norway. TA2444/2008. Statens forurensningstilsyn (SFT), Oslo.
- Amundsen, C.E., Joranger, T., Sparrevik, M. (2016). PFAS ved Rygge flystasjon. Tiltaksvurderinger 1. mars 2016. Rapportnr. 867/2016.
- Aquateam (2011). Forslag til normverdier og helsebaserte tilstandsklasser for perfluoreerte organiske forbindelser i forurenset grunn. Aquateam rapport 11-004.
- Barlindhaug Consult. (2008). Delplan for brannøvingsfelt i Longyearbyen.
- Bergström, S. (2014). Transport of per-and polyfluoroalkyl substances in soil and groundwater in Uppsala, Sweden. Gradsoppgave. Institutt for vann og miljø, Sveriges landbruksuniversitet (SLU).
- Klif (2010). Environmental screening of selected «new» brominated flame retardants and selected polyfluorinated compounds 2009. TA2625/2010. Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport nr. 1067/2010. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), Oslo.
- Longyearbyen lokalstyre (2016). Arealplan Longyearbyen. Hentet fra Arealplan Longyearbyen: <http://lokalstyre.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d88045f1ab2b437eb184fb96265651f9> (14.10.2016).
- Mattilsynet (2018). Vurdering av analyser av PFAS-forbindelser i fisk nær Svalbard lufthavn, Longyearbyen. Brev datert 2018-01-16.
- Miljødirektoratet (2018). Varsel om pålegg om sammenstilling og prioritering av tiltak ved Avinors PFOS-forurensede lufthavner (2018-03-07).
- NGI (2017). Kildesporing av PFAS i Tyrifjorden. Sluttrapport M-863 2017.
- Norconsult. (2015a). Svalbard lufthavn Longyear - Rapportering fra miljøovervåkning 2011-2014. Avinor.
- Norconsult (2015b). Tiltaksplan Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Skisseprosjekt. Avinor.
- Norconsult (2015c). Tiltaksplan Kristiansand lufthavn, Kjevik. Skisseprosjekt. Avinor.
- Norconsult. (2016). Svalbard lufthavn Longyear. Rapportering fra miljøovervåkning 2014-2015. Avinor.
- Nordskog, A.M. (2012). Leaching of PFCs from soil polluted by firefighting activities. Masteroppgave. Institutt for geofag, Universitetet i Oslo.
- Rambøll (2017). Resipientundersøkelse Adventsfjorden 2016.
- Sweco Norge AS (2011). Avinors miljøprosjekt. Delprosjekt 2 (DP2) Forurenset grunn. Lokalitetsrapport Svalbard lufthavn.
- Sweco og Cowi. (2012). Miljøprosjektet - DP2. Miljøtekniske grunnundersøkelser. Svalbard lufthavn. Avinor.
- Sysselemanden på Svalbard (2016). Pålegg om utarbeidelse av tiltaksplan for PFAS - forurenset grunn som følge av brannøving, Longyearbyen - Gammelt og nytt brannøvingsfelt. Datert 26.05.2016.
- Øvstedal, J. (2012). Håndtering av PFOS og andre PFC forurensninger ved Avinors lufthavner. Presentasjon Vannforeningen 03.10.2012.

Vedlegg

Vedlegg 1	Oversiktskart med prøvepunkter
Vedlegg 2	Resultater og tilstandsklasser aktivt brannøvingsfelt
Vedlegg 3	Resultater og tilstandsklasser nedlagt brannøvingsfelt
Vedlegg 4	Beregning av mengder PFOS og Σ PFAS i jord – metodebeskrivelse og usikkerheter
Vedlegg 5	Analyseresultater supplerende undersøkelser 2016
Vedlegg 6	Oversikt over jordprøver tatt høsten 2016
Vedlegg 7	Analyseresultater jordprøver Hotellneset (SNSK)
Vedlegg 8	Vurdering av tiltaksmetoder
Vedlegg 9	Analyseresultater undersøkelser i sjø (Avinor)



PFOS ferskvann	Σ PFAS ferskvann
Klasse / ng/l	Klasse / ng/l
>36000	>36000
3 / LOQ-36000	3 / LOQ-36000
2 / <LOQ	2 / <LOQ
Ikke analysert	Ikke analysert
PFOS sediment marint punkter	ΣPFAS sediment marint punkter
Klasse / ug/kg	Klasse / ug/kg
>72	>72
3 / LOQ-72	3 / LOQ-72
2 / <LOQ	2 / <LOQ
Ikke analysert	Ikke analysert
PFOS jord punkter	ΣPFAS jord punkter
Klasse / ug/kg	Klasse ug/kg
7 / >3000	7 / >3000
6 / 1000-3000	6 / 1000-3000
5 / 500-1000	5 / 500-1000
4 / 150-500	4 / 150-500
3 / 30-150	3 / 30-150
2 / LOQ-30	2 / LOQ-30
1 / <LOQ	1 / <LOQ
Ikke analysert	Ikke analysert



Norconsult  AVINOR
L. Været, 2018-05-04

PFOS ferskvann	Σ PFAS ferskvann	PFOS sediment ferskvann	ΣPFAS sediment ferskvann
Klasse / ng/l	Klasse / ng/l	Klasse / ug/kg	Klasse / ug/kg
 >36000	 >36000	 >360	 >360
 3 / LOQ-36000	 3 / LOQ-36000	 3 / LOQ-360	 3 / LOQ-360
 2 / <LOQ	 2 / <LOQ	 2 / <LOQ	 2 / <LOQ
 Ikke analysert	 Ikke analysert	 Ikke analysert	 Ikke analysert

PFOS sediment marint	ΣPFAS sediment marint
Klasse / ug/kg	Klasse / ug/kg
 >72	 >72
 3 / LOQ-72	 3 / LOQ-72
 2 / <LOQ	 2 / <LOQ
 Ikke analysert	 Ikke analysert

Jord er gitt farge iht. høyeste påviste konsentrasjon i punktet, uavhengig av dybde. Vann er gitt farge etter gj.sn.kons. for alle prøver tatt i det enkelte punkt

PFOS jord punkter	ΣPFAS jord punkter
Klasse / ug/kg	Klasse ug/kg
 7 / >3000	 7 / >3000
 6 / 1000-3000	 6 / 1000-3000
 5 / 500-1000	 5 / 500-1000
 4 / 150-500	 4 / 150-500
 3 / 30-150	 3 / 30-150
 2 / LOQ-30	 2 / LOQ-30
 1 / <LOQ	 1 / <LOQ
Ikke analysert	Ikke analysert

Vedlegg 4 Beregning av mengder PFOS/ΣPFAS i jord – metodebeskrivelse og usikkerheter

Beregning av mengder PFOS og ΣPFAS i aktivt lag

Det er beregnet mengder PFOS og ΣPFAS (eks. LOQ) i aktivt lag over/under 100 cm u.t. Inndelingen er gjort ut fra innledende analyseresultater som indikerte betydelig høyere konsentrasjoner i øvre jordlag enn ned mot permafrost.

I prøvepunkter hvor det er flere prøver innenfor de gitte dybdeintervall (over/under 100 cm u.t.) er det beregnet en vektet gjennomsnittskonsentrasjon etter hvor stor del av dybdeintervallet den enkelte prøve representerer. Eksempel for Sj.14 er gitt under:

14-1 (0-20 cm) utgjør 20/80 av alle prøver 0-100 cm.

14-2 (20-80 cm) utgjør 60/80 av alle prøver 0-100 cm.

Vektet kons. PFOS 14-1 + 14-2 = $(18000 \mu\text{g/kg} * 20/80) + (1010 \mu\text{g/kg} * 60/80) = 5258 \mu\text{g/kg}$

Vektet konsentrasjon i hvert punkt er lagt til grunn for videre interpolering av konsentrasjonsfordeling i de respektive dybdeintervallene i aktivt lag over/under 100 cm u.t. Interpoleringen er utført i GIS/interpoleringsverktøyet Surfer (Golden Software, LLC), hvor konsentrasjonsfordelingen griddes opp etter Natural Neighbour-metode, hvor interpolasjonsalgoritmen bruker et vektet gjennomsnitt av naboobservasjoner for å beregne konsentrasjoner i områder uten faktiske observasjoner. Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS og ΣPFAS for dybdeintervallene 0-100 cm u.t. og 100 cm ned til permafrost er vist i Figur V4.1 – V4.4 (gammelt brannøvingsfelt) og V4.5 – V4.8 (aktivt brannøvingsfelt).

Da antall og plassering av prøvepunkter varierer for de ulike analyseparametere og dybdeintervaller, vil den horisontale utbredelsen av interpolert område variere. Det er f.eks. betydelig flere punkter med analyse av PFOS i intervallet 0-100 cm u.t., enn for ΣPFAS i samme dybdeintervall. Dette skyldes at man i DP2 fokuserte på PFOS, samt uttak prøver i øvre del av løsmassene. Arealet, og dermed massevolumet, som det beregnes mengder for, vil dermed variere, avhengig av prøve- og analyseomfang for ulike parametere. Usikkerheten i beregning av mengde vil derfor være sterkt avhengig av hvor godt prøve- og analyseomfang avgrensner forurensingens utbredelse.

For PFOS synes avgrensningen på gammel BØF å være relativt god både over og under 100 cm dyp, i den forstand at ytterpunktene ikke har påvist PFOS over normverdi (100 µg/kg). For ΣPFAS er avgrensningen mangelfull i øvre 100 cm mot vest og særlig mot sørvest, mens den synes god mot nord, øst og sørøst, gitt normverdi som avgrensningskriterium. Det samme mønsteret ses under 100 cm dyp, også mot nord hvor Sj.8 viser konsentrasjon tilsvarende klasse 3, men hvor det aktive laget nærmer seg <100 cm mektighet og Sj. 9 lenger nord er under normverdi. Oppsummert gir mangelfull avgrensning grunn til å anta at mengde ΣPFAS underestimeres.

Dersom man ser på sjakter fra supplerende undersøkelser utført i 2016 på gammel BØF hvor det foreligger resultater for både PFOS og ΣPFAS og begge disse er påvist over LOQ i samme prøve (n=14), fremgår det at vektet snitt for ΣPFAS er betydelig høyere enn vektet snitt for PFOS-konsentrasjonen for samme dybdeintervall. Forholdstallet mellom beregnet snittkonsentrasjon, ΣPFAS/PFOS, er ca. 2,1 for 0-100 cm dyp. Det forventes derfor at mengde basert på ΣPFAS er

betydelig høyere enn mengde basert på PFOS-konsentrasjonen, m.a.o. at andre PFAS-forbindelser utgjør en vesentlig andel av total mengde PFAS. Tilsvarende forholdstall for aktiv BØF er 1,3 (n=7).

Det analyseres ifølge Eurofins rutinemessig på fraksjon <2 mm (manuelt utplukket finmateriale, ikke siktet). For beregning av mengder er det her lagt til grunn at fraksjon < 4 mm er forurensset.

Løsmassene i aktivt lag består av sand, grus og stein, hvor fraksjon <4 mm utgjør en vektmessig andel på 0,39 (basert på resultater fra en siktet prøve fra aktiv BØF). Det legges til 25 % usikkerhet for andel finstoff for å ta høyde for variasjon i kornfordeling innenfor og mellom brannøvingsfeltene, samt for at også noe grovere fraksjoner potensielt kan være forurensset. Det antas en volumvekt på $1800 \pm 200 \text{ kg/m}^3$ for løsmassene i aktivt lag.

For beregning av mengder inngår følgende:

Areal (m²) * Mektighet (m) * Volumvekt (kg/m³) * Konsentrasjon (µg/kg) * Andel <X mm (%) = Rest (µg)

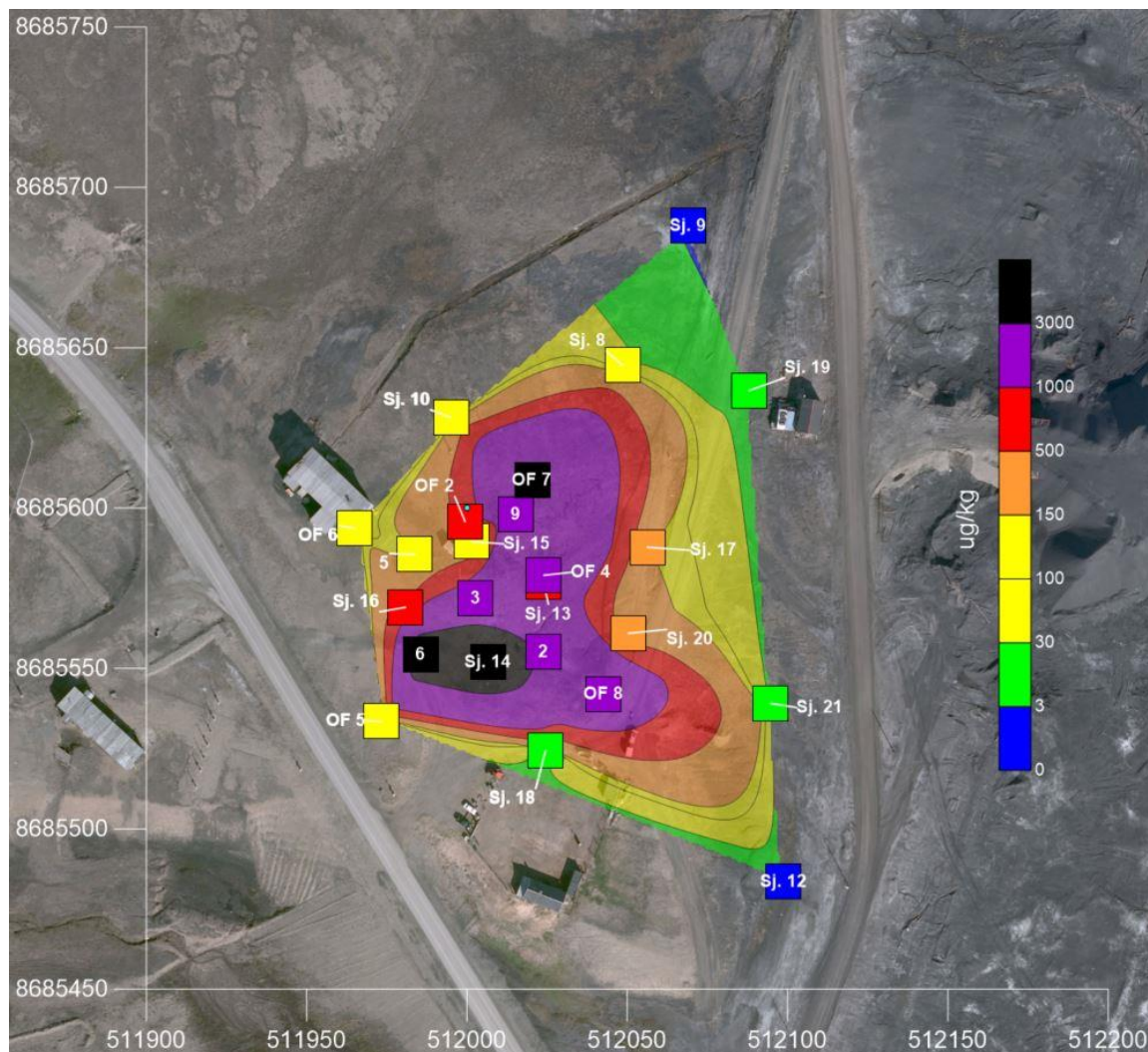
Usikkerheter er beregnet som standardavvik etter:

$$\frac{\Delta z}{z} = \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{y}\right)^2 + \dots}$$

, der usikkerhetsanslag for hvert ledd i regneoperasjonen tas med. Beregnet gjennomsnittskonsentrasjon er hentet fra interpoleringsprosessen i Surfer. Konsentrasjonsfordelingen i datagrunnlaget er skjevfordelt, og standardavvik kan ikke brukes som symmetrisk usikkerhet omkring gjennomsnittlig konsentrasjon av PFOS/ΣPFAS.

Beregnet gjennomsnittskonsentrasjon fra interpoleringsprosessen er derfor brukt direkte uten å angi usikkerhet for denne. Usikkerheter i hvert ledd av beregningen for gammelt brannøvingsfelt fremgår av Tabell V4.1 – V4.5, og i Tabell V4.6 – V4.10 for aktivt brannøvingsfelt.

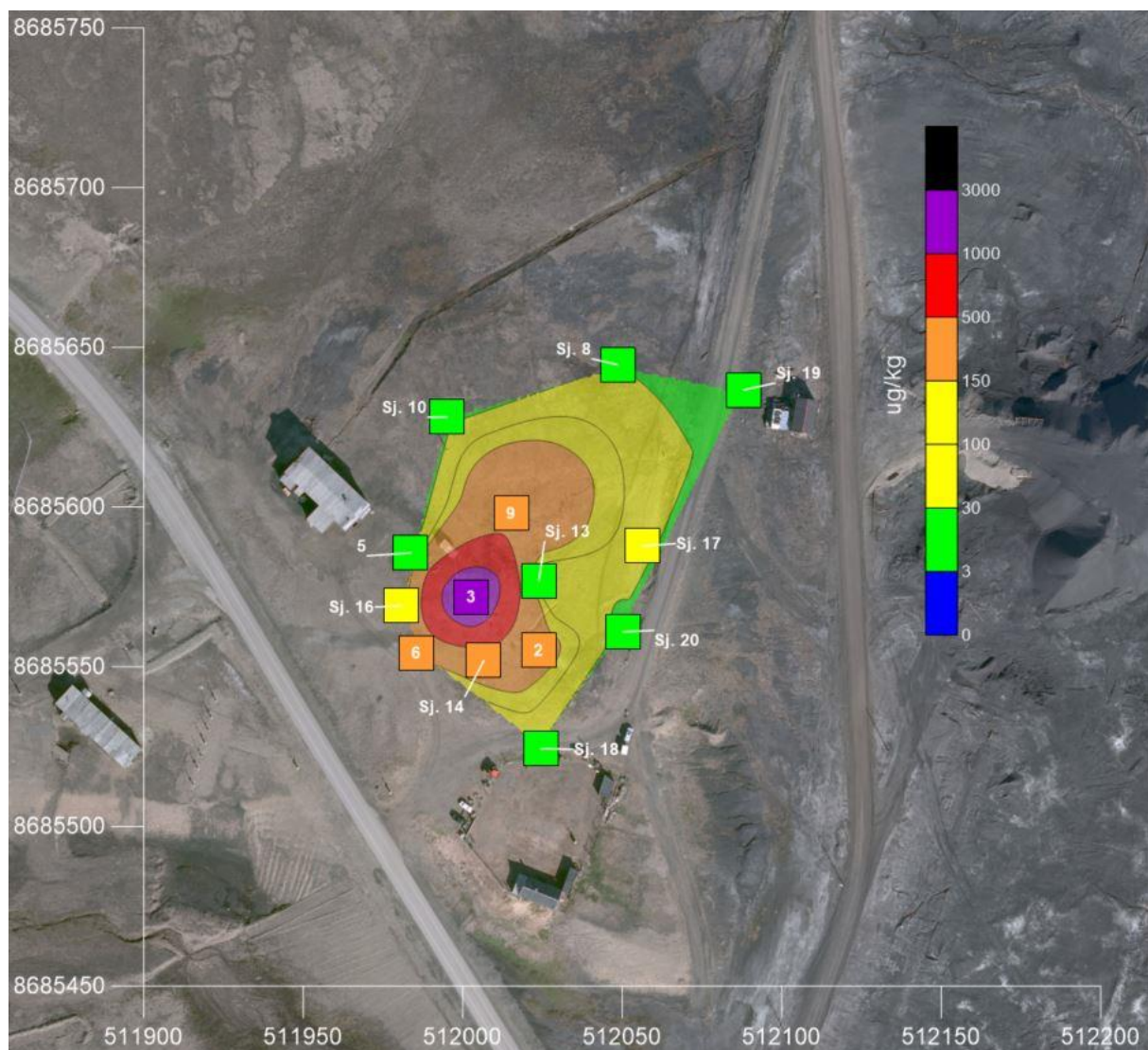
GAMMEL BØF



Figur V4.1: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS på gammel BØF i dybdeintervall 0-100 cm u.t. Punktene farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet.

Tabell V4.1: Beregnet mengde PFOS på gammel BØF for dybdeintervall 0-100 cm u.t.

PFOS, Terreng til 100 cm dyp			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS	16950	m2	2000			
Gjennomsnitt målt PFOS for området	805	ug/kg				
Estimert dybde med PFOS	1	m	0,2			
Volum jord	16950	m3	3936			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	30510000	kg	7854076			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt PFOS	9,6	kg	3,4	6,1	9,6	13,0

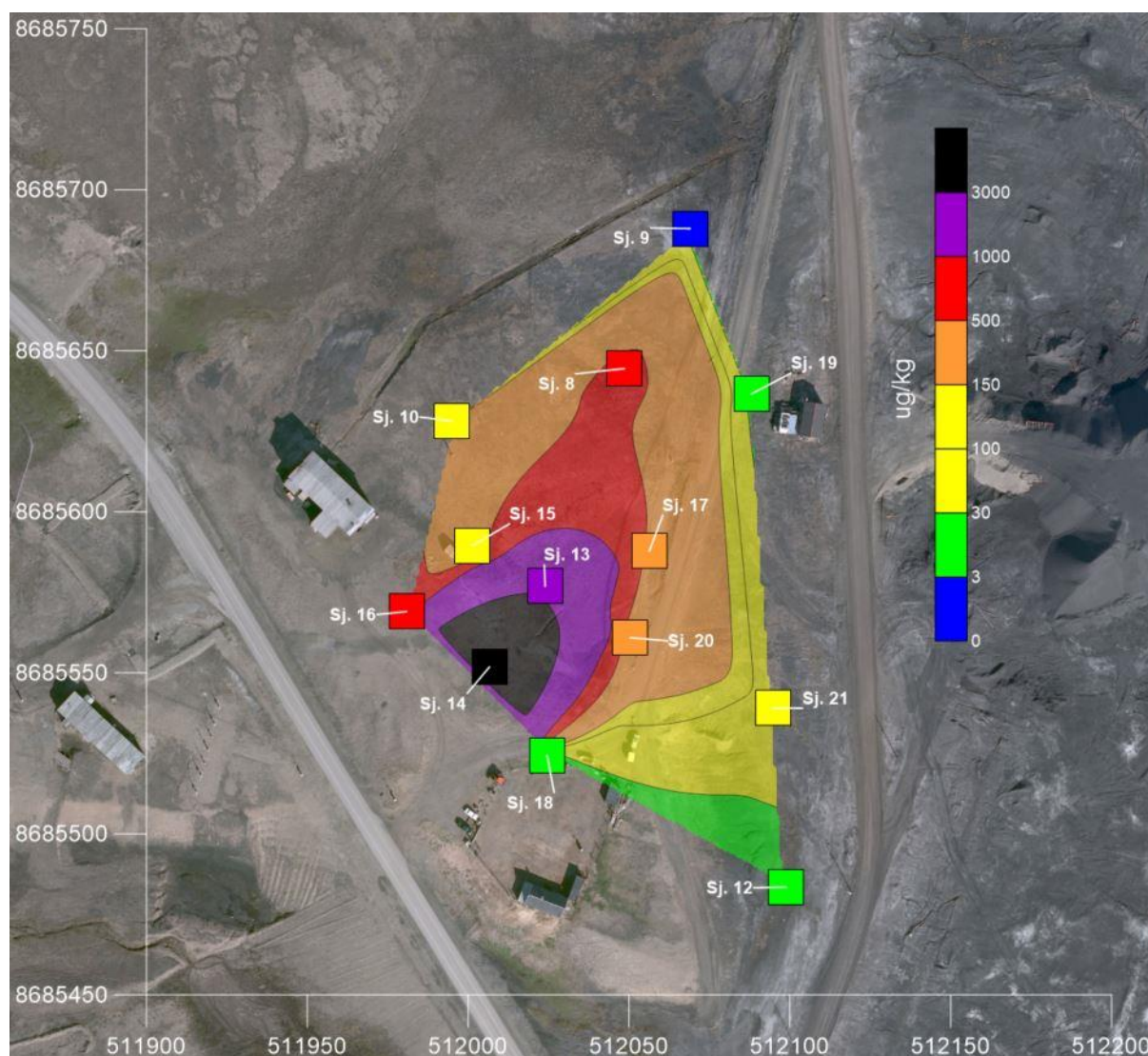


Figur V4.2: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS på gammel BØF i dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost. Punktenes farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet.

Tabell V4.2: Beregnet mengde PFOS på gammel BØF for dybdeintervall 100 cm u.t til permafrost.

PFOS, 100 cm dyp til permafrost			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS	7500	m2	1000			
Gjennomsnitt målt PFOS for området	213	ug/kg				
Estimert dybde med PFOS	0,9	m	0,2			
Volum jord	6750	m3	1749			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	12150000	kg	3425916			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt PFOS	1,0	kg	0,4	0,6	1,0	1,4

Rest Σ PFAS er estimert basert på standard analysepakke som omfatter 12 PFAS eks. LOQ. Det er for et utvalg prøver (gml. BØF, n=7 og aktiv BØF, n=1) analysert på ytterligere 11 PFAS for å undersøke om standard analysepakke underestimerer Σ PFAS. Forholdstallet $\Sigma 23\text{PFAS}/\Sigma 12\text{PFAS}$, basert på medianverdi for utvalget, er 1,1. Estimert mengde Σ PFAS er derfor tillagt denne faktoren for å unngå underestimering.



Figur V4.3: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS på gammel BØF i dybdeintervall 0-100 cm u.t. Punktene farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet.

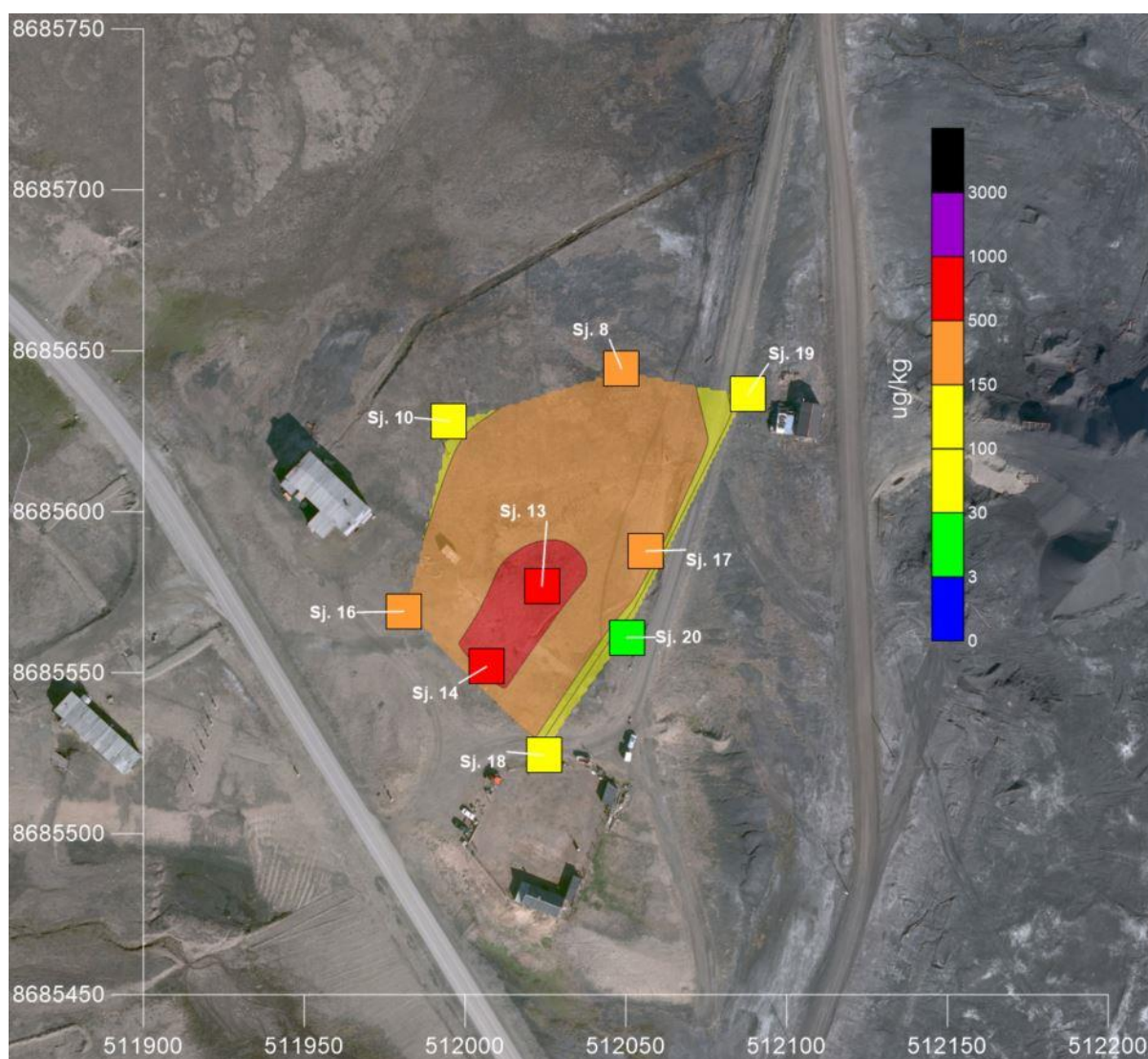
Mengder Σ PFAS fra 0- 100 cm u.t. er lavere enn mengde PFOS i samme dybdeintervall. Dette skyldes at prøver fra DP2 kun er analysert for PFOS, og kun representerer aktivt lag over 100 cm dyp. Prøvene fra DP2 bidrar til økt gjennomsnittskonsentrasjon i øvre lag, samt til at arealet det beregnes mengde for er større sammenliknet med arealet for Σ PFAS. Dersom forholdstallet Σ PFAS/PFOS (ca. 2,1) legges til grunn for beregning av Σ PFAS over samme areal som PFOS i øvre del av aktivt lag vil dette øke mengden betydelig.

Tabell V4.3: Beregnet mengde Σ PFAS på gammel BØF for dybdeintervall 0- 100 cm u.t.

ΣPFAS, Terreng til 100 cm dyp			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet ΣPFAS	14300	m2	2000			
Gjennomsnitt målt ΣPFAS for området	703	ug/kg				
Estimert dybde med ΣPFAS	1	m	0,2			
Volum jord	14300	m3	3490			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	25740000	kg	6902283			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt Σ12PFAS	7,1	kg	2,6	4,5	7,1	9,6
Faktor Σ23PFAS / Σ12PFAS	1,1					
Vekt Σ23PFAS	7,8	kg	2,8	4,9	7,8	10,6

Tabell V4.4: Beregnet mengde Σ PFAS på gammel BØF for dybdeintervall 0-100 cm u.t., gitt samme areal som overliggende PFOS-forurensning, og tillagt gjennomsnittskonsentrasjon 2,1 x PFOS-konsentrasjon i samme dybdeintervall.

ΣPFAS Terreng til 100 cm dyp			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet ΣPFAS	16950	m2	2000			
Gjennomsnitt målt ΣPFAS for område	1691	ug/kg				
Estimert dybde med ΣPFAS	1	m	0,2			
Volum jord	16950	m3	3936			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	30510000	kg	7854076			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt ΣPFAS	20,1	kg	7,2	12,9	20,1	27,3
Faktor Σ23PFAS / Σ12PFAS	1,1					
Vekt Σ23PFAS	22,1	kg	7,9	14,2	22,1	30,1



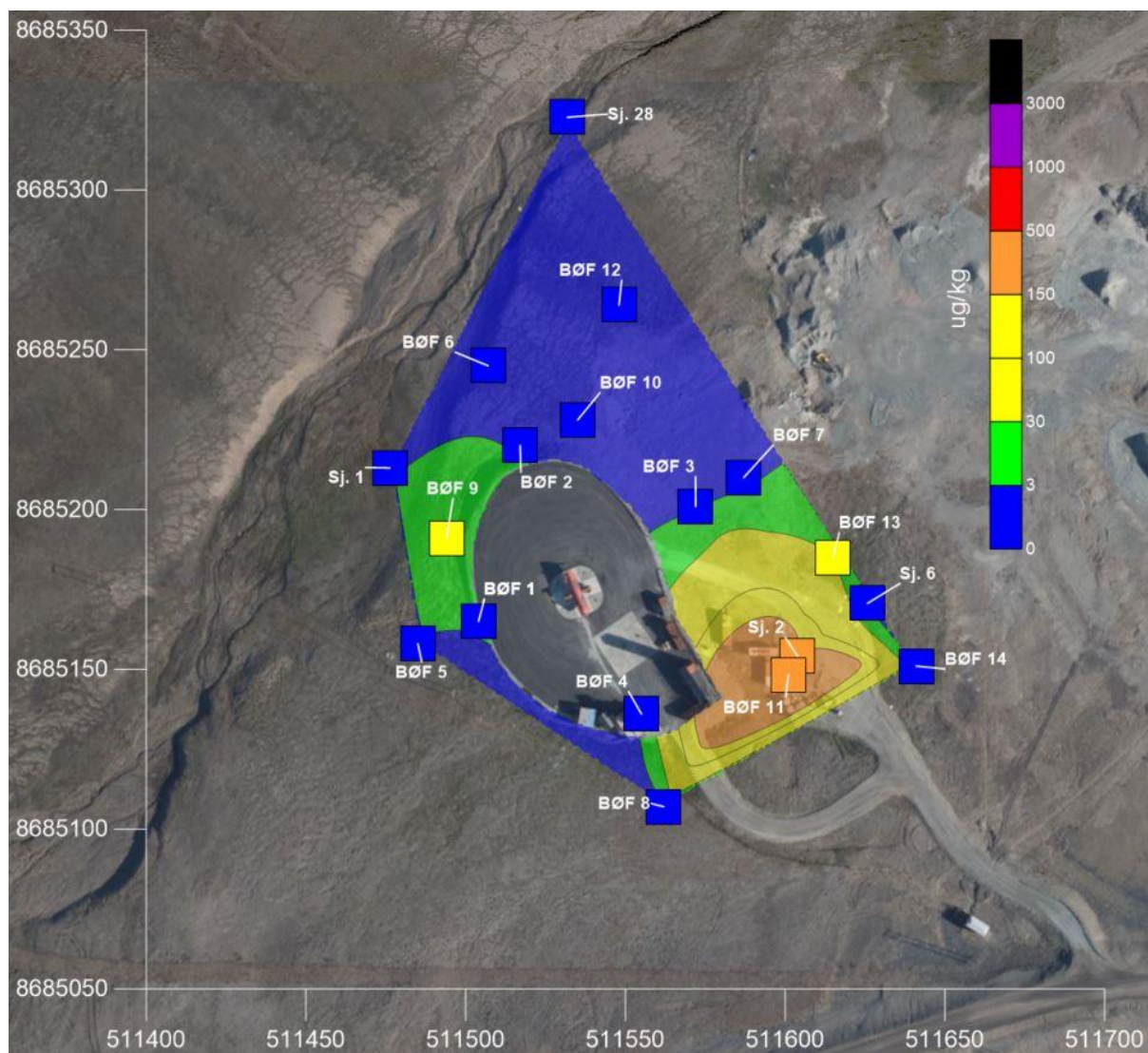
Figur V4.4: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS på gammel BØF i dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost. Punktene farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet.

Tabell V4.5: Beregnet mengde Σ PFAS på gammel BØF for dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost.

Σ PFAS, 100 cm dyp til Permafrost			Usikkerhet ($\pm$)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet Σ PFAS	7250	m2	1000			
Gjennomsnitt målt Σ PFAS for området	316	ug/kg				
Estimert dybde med Σ PFAS	0,9	m	0,2			
Volum jord	6525	m3	1707			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	11745000	kg	3337593			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt Σ PFAS	1,4	kg	0,5	0,9	1,4	2,0
Faktor Σ 23PFAS / Σ 12PFAS	1,1					
Vekt Σ 23PFAS	1,6	kg	0,6	1,0	1,6	2,2

På samme måte som for Σ PFAS fra terreng til 100 cm dyp kan det argumenteres at arealet som dekkes i nedre del av aktivt lag (under 100 cm) også er for lite, både for PFOS og Σ PFAS, men særlig for PFOS synes avgrensingen å være god, og det generelle bildet viser betydelig høyere mengder i øvre deler av jordprofilet. Det er derfor som forventet ut fra analyseresultatene at mengden er betydelig høyere i øvre meter av jordprofilet enn i dypere liggende masser.

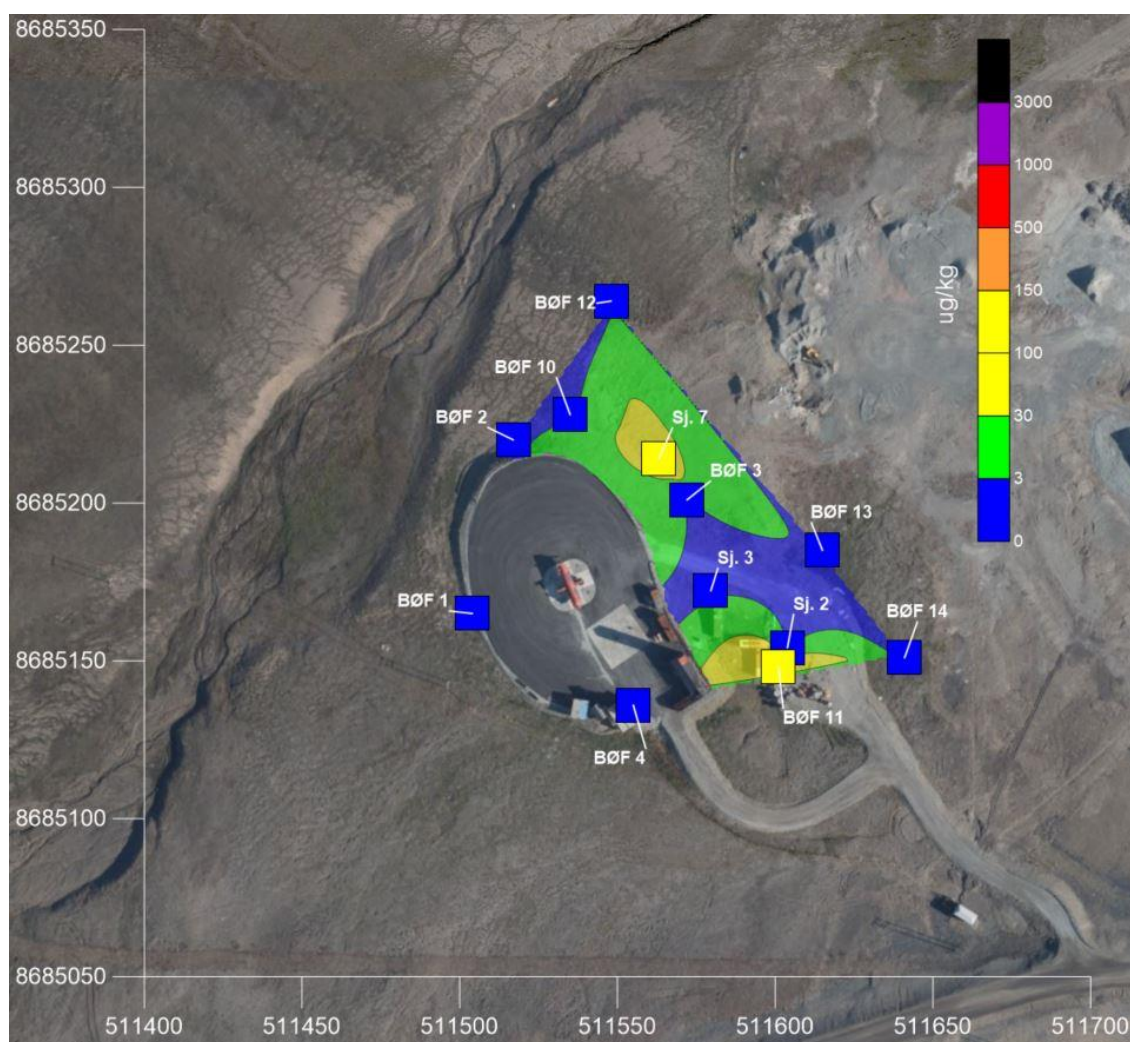
AKTIV BØF



Figur V4.5: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS på aktiv BØF i dybdeintervall 0-100 cm u.t. Punktene farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet.

Tabell V4.6: Beregnet mengde PFOS på aktiv BØF for dybdeintervall 0-100 cm u.t

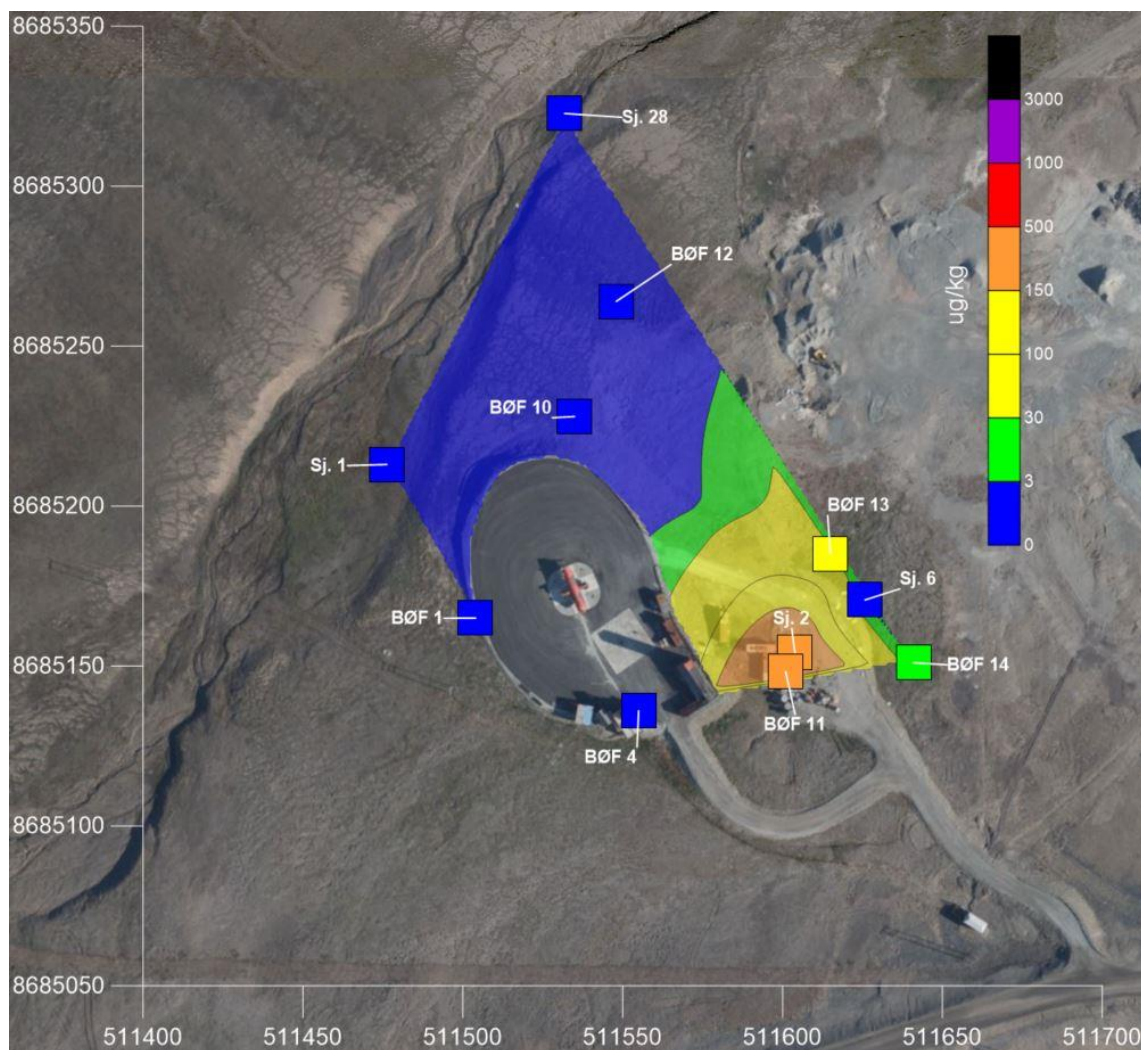
PFOS, Terreng til 100 cm dyp			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS	14200	m2	2000			
Gjennomsnitt målt PFOS for området	36	ug/kg				
Estimert dybde med PFOS	1	m	0,2			
Volum jord	14200	m3	3474			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	25560000	kg	6867179			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt PFOS	0,4	kg	0,1	0,2	0,4	0,5



Figur V4.6: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS på aktiv BØF i dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost. Punktens farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet.

Tabell V4.7: Beregnet mengde PFOS på aktiv BØF for dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost.

PFOS, 100 cm dyp til permafrost			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS	5800	m2	1000			
Gjennomsnitt målt PFOS for området	13	ug/kg				
Estimert dybde med PFOS	0,65	m	0,2			
Volum jord	3770	m3	1330			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	6786000	kg	2509414			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt PFOS	<0,1	kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1



Figur V4.7: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS på aktiv BØF i dybdeintervall 0-100 cm u.t. Punktene farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet.

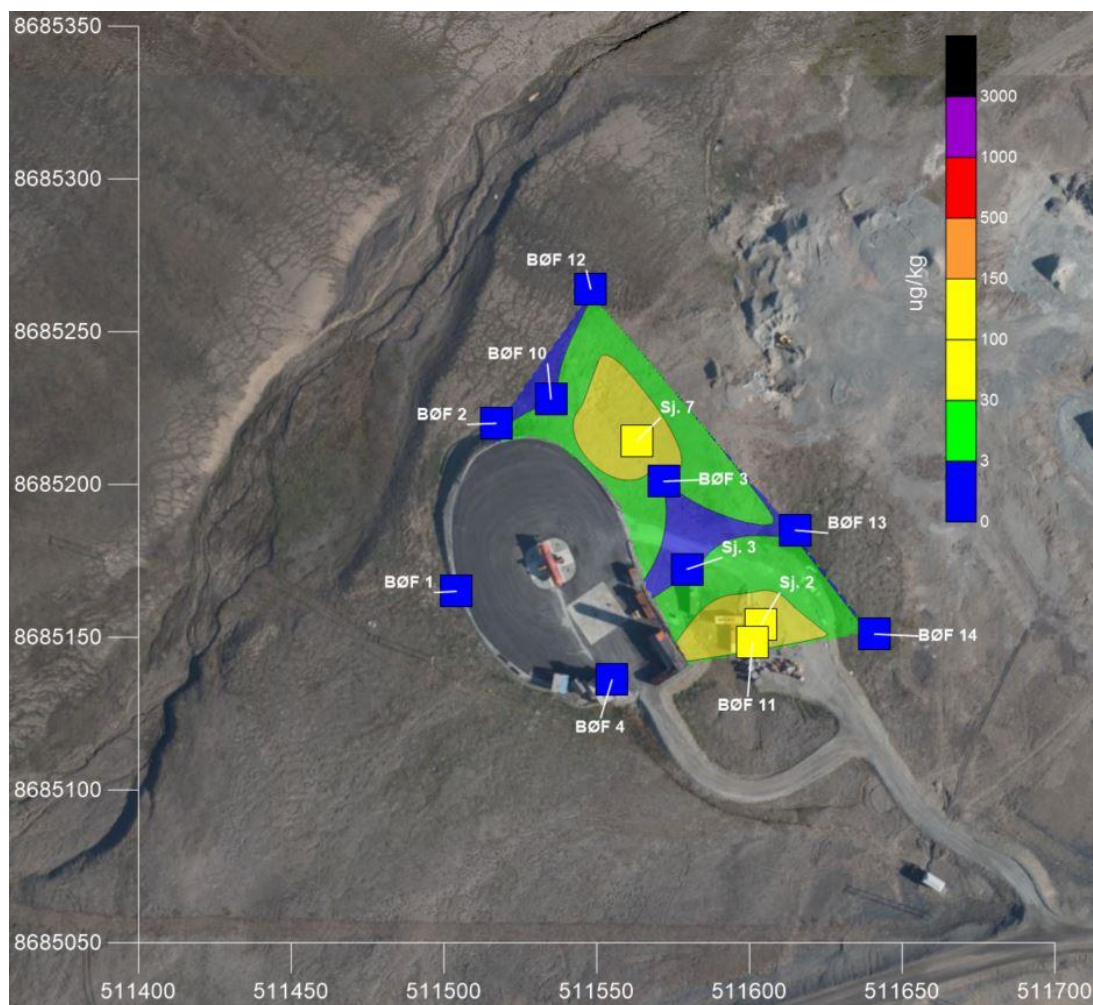
Tabell V4.8: Beregnet mengde Σ PFAS på aktiv BØF for dybdeintervall 0- 100 cm u.t.

Σ PFAS, Terreng til 100 cm dyp			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet Σ PFAS	11650	m2	2000			
Gjennomsnitt målt Σ PFAS for området	29	ug/kg				
Estimert dybde med Σ PFAS	1	m	0,2			
Volum jord	11650	m3	3071			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	20970000	kg	5998211			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt Σ 12PFAS	0,2	kg	0,1	0,1	0,2	0,3
Faktor Σ 23PFAS / Σ 12PFAS	1,1					
Vekt Σ 23PFAS	0,3	kg	0,1	0,2	0,3	0,4

Mengder Σ PFAS fra terreng til 100 cm dyp er lavere enn mengde PFOS i samme dybdeintervall. Dette skyldes at arealet det beregnes mengde for er noe større sammenliknet med arealet for Σ PFAS. Dersom forholdstallet Σ PFAS/PFOS (ca. 1,3) legges til grunn for beregning av Σ PFAS over samme areal som PFOS i øvre del av aktiv sone vil dette øke mengden.

Tabell V4.9: Beregnet mengde Σ PFAS på aktiv BØF for dybdeintervall 0-100 cm u.t., gitt samme areal som overliggende PFOS-forurensning, og tillagt gjennomsnittskonsentrasjon 1,3 x PFOS-konsentrasjon i samme dybdeintervall.

ΣPFAS Terreng til 100 cm dyp			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet ΣPFAS	14200	m2	2000			
Gjennomsnitt målt ΣPFAS for område	47	ug/kg				
Estimert dybde med ΣPFAS	1	m	0,2			
Volum jord	14200	m3	3474			
Egenvekt jord	1600	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	22720000	kg	6241277			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt ΣPFAS	0,4	kg	0,2	0,3	0,4	0,6
Faktor Σ23PFAS / Σ12PFAS	1,1					
Vekt Σ23PFAS	0,5	kg	0,2	0,3	0,5	0,6



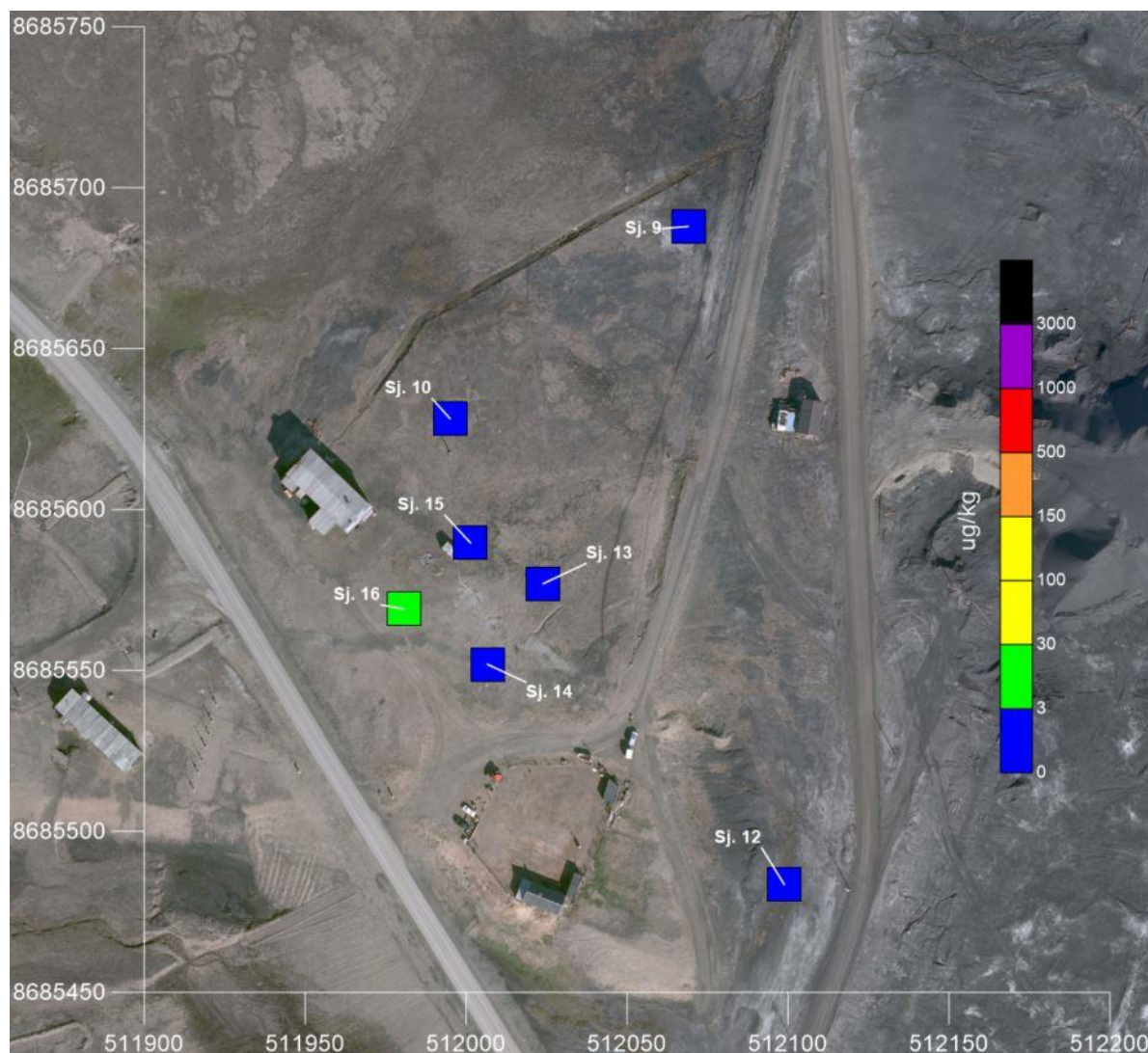
Figur V4.8: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS på aktiv BØF i dybdeintervall 100 cm u.t til permafrost. Punktens farge gjenspeiler vektet konsentrasjonsgjennomsnitt for det gitte dybdeintervallet.

Tabell V4.10: Beregnet mengde Σ PFAS på aktiv BØF for dybdeintervall 100 cm u.t. til permafrost.

ΣPFAS, 100 cm dyp til Permafrost			Usikkerhet (±)	Mengde (kg)		
				Lav	Middel	Høy
Areal rundt BØF med forhøyet ΣPFAS	5800	m2	1000			
Gjennomsnitt målt ΣPFAS for området	21	ug/kg				
Estimert dybde med ΣPFAS	0,65	m	0,2			
Volum jord	3770	m3	1330			
Egenvekt jord	1800	kg/m3	200			
Vekt jord totalt	6786000	kg	2509414			
Andel finstoff	0,39		0,1			
Vekt ΣPFAS	0,1	kg	0,0	0,0	0,1	0,1
Faktor Σ23PFAS / Σ12PFAS	1,1					
Vekt Σ23PFAS	0,1	kg	0,0	0,0	0,1	0,1

Mengder PFOS og Σ PFAS i permafrost

Analyser av permafrostprøver fra gammel BØF i 2016 (n=7) viste svært lav Σ PFAS (3,47 $\mu\text{g}/\text{kg}$) i ett punkt (Sj.16), mens øvrige analyser ikke påviste PFOS eller Σ PFAS over LOQ (Figur V4.9). Det er derfor ikke beregnet mengder under aktivt lag.



Figur V4.9: PFOS og Σ PFAS i permafrost.

På aktiv BØF er det analysert for PFOS/ Σ PFAS i kun tre prøver fra permafrost (ikke vist). Det er påvist PFAS i kun ett av punktene (Sj. 7), og da i svært lave konsentrasjoner (PFOS/ Σ PFAS = 3,2/6,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Det er derfor ikke beregnet mengder under aktivt lag.

Vedlegg 5 Analyseresultater supplerende undersøkelser 2016-2017

Tabell V5.1 Analyseresultater for jordprøver tatt ved aktivt brannøvingsfelt.

Sjakt		Sj.1				Sj.2			Sj.3
Prøve		1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	3-2
Dybde	m	0-0,05	0,05-0,5	0,7-1,2	1,2-1,4 (PF)	0-1,0	1,2-1,8	1,8-2,0 (PF)	1,0-1,7
Tørrstoff	%	46,9	90,1	87,1	74,4	91,8	75,1	83,6	93,2
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	< 1,97	< 3,07	< 4,75	< 3,12	29,0	21,2	< 3,49	< 2,94
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	< 2,62	< 4,10	< 6,33	< 4,16	< 5,03	< 4,33	< 4,65	< 3,92
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	< 1,97	< 3,07	< 4,75	< 3,12	< 3,77	< 3,24	< 3,49	< 2,94
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	< 1,31	< 2,05	< 3,16	< 2,08	< 2,51	< 2,16	< 2,32	< 1,96
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	< 1,31	< 2,05	< 3,16	< 2,08	< 2,51	< 2,16	< 2,32	< 1,96
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	< 1,97	< 3,07	< 4,75	< 3,12	28,7	24,0	< 3,49	< 2,94
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	< 1,31	< 2,05	< 3,16	< 2,08	5,26	< 2,16	< 2,32	< 1,96
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	< 1,31	< 2,05	< 3,16	< 2,08	< 2,51	< 2,16	< 2,32	< 1,96
Perfluoronansyre (PFNA)	µg/kg ts	< 1,31	< 2,05	< 3,16	< 2,08	< 2,51	< 2,16	< 2,32	< 1,96
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	< 1,31	< 2,05	< 3,16	< 2,08	< 2,51	< 2,16	< 2,32	< 1,96
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	µg/kg ts	3,67	< 2,05	< 3,16	< 2,08	155	< 2,16	< 2,32	< 1,96
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	< 1,31	< 2,05	< 3,16	< 2,08	5,18	6,86	< 2,32	< 1,96
Sum PFAS ekskl. LOQ	µg/kg ts	3,67	n.d.	n.d.	n.d.	223	52,0	n.d.	n.d.
Sum PFAS inkl. LOQ	µg/kg ts	21,4	29,7	45,9	30,2	245	74,7	33,7	28,5

PF = prøve av permafrost.

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

Tabell V5.1 (forts.). Analyseresultater for jordprøver tatt ved aktivt brannøvingsfelt.

Sjakt		Sj.6		Sj.7		Sj.26	Sj.28
Prøve		6-2	6-3	7-2	7-3	26-1	28-1
Dybde	m	0,5-0,9	0,9-1,1 (PF)	1,0-2,1	2,1-2,3 (PF)	0,1-0,2	0,1-0,3
Tørrstoff	%	78,7	79,2	94,4	85,1	89,8	87,4
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	< 3,39	< 3,62	21,8	3,64	< 2,77	< 3,41
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	< 4,52	< 4,83	< 3,87	< 3,86	< 3,69	< 4,54
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	< 3,39	< 3,62	< 2,90	< 2,89	< 2,77	< 3,41
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	< 2,26	< 2,41	< 1,93	< 1,93	< 1,84	< 2,27
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	< 2,26	< 2,41	< 1,93	< 1,93	< 1,84	< 2,27
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	< 3,39	< 3,62	7,70	< 2,89	< 2,77	< 3,41
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	< 2,26	< 2,41	< 1,93	< 1,93	< 1,84	< 2,27
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	< 2,26	< 2,41	< 1,93	< 1,93	< 1,84	< 2,27
Perfluormonansyre (PFNA)	µg/kg ts	< 2,26	< 2,41	< 1,93	< 1,93	< 1,84	< 2,27
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	< 2,26	< 2,41	< 1,93	< 1,93	< 1,84	< 2,27
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg ts	< 2,26	< 2,41	58,2	3,20	< 1,84	< 2,27
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	< 2,26	< 2,41	2,53	< 1,93	< 1,84	< 2,27
Sum PFAS ekskl. LOQ	µg/kg ts	n.d.	n.d.	90,3	6,84	n.d.	n.d.
Sum PFAS inkl. LOQ	µg/kg ts	32,8	35,0	109	30,0	26,7	32,9

PF = prøve av permafrost.

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

Tabell V5.2 Analyseresultater for utvidet analyse av PFAS (23 enkeltforbindelser) i jordprøve fra aktivt brannøvingsfelt.

Sjakt		Sj. 2
Prøve		2-1
Dybde	m	0-1,0
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	29,0
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	< 5,03
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	< 3,77
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	< 2,51
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	< 2,51
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	28,7
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	5,26
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	< 2,51
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg ts	< 2,51
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	< 2,51
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg ts	155
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	5,18
Sum PFAS (12) eksl. LOQ	µg/kg ts	223
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	µg/kg ts	245
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	µg/kg ts	< 3,91
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	µg/kg ts	< 3,91
2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	µg/kg ts	< 3,91
2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	µg/kg ts	< 3,91
Perfluordekansulfonat (PFDS)	µg/kg ts	< 2,93
Perfluordodekansyre (PFDoA)	µg/kg ts	< 1,95
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	µg/kg ts	5,2
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	µg/kg ts	< 1,95
Perfluortetradekansyre (PFTA)	µg/kg ts	< 1,95
Perfluortridekansyre (PFTrA)	µg/kg ts	< 1,95
Perfluorundekansyre (PFUnA)	µg/kg ts	< 1,95
Sum PFAS (23) eksl. LOQ	µg/kg ts	228
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	µg/kg ts	279

Tabell V5.3 Analyseresultater for jordprøver tatt ved gammelt brannøvingsfelt.

Sjakt		Sj.8		Sj.9			Sj.10		
Prøve		8-1	8-2	9-1	9-2	9-3	10-1	10-2	10-3
Dybde	m	0,1-1,0	1,0-1,3	0,1-0,5	0,5-1,0	1,0-1,2 (PF)	0,1-1,0	1,0-1,5	1,5-1,7 (PF)
Tørrstoff	%	91,0	91,9	84,1	93,5	84,0	94,2	95,9	88,6
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	< 3,05	< 2,21	< 3,18	< 2,75	< 3,77	< 1,96	< 1,99	< 3,42
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	< 4,06	< 2,94	< 4,24	< 3,66	< 5,03	< 2,62	< 2,66	< 4,56
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	14,5	< 2,21	< 3,18	< 2,75	< 3,77	< 1,96	< 1,99	< 3,42
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	< 2,03	< 1,47	< 2,12	< 1,83	< 2,51	< 1,31	< 1,33	< 2,28
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	< 2,03	< 1,47	< 2,12	< 1,83	< 2,51	1,65	< 1,33	< 2,28
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	187	12,1	< 3,18	< 2,75	< 3,77	8,78	6,12	< 3,42
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	31,7	< 1,47	< 2,12	< 1,83	< 2,51	2,11	1,58	< 2,28
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	18,1	< 1,47	< 2,12	< 1,83	< 2,51	< 1,31	< 1,33	< 2,28
Perfluormonansyre (PFNA)	µg/kg ts	251	220	< 2,12	< 1,83	< 2,51	42,4	74,7	< 2,28
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	4,87	< 1,47	< 2,12	< 1,83	< 2,51	< 1,31	< 1,33	< 2,28
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	µg/kg ts	33,8	28,8	< 2,12	< 1,83	< 2,51	74,9	7,48	< 2,28
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	73,4	5,63	< 2,12	< 1,83	< 2,51	3,47	2,52	< 2,28
Sum PFAS eksl. LOQ	µg/kg ts	618	267	n.d.	n.d.	n.d.	142	92,4	n.d.
Sum PFAS inkl. LOQ	µg/kg ts	659	282	30,7	26,6	36,5	172	104	33,1

PF = prøve av permafrost.

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

Tabell V5.3 (forts.). Analyseresultater for jordprøver tatt ved gammelt brannøvingsfelt.

Sjakt		Sj.12			Sj.13			Sj.14			
Prøve		12-1	12-2	12-3	13-1	13-2	13-3	14-1	14-2	14-3	14-4
Dybde	m	0-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8 (PF)	0,1-1,0	1,5-2,0	2,0-2,2 (PF)	0-0,2	0,2-0,8	2,1-2,4	2,4-2,7 (PF)
Tørrstoff	%	83,7	92,7	87,8	90,7	93,1	85,5	92,0	95,7	95,3	90,4
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	< 3,54	< 3,60	< 2,82	< 4,77	< 2,70	< 3,16	< 3,33	< 2,74	< 2,01	< 3,27
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	< 4,72	< 4,80	< 3,76	< 6,36	< 3,60	< 4,21	42,0	< 3,65	< 2,69	< 4,36
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	< 3,54	< 3,60	< 2,82	< 4,77	< 2,70	< 3,16	538	19,4	4,65	< 3,27
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	< 2,36	< 2,40	< 1,88	< 3,18	< 1,80	< 2,11	< 2,92	< 1,83	< 1,34	< 2,18
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	< 2,36	< 2,40	< 1,88	14,6	< 1,80	< 2,11	98,5	37,4	< 1,34	< 2,18
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	4,75	< 3,60	< 2,82	65,4	43,1	< 3,16	1440	165	57,0	< 3,27
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	< 2,36	< 2,40	< 1,88	< 3,18	2,67	< 2,11	225	22,2	4,35	< 2,18
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	< 2,36	< 2,40	< 1,88	< 3,18	< 1,80	< 2,11	56,2	23,0	2,17	< 2,18
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg ts	5,80	< 2,40	< 1,88	1680	615	< 2,11	2160	785	364	< 2,18
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	< 2,36	< 2,40	< 1,88	< 3,18	< 1,80	< 2,11	22,9	2,70	< 1,34	< 2,18
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	µg/kg ts	3,53	< 2,40	< 1,88	857	26,7	< 2,11	18000	1010	241	< 2,18
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	< 2,36	< 2,40	< 1,88	11,7	14,9	< 2,11	318	107	13,8	< 2,18
Sum PFAS eksl. LOQ	µg/kg ts	14,1	n.d.	n.d.	2630	703	n.d.	22900	2170	687	n.d.
Sum PFAS inkl. LOQ	µg/kg ts	40,1	34,8	27,2	2660	719	30,5	22900	2180	696	31,6

PF = prøve av permafrost.

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

Tabell V5.3 (forts.). Analyseresultater for jordprøver tatt ved gammelt brannøvingsfelt.

Sjakt		Sj.15				Sj.16			Sj.17		Sj.18	
Prøve		15-1	15-2	15-3	15-4	16-1	16-2	16-3	17-1	17-2	18-1	18-2
Dybde	m	0-0,1	0,1-0,4	0,4-1,4	1,4-1,6 (PF)	0-1,0	1,0-2,0	2,0-2,2 (PF)	0,2-1,0	1,0-1,6	0-1,0	1,0-2,0
Tørrstoff	%	86,5	88,4	92,8	82,7	94,4	93,9	86,4	93,4	92,6	94,4	93,9
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	< 2,33	< 3,22	< 3,88	< 3,33	< 4,94	< 4,54	3,47	< 2,70	< 2,46	< 2,32	< 3,94
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	< 3,11	< 4,29	< 5,17	< 4,43	< 6,59	< 6,05	< 4,56	< 3,60	< 3,28	< 3,10	< 5,25
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	4,33	< 3,22	< 3,88	< 3,33	< 4,94	< 4,54	< 3,42	6,87	6,38	< 2,32	< 3,94
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	< 1,56	< 2,15	< 2,58	< 2,22	< 3,30	< 3,03	< 2,28	< 1,80	< 1,64	< 1,55	< 2,63
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	13,0	< 2,15	< 2,58	< 2,22	18,7	< 3,03	< 2,28	< 1,80	< 1,64	< 1,55	< 2,63
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	54,3	26,9	7,42	< 3,33	11,3	5,88	< 3,42	93,8	60,6	2,71	5,18
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	6,08	9,74	2,78	< 2,22	< 3,30	< 3,03	< 2,28	15,5	12,5	< 1,55	< 2,63
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	1,64	8,59	< 2,58	< 2,22	< 3,30	< 3,03	< 2,28	4,03	2,73	< 1,55	< 2,63
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg ts	80,6	50,3	17,4	< 2,22	127	88,1	< 2,28	113	137	2,3	8,88
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	< 1,56	< 2,15	< 2,58	< 2,22	< 3,30	< 3,03	< 2,28	2,02	1,84	< 1,55	< 2,63
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg ts	1030	< 2,15	3,06	< 2,22	533	70,7	< 2,28	153	64,0	13,6	21,2
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	7,91	15,7	3,70	< 2,22	3,77	3,21	< 2,28	14,3	12,6	2,02	2,68
Sum PFAS eksl. LOQ	µg/kg ts	1190	111	34,3	n.d.	695	168	3,47	416	298	20,6	38,0
Sum PFAS inkl. LOQ	µg/kg ts	1200	131	57,6	32,2	724	198	33,1	447	307	36,1	64,2

PF = prøve av permafrost.

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

Tabell V5.3 (forts.). Analyseresultater for jordprøver tatt ved gammelt brannøvingfelt.

Sjakt		Sj.19		Sj.20		Sj.21		Sj.22		Sj.23	Sj.24
Prøve		19-1	19-2	20-1	20-2	21-1	21-2	22-1	22-2	23-1	24-1
Dybde	m	0,2-1,0	1,0-1,4	0,2-1,0	1,0-1,8	0-0,3	0,3-1,1	0-0,2	0,2-0,3	0-0,3	0-0,1
Tørrstoff	%	93,3	94,1	91,8	94,2	89,1	89,8	86,0	91,3	88,9	85,5
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	<2,15	< 4,37	< 2,16	< 3,25	< 3,50	< 2,17	< 4,05	< 3,87	< 3,44	< 3,26
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	<2,87	< 5,82	< 2,87	< 4,34	< 4,67	< 2,89	< 5,40	< 5,15	< 4,58	< 4,35
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	<2,15	< 4,37	3,92	< 3,25	21,3	< 2,17	17,2	< 3,87	< 3,44	< 3,26
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	<1,44	< 2,91	< 1,44	< 2,17	< 2,34	< 1,45	< 2,70	< 2,58	< 2,29	< 2,17
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	<1,44	< 2,91	< 1,44	< 2,17	< 2,34	< 1,45	< 2,70	< 2,58	< 2,29	< 2,17
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	<2,15	9,23	43,4	< 3,25	23,6	2,6	30,1	18,0	< 3,44	< 3,26
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	<1,44	< 2,91	12	2,37	31,4	1,47	30,4	2,75	< 2,29	< 2,17
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	<1,44	< 2,91	3,04	< 2,17	8,72	< 1,45	10,6	< 2,58	< 2,29	< 2,17
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg ts	3,24	48,2	15,2	< 2,17	5,51	< 1,45	13,3	19,1	< 2,29	< 2,17
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	<1,44	< 2,91	2,24	< 2,17	6,93	< 1,45	4,26	< 2,58	< 2,29	< 2,17
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg ts	5,08	3,19	257	10,6	85,7	< 1,45	< 2,70	< 2,58	< 2,29	< 2,17
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	1,62	5,01	7,73	< 2,17	12,7	< 1,45	16,0	7,29	< 2,29	< 2,17
Sum PFAS eksl. LOQ	µg/kg ts	9,94	65,6	344	13,0	196	4,08	122	47,2	n.d.	n.d.
Sum PFAS inkl. LOQ	µg/kg ts	26,5	94,7	352	40,1	209	21,4	139	72,9	33,2	31,5

PF = prøve av permafrost.

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

Tabell V5.4 Analyseresultater for utvidet analyse av PFAS (23 enkeltforbindelser) i jordprøver fra gammelt brannøvningsfelt.

Sjakt		Sj.8	Sj.10	Sj.13	Sj.14	Sj.15	Sj.16	Sj.17
Prøve		8-1	10-1	13-1	14-1	15-1	16-1	17-1
Dybde	m	0,1-1,0	0,1-1,0	0,1-1,0	0-0,2	0-0,1	0-1,0	0,2-1,0
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	< 3,05	< 1,96	< 4,77	< 3,33	< 2,33	< 4,94	< 2,70
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	< 4,06	< 2,62	< 6,36	42,0	< 3,11	< 6,59	< 3,60
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	14,5	< 1,96	< 4,77	538	4,33	< 4,94	6,87
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	< 2,03	< 1,31	< 3,18	< 2,92	< 1,56	< 3,30	< 1,80
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	< 2,03	1,65	14,6	98,5	13,0	18,7	< 1,80
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	187	8,78	65,4	1440	54,3	11,3	93,8
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	31,7	2,11	< 3,18	225	6,08	< 3,30	15,5
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	18,1	< 1,31	< 3,18	56,2	1,64	< 3,30	4,03
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg ts	251	42,4	1680	2160	80,6	127	113
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	4,87	< 1,31	< 3,18	22,9	< 1,56	< 3,30	2,02
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	µg/kg ts	33,8	74,9	857	18000	1030	533	153
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	73,4	3,47	11,7	318	7,91	3,77	14,3
Sum PFAS (12) eksl. LOQ	µg/kg ts	618	142	2630	22900	1190	695	416
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	µg/kg ts	659	172	2660	22900	1200	724	447
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	µg/kg ts	< 4,06	< 2,62	< 6,36	< 4,44	< 3,11	< 4,31	< 3,60
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	µg/kg ts	< 4,06	< 2,62	< 6,36	< 4,44	< 3,11	< 4,31	< 3,60
2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	µg/kg ts	< 4,06	< 2,62	< 6,36	< 4,44	< 3,11	< 4,31	< 3,60
2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	µg/kg ts	< 4,06	< 2,62	< 6,36	< 4,44	< 3,11	< 4,31	3,78
Perfluordekansulfonat (PFDS)	µg/kg ts	< 3,05	< 1,96	< 4,77	237	46,9	< 3,23	< 2,70
Perfluordodekansyre (PFDoA)	µg/kg ts	< 2,03	< 1,31	< 3,18	22,8	85,4	6,71	< 1,80
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	µg/kg ts	3,68	< 1,96	33,1	1210	3,8	5,32	5,32
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	µg/kg ts	< 2,03	< 1,31	< 3,18	261	31,1	5,61	< 1,80
Perfluortetradekansyre (PFTA)	µg/kg ts	< 2,03	< 1,31	< 3,18	10,8	28,4	< 2,16	< 1,80
Perfluortridekansyre (PFTTrA)	µg/kg ts	< 2,03	< 1,31	32,9	242	648	106	< 1,80
Perfluorundekansyre (PFUnA)	µg/kg ts	< 2,03	8,21	108	923	993	470	3,87
Sum PFAS (23) eksl. LOQ	µg/kg ts	622	150	2804	25807	3027	1289	429
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	µg/kg ts	649	200	2874	25824	3049	1340	481

Tabell V5.5 Analyseresultater for vannprøver tatt ved aktivt brannøvsfelt.

	Dato	Ref. pkt.		BØF1 oppstr.						
		2017-06-27	2017-09-22	2013-07-06	2014-06-26	2015-06-30	2015-08-27	2016-06-15	2016-09-06*	2017-06-27
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/l	<0,30	<0,3	<7,5	<15,0	< 1,5	<1,5	<7,50	<7,50	<0,30
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	<0,30	<0,3	<10,0	<20,0	< 2,0	<2,0	<10,0	<10,0	<0,30
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<0,30	<0,3	<7,5	<15,0	< 1,5	<1,5	<7,50	<7,50	<0,30
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	2,2	5,1	<5,0	<10,0	1	<1,0	<5,00	<5,00	2
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/l	<0,30	<0,3	<5,0	<10,0	< 1,0	<1,0	<5,00	<5,00	<0,30
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<0,30	<0,3	<7,5	<15,0	< 1,5	<1,5	<7,50	<7,50	<0,30
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<0,30	<0,3	<5,0	<10,0	< 1,0	<1,0	<5,00	<5,00	<0,30
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	0,3	0,33	<5,0	<10,0	< 1,0	<1,0	<5,00	<5,00	<0,30
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<0,30	<0,3	<5,0	<10,0	< 1,0	<1,0	<5,00	<5,00	<0,30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	0,35	<0,3	<5,0	<10,0	< 1,0	<1,0	<5,00	<5,00	0,4
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	ng/l	<0,30	<0,2	<5,0	<10,0	< 1,0	<1,0	<5,00	<5,00	<0,30
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<0,30	<0,3	<5,0	<10,0	< 1,0	<1,0	<5,00	<5,00	<0,30
Sum PFAS (12) eksl. LOQ	ng/l	-	-	n.d.	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	-
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	ng/l	-	-	72,5	145	14,5	14,5	72,5	72,5	-
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluordodekansyre (PFDoA)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/l	<1,0	<1	-	-	-	-	-	-	<1,0
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	<0,30	<0,3	-	-	-	-	-	-	<0,30
Sum PFAS (23) eksl. LOQ	ng/l	2,9	5,4	-	-	-	-	-	-	2,4
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

* Prøvetakingspunktet ble flyttet litt lenger nord på grunn av tørt bekkeleie

Tabell V5.5 (forts.) Analyseresultater for vannprøver tatt ved aktivt brannøvingsfelt.

	Dato	BØF1 nedstr.								
		2013-07-06	2013-09-16	2014-06-26	2014-09-12	2015-06-30	2015-08-27	2016-06-15	2016-09-06*	2017-06-27
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/l	<7,5	<15,0	<15,0	<15,0	< 1,5	<1,5	<7,50	11,3	<0,30
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	<10,0	<20,0	<20,0	<20,0	< 2,0	<2,0	<10,0	<10,0	<0,30
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<7,5	<15,0	<15,0	<15,0	<1,5	2,8	<7,50	<7,50	0,55
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<5,0	<10,0	<10,0	<10,0	<1,0	1,3	<5,00	6,18	1,8
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/l	<5,0	<10,0	<10,0	<10,0	<1,0	<1,0	<5,00	<5,00	<0,30
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	<7,5	<15,0	<15,0	32,6	<1,5	4,6	<7,50	25,5	1,5
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	<5,0	12,6	<10,0	32,4	2,2	6,2	<5,00	24,9	2,5
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	<5,0	<10,0	<10,0	<10,0	<1,0	2,4	<5,00	7,66	0,93
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	<5,0	<10,0	<10,0	<10,0	<1,0	<1,0	<5,00	<5,00	<0,30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	<5,0	<10,0	<10,0	18,3	1,1	6,5	<5,00	24,5	1,3
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/l	<5,0	<10,0	<10,0	<10,0	<1,0	<1,0	<5,00	<5,00	0,42
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	<5,0	<10,0	<10,0	<10,0	<1,0	<1,0	<5,00	7,44	0,58
Sum PFAS (12) ekskl. LOQ	ng/l	n.d.	12,6	n.d.	83,3	3,3	23,9	n.d.	107	-
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	ng/l	72,5	148	145	193	15,8	31,4	72,5	140	-
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluordodekansyre (PFDoA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,0
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30
Sum PFAS (23) ekskl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	9,6
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

Tabell V5.5 (forts.) Analyseresultater for vannprøver tatt ved aktivt brannøvingfelt.

		Dato	Kulvert-RB øst			L1 OV		
			2016-09-06	2017-06-27	2017-09-21	2016-09-06	2017-06-27	2017-09-21
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)		ng/l	<7,50	0,77	<0,30	< 1,50	0,62	0,34
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)		ng/l	<10,0	<0,30	<0,30	< 2,00	<0,30	<0,30
Perfluorbutansulfonat (PFBS)		ng/l	<7,50	10	1,9	16,4	3,5	15
Perfluorbutansyre (PFBA)		ng/l	<5,00	1,5	2,3	18,2	3,2	12
Perfluordekansyre (PFDeA)		ng/l	<5,00	<0,30	<0,30	< 1,00	<0,30	<0,30
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)		ng/l	14	40	13	22,2	16	40
Perfluorheksansyre (PFHxA)		ng/l	6,67	22	4,5	72,3	15	66
Perfluorheptansyre (PFHpA)		ng/l	<5,00	4,6	1,4	13,5	4,1	14
Perfluornonansyre (PFNA)		ng/l	<5,00	0,45	0,41	< 1,00	<0,30	0,34
Perfluorpentansyre (PFPeA)		ng/l	5,75	3,4	2,5	56,4	7,1	57
Perfluoroktysulfonat (PFOS)		ng/l	58,5	36	42	6,53	9,7	13
Perfluoroktansyre (PFOA)		ng/l	5,13	4,1	2,4	11,9	4,4	25
Sum PFAS (12) eksl. LOQ		ng/l	90,1	-	-	217	-	-
Sum PFAS (12) inkl. LOQ		ng/l	135	-	-	223	-	-
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
Perfluordodekansyre (PFDoA)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)		ng/l	-	2	1,2	-	0,41	0,62
Perfluortetradekansyre (PFTA)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
Perfluortridekansyre (PFTrA)		ng/l	-	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0
Perfluorundekansyre (PFUnA)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)		ng/l	-	<0,30	<0,30	-	<0,30	<0,30
Sum PFAS (23) eksl. LOQ		ng/l	-	120	72	-	64	240
Sum PFAS (23) inkl. LOQ		ng/l	-	-	-	-	-	-

Tabell V5.5 (forts.) Analyseresultater for vannprøver tatt ved aktivt brannøvingsfelt (oljeutskiller).

	Dato	OU-BØF							
		2013-06-10	2014-09-12	2015-05-18	2015-06-11	2015-09-19	2016-08-08	2017-06-07	2017-09-22
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/l	184000	68800	32900	32900	21600	14400	11000	11000
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	2780	1730	1650	922	1610	1070	780	650
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	2600	1970	1230	1400	988	82,2	58	79
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	1520	1200	389	373	358	75,1	-	92
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/l	80	<167	64	59	37	39,8	33	29
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	33600	23500	9300	9340	10900	2020	2200	1900
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	6830	7200	2280	2130	2390	664	790	730
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	2740	2640	944	1190	657	451	190	210
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	260	417	223	213	190	95,1	97	86
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	2140	5250	964	1060	2600	377	370	460
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	ng/l	238200	50200	52900	49400	21500	16900	36000	30000
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	7600	5890	1770	1830	1120	1120	570	470
Sum PFAS (12) eksl. LOQ	ng/l	482350	169000	105000	101000	63900	37300	-	-
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	ng/l	482350	169000	105000	101000	63900	37300	-	-
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	<10	<10
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	<10	<10
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	<10	<10
Perfluordodekansyre (PFDaA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	<10	15
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	760	510
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/l	-	-	-	-	-	-		<10
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	<10	<10
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	<10	<10
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	<10	<50
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	420	840
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	<10	<10
Sum PFAS (23) eksl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	-	53000	47000
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell V5.5 (forts.) Analyseresultater for vannprøver tatt ved aktivt brannøvingsfelt (utslippsledning).

	Dato	Utslippsledning									
		2013-07-05	2013-09-17	2014-06-25	2014-09-12	2015-06-30	2015-09-26	2016-06-15	2016-09-05	2017-06-27	2017-09-22
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/l	6160	<75,0	50,2	508	<7,5	<75,0	<7,5	42,7	4,5	<10
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	579	<100	<20,0	98,2	<10,0	<100	<10,0	<33,3	0,46	12
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	106	<75,0	<15,0	<25,0	<7,5	<75,0	20,6	<25,0	4,2	<10
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	120	<50,0	<10,0	17,6	<5,0	<50,0	11	<16,7	5,5	<10
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/l	<50,0	<50,0	<10,0	<16,7	<5,0	<50,0	<5,0	<16,7	<0,30	<10
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	1900	<75,0	19,7	179	<7,5	<75,0	199	134	19	<10
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	459	<50,0	<10,0	74,8	7,4	<50,0	59,1	33,6	19	<10
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	103	<50,0	<10,0	17,1	<5,0	<50,0	9,97	<16,7	5,8	<10
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	83,7	<50,0	<10,0	<16,7	<5,0	<50,0	28,4	114	2,7	<10
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	68,1	<50,0	<10,0	36,8	<5,0	<50,0	27,2	<16,7	16	<10
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	ng/l	6020	62	381	2910	52,1	<50,0	465	2100	19	360
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	405	<50,0	<10,0	75	13,2	<50,0	25,9	57,4	4,9	<10
Sum PFAS (12) eksl. LOQ	ng/l	16000	62	451	3920	72,8	n.d.	846	2480	-	-
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	ng/l	16100	737	556	3970	130	725	869	2600	-	-
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	<10
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	<10
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	<10
Perfluordodekansyre (PFDaA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	<10
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41	<10
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	<10
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,0	<10
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	<10
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	<50
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	14
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,30	<10
Sum PFAS (23) eksl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	100	390
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell V5.6 Analyseresultater for vannprøver tatt ved gammelt brannøvingfelt.

	Dato	Gml. BØF nedstr.							L2 OV *
		2014-06-26	2015-06-30	2015-08-27	2016-06-15	2016-09-05	2017-06-27	2017-09-21	2017-09-21
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/l	<15,0	<7,5	<1,5	7,68	<7,50	1,4	<0,30	<0,30
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	<20,0	<10,0	<2,0	<10,0	<10,0	0,3	<0,30	<0,30
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	20,3	24,7	33	46,2	25,9	37	44	33
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	<10,0	16,8	22	36,9	25,3	43	40	26
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/l	<10,0	<5,0	<1,0	14,2	<5,00	3,1	0,58	0,51
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	117	71,2	62,6	166	59,1	100	73	47
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	135	150	194	230	189	170	250	140
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	13,5	30,5	30,9	53,7	25,5	43	27	16
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	13,8	13,2	8,4	31,8	11,7	36	28	9,5
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	18,9	35,3	39,9	57,8	49,7	46	62	39
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/l	49,6	61,5	13,1	252	14,8	140	45	53
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	130	183	152	192	147	240	170	68
Sum PFAS (12) eksl. LOQ	ng/l	498	587	556	1090	548	-	-	-
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	ng/l	553	609	561	1100	571	-	-	-
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/l	-	-	-	-	-	<0,30	<0,30	<0,30
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/l	-	-	-	-	-	<0,30	<0,30	<0,30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	ng/l	-	-	-	-	-	<0,30	<0,30	<0,30
Perfluordodekansyre (PFDoA)	ng/l	-	-	-	-	-	0,35	<0,30	<0,30
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	-	-	-	-	-	2,9	2	1
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/l	-	-	-	-	-	<0,30	<0,30	<0,30
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/l	-	-	-	-	-	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/l	-	-	-	-	-	11	3,9	1,6
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	ng/l	-	-	-	-	-	<0,30	<0,30	<0,30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/l	-	-	-	-	-	1,9	0,44	<0,30
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	-	-	-	-	-	<0,30	<0,30	<0,30
Sum PFAS (23) eksl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	880	750	430
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-

* Prøve tatt i grøft langs vei mellom Gml BØF nedstr. og L2 OV.

Tabell V5.6 (forts.) Analyseresultater for vannprøver tatt ved gammelt brannøvingfelt (kullager sør).

	Dato	Kullager sør				
		Kullager sør 1 2016-09-06	Kullager sør 2 2017-06-27	Kullager sør 3 2017-09-21	Kullager sør 4 2017-09-21	Kullager sør 5 2017-09-21
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/l	< 1,50	<10	<0,30	<10	<0,30
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	< 2,00	<10	<0,30	<10	<0,30
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	70,1	660	190	460	7,1
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	599	700	100	1000	9,6
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/l	< 1,00	<10	1,6	<10	<0,30
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	3,58	95	490	34	1,9
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	382	1600	530	1400	37
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	7,13	110	110	34	4,3
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	< 1,00	<10	90	<10	0,32
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	205	530	160	580	28
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	ng/l	1,58	<10	220	<10	4,9
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	1,78	<10	210	11	2
Sum PFAS (12) eksl. LOQ	ng/l	1270	-	-	-	-
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	ng/l	1280	-	-	-	-
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/l	-	<10	<0,30	<10	<0,30
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/l	-	<10	<0,30	<10	<0,30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	ng/l	-	<10	<0,30	<10	<0,30
Perfluordodekansyre (PFDoA)	ng/l	-	<10	<0,30	<10	<0,30
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	-	<10	15	<10	<0,30
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/l	-	<10	<0,30	<10	<0,30
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/l	-	<10	<1,0	<10	<1,0
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/l	-	<10	1,5	<10	<0,30
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	ng/l	-	<10	<0,30	<10	<0,30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/l	-	<10	1,3	<10	<0,30
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	-	<10	<0,30	<10	<0,30
Sum PFAS (23) eksl. LOQ	ng/l	-	3700	2100	3500	95
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	ng/l	-	-	-	-	-

Tabell V5.6 (forts.) Analyseresultater for vannprøver tatt ved gammelt brannøvingfelt (kullager midt og nord).

	Dato	Kullager midt			Kullager nord
		Kullager midt 1 2016-09-06	Kullager midt 2 2016-09-06	Kullager midt 3 2017-09-21	Kullager nord 1 2017-06-27
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/l	135	55,2	91	<0,30
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	< 2,00	< 2,00	<10	<0,30
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	11200	5640	5200	0,42
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	2660	1720	1800	7,5
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/l	< 1,00	< 1,00	<10	<0,30
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	29100	13300	26000	1,1
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	16400	8990	10000	2,7
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	2800	1340	2800	1,1
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	22500	2810	12000	<0,30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	5910	3340	2600	1,1
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	ng/l	217	3,6	2200	0,34
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	9060	4710	7800	0,64
Sum PFAS (12) eksl. LOQ	ng/l	99900	41900	-	-
Sum PFAS (12) inkl. LOQ	ng/l	99900	41900	-	-
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/l	<2,00	<2,00	<10	<0,30
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/l	5,18	2,71	<10	<0,30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	ng/l	<1,50	<1,50	<10	<0,30
Perfluordodekansyre (PFDoA)	ng/l	16	<1,00	<10	<0,30
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	945	156	390	<0,30
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/l	37,8	<1,00	<10	<0,30
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/l	24,4	<1,00	<10	<1,0
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/l	10,8	<1,00	<10	<0,30
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	ng/l	-	-	<50	<0,30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/l	-	-	<10	<0,30
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/l	-	-	<10	<0,30
Sum PFAS (23) eksl. LOQ	ng/l	-	-	71000	15
Sum PFAS (23) inkl. LOQ	ng/l	-	-	-	-

Tabell V5.7 Analyseresultater for passive prøvetakere (Sorbicell).

		Ref. pkt.	BØF 1 oppstrøms		BØF1 nedstr.	L1 OV	Kullager sør 2	Kullager nord 1
	dato	27/6-3/7-17	26/6-3/7-17	26/6-3/7-17	26/6-3/7-17	26/6-5/7-17	27/6-13/7-17	27/6-13/7-17
6:2 Fluortelomer sulfonat (6:2 FTS)	ng/l	< 1	< 1	< 0,5	< 0,6	2,9	0,90	< 1
8:2 Fluortelomer sulfonat (8:2 FTS)	ng/l	< 1	< 1	< 0,5	< 0,6	< 0,9	< 0,8	< 1
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	< 1	< 1	2,9	< 0,6	14	570	< 1
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/l	< 3	< 3	< 1	< 2	< 3	230	< 4
Perfluordekansulfonat (PFDS)	ng/l	< 1	< 1	< 0,5	< 0,6	< 0,9	< 0,8	< 1
Perfluordekansyre (PFDA)	ng/l	< 1	< 1	< 0,5	< 0,6	< 0,9	< 0,8	< 1
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/l	< 1	< 1	7,7	< 0,6	34	17	< 1
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/l	< 1	< 1	10,0	< 0,6	41	1000	2,8
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/l	< 1	1,2	7,3	< 0,6	10	50	< 1
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/l	< 1	< 1	0,67	0,69	< 0,9	< 0,8	< 1
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/l	< 1	< 1	< 0,5	< 0,6	< 0,9	< 0,8	< 1
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	ng/l	< 1	< 1	4,2	< 0,6	22	< 0,8	< 1
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/l	< 1	1,8	4,2	1,9	11	1,6	< 1
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/l	< 1	< 1	< 0,5	< 0,6	16	670	1,9
Perfluorundekansyre (PFFUnA)	ng/l	< 1	< 1	< 0,5	< 0,6	< 0,9	< 0,8	< 1

Tabell V5.8 Analyseresultater for sedimentprøver.

		L4-Sed	L2-Sed	L2-OV-Sed	L5-Sed	L1-Sed
Tørrstoff	%	86,2	94,5	82,3	70,9	74,5
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg ts	< 2,88	< 2,13	< 3,27	< 3,44	< 3,40
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg ts	< 3,84	< 2,84	< 4,36	< 4,59	< 4,53
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg ts	< 2,88	< 2,13	< 3,27	< 3,44	< 3,40
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg ts	< 1,92	< 1,42	< 2,18	< 2,29	< 2,27
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg ts	< 1,92	< 1,42	< 2,18	< 2,29	< 2,27
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg ts	< 2,88	< 2,13	< 3,27	< 3,44	< 3,40
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg ts	< 1,92	< 1,42	< 2,18	< 2,29	< 2,27
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg ts	< 1,92	< 1,42	< 2,18	< 2,29	< 2,27
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg ts	< 1,92	2,36	< 2,18	< 2,29	< 2,27
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg ts	< 1,92	< 1,42	< 2,18	< 2,29	< 2,27
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg ts	< 1,92	< 1,42	16,5	< 2,29	2,81
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg ts	< 1,92	< 1,42	< 2,18	< 2,29	< 2,27
Sum PFAS eksl. LOQ	µg/kg ts	n.d.	2,36	16,5	n.d.	2,81
Sum PFAS inkl. LOQ	µg/kg ts	27,8	21,6	46,0	33,3	33,4

n.d. = ikke påvist over kvantifiseringsgrense for analysemetode (LOQ).

Tabell V5.9 Analyseresultater for strandbiota.

		L1-1	L1-2	L1-3	L2-1	L5-3	L6-1
		Saueskjell	Tangloppe	Brun-/rødalge	Brun-/rødalge	Rur	Tangloppe
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS-6:2)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS-8:2)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg	<1,0	1,2	<1,0	<1,0	<1,0	2,5
Perfluordekansulfonat (PFDS)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluornonansyre (PFNA)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorundekansyre (PFUnA)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Perfluordodekansyre (PFDoA)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0

Tabell V5.10 Analyseresultater for terrestrisk biota (vegetasjon).

		L7-1	L7-2	L7-4	L8-1	L8-2	L8-3	L9-1
			Fjellbunke	Polarsnøull <i>Erophorum</i> <i>scheuchzeri</i> ssp. <i>arcticum</i>	Polarsnøull <i>Erophorum</i> <i>scheuchzeri</i> ssp. <i>arcticum</i>	Klobleikmose <i>Sanionia</i> <i>uncinata</i>	Fjellbunke <i>Deschampsia</i> <i>alpina</i>	Bladmose muligens <i>Bryum</i> -slekta
		<i>Dupontia fisheri</i>	<i>Deschampsia alpina</i>					
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS-6:2)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	3,9	<2,0	3	<2,0
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS-8:2)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg	<2,0	<2,0	2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg	1,9	2,6	6,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoroktysulfonat (PFOS)	µg/kg	8,1	5,5	9,9	<1,0	3,4	<1,0	<1,0
Perfluordekansulfonat (PFDS)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg	6,8	14	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg	9,6	23	9,2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg	1,3	<1,0	2,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluormonansyre (PFNA)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorundekansyre (PFUnA)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Perfluordodekansyre (PFDoA)	µg/kg	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0

Tabell V5.11 Analyseresultater for fiskeundersøkelser (stasjon 1).

	Lengde (mm) Vekt (g) Prøvetype	1.1		1.2		1.3		1.4		1.5	
		310		230		310		315		270	
		385		151		390		410		240	
		lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel
4:2 Fluorotelomer sulfonat (H4PFHxS)	ng/g	< 0,415	< 0,102	< 0,487	< 0,0952	< 0,401	< 0,0936	< 0,484	< 0,0902	< 0,440	< 0,104
6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/g	< 0,311	< 0,0764	< 0,365	< 0,0714	< 0,301	< 0,0702	< 0,363	< 0,0677	< 0,330	< 0,0779
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/g	< 0,415	< 0,102	< 0,487	< 0,0952	< 0,401	< 0,0936	< 0,484	< 0,0902	< 0,440	< 0,104
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	ng/g	< 0,415	< 0,102	< 0,487	< 0,0952	< 0,401	< 0,0936	< 0,484	< 0,0902	< 0,440	< 0,104
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/g	< 0,415	< 0,102	< 0,487	< 0,0952	< 0,401	< 0,0936	< 0,484	< 0,0902	< 0,440	< 0,104
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/g	< 0,311	< 0,0764	< 0,365	< 0,0714	< 0,301	< 0,0702	< 0,363	< 0,0677	< 0,330	< 0,0779
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/g	< 0,208	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluordekansulfonat (PFDS)	ng/g	< 0,311	< 0,0764	< 0,365	< 0,0714	< 0,301	< 0,0702	< 0,363	< 0,0677	< 0,330	< 0,0779
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/g	< 0,208	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluordodekansyre (PFDaA)	ng/g	< 0,208	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/g	< 0,311	< 0,0764	< 0,365	< 0,0714	< 0,301	< 0,0702	< 0,363	< 0,0677	< 0,330	< 0,0779
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/g	< 0,208	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/g	< 0,311	< 0,0764	< 0,365	< 0,0714	< 0,301	< 0,0702	< 0,363	< 0,0677	< 0,330	< 0,0779
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/g	< 0,208	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,223	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/g	0,212	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/g	< 0,208	0,131	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	0,0712	< 0,242	0,0842	< 0,220	< 0,0520
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/g	< 0,208	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/g	1,83	0,208	2,61	0,118	2,08	0,0867	1,55	0,0978	1,27	0,124
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/g	< 0,208	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/g	< 0,208	< 0,0510	< 0,243	< 0,0476	< 0,200	< 0,0468	< 0,242	< 0,0451	< 0,220	< 0,0520
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/g	0,797	0,106	0,361	< 0,0476	0,762	0,0567	1,82	0,125	0,283	< 0,0520
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/g	0,537	0,0779	< 0,243	< 0,0476	0,492	< 0,0582	0,759	0,0507	< 0,220	< 0,0565
Sum PFAS eksl. LOQ	ng/g	3,37	0,523	2,97	0,118	3,33	0,215	4,12	0,357	1,55	0,124
Sum PFAS inkl. LOQ	ng/g	8,46	1,77	9,42	1,43	8,47	1,42	10,3	1,46	7,39	1,56

Tabell V5.11 (forts.) Analyseresultater for fiskeundersøkelser (stasjon 1).

	Lengde (mm) Vekt (g) Prøvetype	1.6		1.7		1.8		1.9		1.10	
		250		265		255		255		280	
		201		229		212		210		255	
		lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel
4:2 Fluorotelomer sulfonat (H4PFHxS)	ng/g	< 0,433	< 0,0963	< 0,497	< 0,430	< 0,421	< 0,0970	< 0,418	< 0,0855	< 0,431	< 0,0927
6:2 Fluorotelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/g	< 0,325	< 0,0722	< 0,372	< 0,323	< 0,315	< 0,0728	< 0,313	< 0,0641	< 0,324	< 0,0695
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/g	< 0,433	< 0,0963	< 0,497	< 0,430	< 0,421	< 0,0970	< 0,418	< 0,0855	< 0,431	< 0,0927
8:2 Fluorotelomersulfonat (FTS)	ng/g	< 0,433	< 0,0963	< 0,497	< 0,430	< 0,421	< 0,0970	< 0,418	< 0,0855	< 0,431	< 0,0927
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/g	< 0,433	< 0,0963	< 0,497	< 0,430	< 0,421	< 0,0970	< 0,418	< 0,0855	< 0,431	< 0,0927
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/g	< 0,325	< 0,0722	< 0,372	< 0,323	< 0,315	< 0,0728	< 0,313	< 0,0641	< 0,324	< 0,0695
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	< 0,210	< 0,0485	< 0,209	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluordekansulfonat (PFDS)	ng/g	< 0,325	< 0,0722	< 0,372	< 0,323	< 0,315	< 0,0728	< 0,313	< 0,0641	< 0,324	< 0,0695
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	< 0,210	< 0,0485	< 0,209	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluordodekansyre (PFDaA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	< 0,210	< 0,0485	< 0,209	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/g	< 0,325	0,0927	< 0,372	< 0,323	0,537	< 0,0728	0,433	< 0,0641	< 0,324	< 0,0695
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	< 0,210	< 0,0485	< 0,209	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/g	< 0,325	< 0,0722	< 0,372	< 0,323	< 0,315	< 0,0728	< 0,313	< 0,0641	< 0,324	< 0,0695
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	< 0,210	< 0,0485	< 0,209	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	0,253	< 0,0485	0,472	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	< 0,210	< 0,0485	< 0,209	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	0,238	< 0,0485	0,587	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/g	1,6	0,106	1,39	0,633	2,73	0,148	4,19	0,151	1,71	0,123
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	< 0,210	< 0,0485	< 0,209	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/g	< 0,217	< 0,0482	< 0,248	< 0,215	< 0,210	< 0,0485	< 0,209	< 0,0428	< 0,216	< 0,0463
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/g	0,303	< 0,0482	0,374	0,217	0,659	0,0572	0,533	< 0,0428	0,55	0,0559
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/g	< 0,217	< 0,0570	< 0,248	< 0,301	0,359	< 0,0485	0,505	< 0,0428	0,416	0,0476
Sum PFAS eksl. LOQ	ng/g	1,91	0,199	1,77	0,85	4,78	0,205	6,72	0,151	2,68	0,226
Sum PFAS inkl. LOQ	ng/g	7,65	1,46	8,35	6,64	9,4	1,49	11,3	1,33	8,18	1,41

Tabell V5.11 (forts.) Analyseresultater for fiskeundersøkelser (stasjon 1).

	Lengde (mm) Vekt (g) Prøvetype	1.11		1.12		1.13		1.14		1.15	
		250		250		255		255		230	
		211		177		177		192		163	
		lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel
4:2 Fluorotelomer sulfonat (H4PFHxS)	ng/g	< 0,440	< 0,102	< 0,471	< 0,0826	< 0,393	< 0,0983	< 0,449	< 0,0893	< 0,427	< 0,103
6:2 Fluorotelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/g	< 0,330	< 0,0762	< 0,353	< 0,0619	< 0,295	< 0,0737	< 0,336	< 0,0670	< 0,320	< 0,0776
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/g	< 0,440	< 0,102	< 0,471	< 0,0826	< 0,393	< 0,0983	< 0,449	< 0,0893	< 0,427	< 0,103
8:2 Fluorotelomersulfonat (FTS)	ng/g	< 0,440	< 0,102	< 0,471	< 0,0826	< 0,393	< 0,0983	< 0,449	< 0,0893	< 0,427	< 0,103
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/g	< 0,440	< 0,102	< 0,471	< 0,0826	< 0,393	< 0,0983	< 0,449	< 0,0893	< 0,427	< 0,103
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/g	< 0,330	< 0,0762	< 0,353	< 0,0619	< 0,295	< 0,0737	< 0,336	< 0,0670	< 0,320	< 0,0776
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluordekansulfonat (PFDS)	ng/g	< 0,330	< 0,0762	< 0,353	< 0,0619	< 0,295	< 0,0737	< 0,336	< 0,0670	< 0,320	< 0,0776
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluordodekansyre (PFDoA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/g	0,363	< 0,0762	< 0,353	< 0,0619	< 0,295	< 0,0737	< 0,336	< 0,0670	< 0,320	0,127
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/g	< 0,330	< 0,0762	< 0,353	< 0,0619	< 0,295	< 0,0737	< 0,336	< 0,0670	< 0,320	< 0,0776
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/g	1,48	0,106	1,5	0,128	1,78	0,164	1,59	0,0683	1,97	0,162
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/g	< 0,220	< 0,0508	< 0,236	< 0,0413	< 0,197	< 0,0492	< 0,224	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/g	0,406	< 0,0508	0,628	0,07	0,38	< 0,0492	0,342	< 0,0446	0,434	0,0764
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/g	0,221	< 0,0632	0,292	0,0415	0,276	< 0,0492	0,293	< 0,0446	< 0,214	< 0,0517
Sum PFAS eksl. LOQ	ng/g	2,47	0,106	2,43	0,239	2,44	0,164	2,22	0,0683	2,41	0,366
Sum PFAS inkl. LOQ	ng/g	7,75	1,52	8,43	1,29	7,45	1,52	7,94	1,3	8,07	1,66

Tabell V5.12 Analyseresultater for fiskeundersøkelser (stasjon 2).

	Lengde (mm) Vekt (g) Prøvetype	2.1		2.2		2.3		2.4		2.5	
		295		290		290		270		250	
		344		377		311		373		203	
		lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel
4:2 Fluorotelomer sulfonat (H4PFHxS)	ng/g	< 0,428	< 0,101	< 0,388	< 0,0930	< 0,464	< 0,101	< 0,396	< 0,101	< 0,438	< 0,109
6:2 Fluorotelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/g	< 0,321	< 0,0754	< 0,291	< 0,0697	< 0,348	< 0,0760	< 0,297	< 0,0760	< 0,328	< 0,0819
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/g	< 0,428	< 0,101	< 0,388	< 0,0930	< 0,464	< 0,101	< 0,396	< 0,101	< 0,438	< 0,109
8:2 Fluorotelomersulfonat (FTS)	ng/g	< 0,428	< 0,101	< 0,388	< 0,0930	< 0,464	< 0,101	< 0,396	< 0,101	< 0,438	< 0,109
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/g	< 0,428	< 0,101	< 0,388	< 0,0930	< 0,464	< 0,101	< 0,396	< 0,101	< 0,438	< 0,109
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/g	< 0,321	< 0,0754	< 0,291	< 0,0697	< 0,348	< 0,0760	< 0,297	< 0,0760	< 0,328	< 0,0819
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/g	< 0,214	< 0,0503	< 0,194	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	< 0,219	< 0,0546
Perfluordekansulfonat (PFDS)	ng/g	< 0,321	< 0,0754	< 0,291	< 0,0697	< 0,348	< 0,0760	< 0,297	< 0,0760	< 0,328	< 0,0819
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/g	< 0,214	< 0,0503	< 0,194	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	< 0,219	< 0,0546
Perfluordodekansyre (PFDaA)	ng/g	< 0,214	< 0,0503	< 0,194	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	< 0,219	< 0,0546
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/g	< 0,321	< 0,0754	< 0,291	< 0,0697	< 0,348	< 0,0760	0,79	< 0,0760	0,493	< 0,0819
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/g	< 0,214	< 0,0503	< 0,194	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	< 0,219	< 0,0546
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/g	< 0,321	< 0,0754	< 0,291	< 0,0697	< 0,348	< 0,0760	< 0,297	< 0,0760	< 0,328	< 0,0819
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/g	< 0,214	< 0,0503	< 0,194	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	< 0,219	< 0,0546
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/g	< 0,214	< 0,0503	0,208	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	0,345	< 0,0506	0,265	< 0,0546
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/g	0,471	< 0,0503	0,829	< 0,0465	0,634	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	0,39	< 0,0546
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/g	< 0,214	< 0,0503	0,225	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	< 0,219	< 0,0546
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/g	0,92	0,0785	1,09	0,0844	1,29	0,0675	1,5	0,0823	2,19	0,0701
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/g	< 0,214	< 0,0503	< 0,194	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	< 0,219	< 0,0546
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/g	0,344	< 0,0503	< 0,194	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	< 0,198	< 0,0506	< 0,219	< 0,0546
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/g	0,758	< 0,0503	0,352	0,0512	0,243	< 0,0506	0,339	< 0,0506	0,539	< 0,0546
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/g	0,335	0,0525	0,356	< 0,0465	< 0,232	< 0,0506	0,257	< 0,0506	0,282	< 0,0546
Sum PFAS eksl. LOQ	ng/g	2,83	0,131	3,06	0,136	2,17	0,0675	3,23	0,0823	4,16	0,0701
Sum PFAS inkl. LOQ	ng/g	7,86	1,46	7,43	1,37	8,08	1,46	7,79	1,47	8,97	1,57

Tabell V5.12 (forts.) Analyseresultater for fiskeundersøkelser (stasjon 2).

	Lengde (mm) Vekt (g) Prøvetype	2.6		2.7		2.8		2.9		2.10	
		290		300		270		245		255	
		320		349		285		205		250	
		lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel
4:2 Fluorotelomer sulfonat (H4PFHxS)	ng/g	< 0,459	< 0,0982	< 0,407	< 0,0885	< 0,447	< 0,0959	< 0,398	< 0,0941	< 0,473	< 0,0941
6:2 Fluorotelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/g	< 0,344	< 0,0736	< 0,305	< 0,0664	< 0,335	< 0,0719	< 0,298	< 0,0706	< 0,355	< 0,0706
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/g	< 0,459	< 0,0982	< 0,407	< 0,0885	< 0,447	< 0,0959	< 0,398	< 0,0941	< 0,473	< 0,0941
8:2 Fluorotelomersulfonat (FTS)	ng/g	< 0,459	< 0,0982	< 0,407	< 0,0885	< 0,447	< 0,0959	< 0,398	< 0,0941	< 0,473	< 0,0941
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/g	< 0,459	< 0,0982	< 0,407	< 0,0885	< 0,447	< 0,0959	< 0,398	< 0,0941	< 0,473	< 0,0941
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/g	< 0,344	< 0,0736	< 0,305	< 0,0664	< 0,335	< 0,0719	< 0,298	< 0,0706	< 0,355	< 0,0706
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluordekansulfonat (PFDS)	ng/g	< 0,344	< 0,0736	< 0,305	< 0,0664	< 0,335	< 0,0719	< 0,298	< 0,0706	< 0,355	< 0,0706
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluordodekansyre (PFDoA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/g	< 0,344	< 0,0736	< 0,305	< 0,0664	< 0,335	< 0,0719	< 0,298	< 0,0706	< 0,355	< 0,0706
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/g	< 0,344	< 0,0736	< 0,305	< 0,0664	< 0,335	< 0,0719	< 0,298	< 0,0706	< 0,355	< 0,0706
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,426	< 0,0471
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/g	0,713	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/g	0,913	< 0,0491	0,58	0,0491	0,685	0,0676	0,793	0,0766	0,909	0,0513
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/g	< 0,230	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/g	0,383	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	< 0,199	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/g	0,262	< 0,0491	< 0,203	< 0,0443	< 0,224	< 0,0480	0,233	< 0,0470	< 0,237	< 0,0471
Sum PFAS eksl. LOQ	ng/g	2,27	n.d.	0,58	0,0491	0,685	0,0676	1,03	0,0766	0,909	0,0513
Sum PFAS inkl. LOQ	ng/g	7,9	1,4	6,17	1,27	6,83	1,39	6,3	1,37	7,61	1,35

Tabell V5.12 (forts.) Analyseresultater for fiskeundersøkelser (stasjon 2).

	Lengde (mm) Vekt (g) Prøvetype	2.11		2.12		2.13		2.14		2.15	
		260		235		250		240		230	
		227		285		202		180		150	
		lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel	lever	muskel
4:2 Fluorotelomer sulfonat (H4PFHxS)	ng/g	< 0,405	< 0,101	< 0,439	< 0,102	< 0,387	< 0,0908	< 0,461	< 0,0981	< 0,459	< 0,0901
6:2 Fluorotelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	ng/g	< 0,304	< 0,0757	< 0,329	< 0,0764	< 0,290	< 0,0681	< 0,346	< 0,0736	< 0,345	< 0,0676
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/g	< 0,405	< 0,101	< 0,439	< 0,102	< 0,387	< 0,0908	< 0,461	< 0,0981	< 0,459	< 0,0901
8:2 Fluorotelomersulfonat (FTS)	ng/g	< 0,405	< 0,101	< 0,439	< 0,102	< 0,387	< 0,0908	< 0,461	< 0,0981	< 0,459	< 0,0901
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/g	< 0,405	< 0,101	< 0,439	< 0,102	< 0,387	< 0,0908	< 0,461	< 0,0981	< 0,459	< 0,0901
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/g	< 0,304	< 0,0757	< 0,329	< 0,0764	< 0,290	< 0,0681	< 0,346	< 0,0736	< 0,345	< 0,0676
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	< 0,220	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluordekansulfonat (PFDS)	ng/g	< 0,304	< 0,0757	< 0,329	< 0,0764	< 0,290	< 0,0681	< 0,346	< 0,0736	< 0,345	< 0,0676
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	< 0,220	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluordodekansyre (PFDaA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	< 0,220	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/g	0,307	< 0,0757	< 0,329	< 0,0764	< 0,290	< 0,0681	< 0,346	< 0,0736	< 0,345	< 0,0676
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	< 0,220	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/g	< 0,304	< 0,0757	< 0,329	< 0,0764	< 0,290	< 0,0681	< 0,346	< 0,0736	< 0,345	< 0,0676
Perfluorheptansyre (PFHpA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	< 0,220	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/g	0,27	< 0,0505	0,238	< 0,0510	0,232	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	0,231	< 0,0450
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	< 0,220	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	0,474	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	0,231	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	ng/g	1,21	0,0739	1,79	0,0591	1,29	0,0858	1,31	0,103	2,64	0,076
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	< 0,220	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	< 0,220	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Perfluortridekansyre (PFTrA)	ng/g	0,219	< 0,0505	0,462	< 0,0510	0,256	< 0,0454	0,295	< 0,0490	0,285	< 0,0450
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/g	< 0,203	< 0,0505	0,428	< 0,0510	< 0,194	< 0,0454	< 0,230	< 0,0490	< 0,230	< 0,0450
Sum PFAS eksl. LOQ	ng/g	2	0,0739	3,15	0,0591	1,78	0,0858	2,08	0,103	3,16	0,076
Sum PFAS inkl. LOQ	ng/g	6,86	1,46	8,31	1,46	6,72	1,33	7,96	1,45	9,01	1,31

Vedlegg 6 Oversikt over jordprøver tatt høsten 2016

Tabell V6.1 Oversikt over jordprøver tatt ved aktivt brannøvingsfelt i september 2016.

Sjakt	Dybde til permafrost (m)	Vann i sjakt	Prøvenummer	Dybde (m)	Massetype	Analysert	Lagret	Utvidet analyse
Sj. 1	1,2	X	1-1	0-0,05	Svart organisk sjikt	X		
			1-2	0,05-0,5	Sandig grus	X		
			1-3	0,7-1,2	Sandig grus	X		
			1-4	1,2-1,4	Permafrost	X		
Sj. 2	1,8		2-1	0-1	Sandig grus	X		X
			2-2	1,2-1,8	Siltig sand	X		
			2-3	1,8-2,0	Permafrost	X		
Sj. 3	1,7		3-1	0-1	Sandig grus		X	
			3-2	1-1,7	Sandig grus	X		
			3-3	1,7-1,9	Permafrost		X	
Sj. 4	1,9		4-1	0-0,05	Svart organisk sjikt		X	
			4-2	1-2	Sandig grus		X	
			4-3	1,9-2,1	Permafrost		X	
Sj. 5	>3		5-1	0-1	Sandig grus		X	
			5-2	2-3	Sandig grus		X	
Sj. 6	0,9		6-1	0,2-0,5	Siltig organisk		X	
			6-2	0,5-0,9	Siltig organisk	X		
			6-3	0,9-1,1	Permafrost	X		
Sj. 7	2,1	X	7-1	0-1	Sandig grus		X	
			7-2	1-2,1	Sandig grus	X		
			7-3	2,1-2,3	Permafrost	X		
Sj. 26		X	26-1	0,1-0,2	Siltig sand	X		
Sj. 27	1,9	X	27-1	0-1	Sandig grus		X	
			27-2	1-1,9	Sandig grus		X	
			27-3	1,9-2,1	Permafrost		X	
Sj. 28		X	28-1	0,1-0,3	Sandig grus	X		

Tabell V6.2 Oversikt over jordprøver tatt ved gammelt brannøvingsfelt i september 2016.

Sjakt	Dybde til permafrost (m)	Vann i sjakt	Prøvenummer	Dybde (m)	Massetype	Analysert	Lagret	Utvidet analyse
Sj. 8	1,3		8-1	0,1-1	Sandig grus	X		X
			8-2	1-1,3	Sandig grus	X		
			8-3	1,3-1,5	Permafrost		X	
Sj. 9	1	X	9-1	0,1-0,5	Sandig grus	X		
			9-2	0,5-1	Sandig grus	X		
			9-3	1-1,2	Permafrost	X		
Sj. 10	1,5		10-1	0,1-1	Sandig grus	X		X
			10-2	1-1,5	Sandig grus	X		
			10-3	1,5-1,7	Permafrost	X		
Sj. 11	>2,4		11-1	2-2,4	Sandig grus		X	
Sj. 12	0,6	X	12-1	0-0,4	Svart organisk sjikt	X		
			12-2	0,4-0,6	Sandig grus	X		
			12-3	0,6-0,8	Permafrost	X		
Sj. 13	2		13-1	0,1-1	Sandig grus	X		X
			13-2	1,5-2	Sandig grus	X		
			13-3	2-2,2	Permafrost	X		
Sj. 14	2,4		14-1	0-0,2	Svart organisk sjikt	X		X
			14-2	0,2-0,8	Sandig grus	X		
			14-3	2,1-2,4	Sandig grus	X		
			14-4	2,4-2,7	Permafrost	X		
Sj. 15	1,4		15-1	0-0,1	Svart organisk sjikt	X		X
			15-2	0,1-0,4	Siltig sand	X		
			15-3	0,4-1,4	Sandig grus	X		
			15-4	1,4-1,6	Permafrost	X		

Tabell V6.1 (forts.). Oversikt over jordprøver tatt ved gammelt brannøvingsfelt i september 2016.

Sjakt	Dybde til permafrost (m)	Vann i sjakt	Prøvenummer	Dybde (m)	Massetype	Analysert	Lagret	Utvidet analyse
Sj. 16	2,1	X	16-1	0-1	Sandig grus	X		X
			16-2	1-2	Sandig grus	X		
			16-3	2-2,2	Permafrost	X		
Sj. 17	1,6		17-1	0,2-1	Sand	X		X
			17-2	1-1,6	Sandig grus	X		
			17-3	1,6-1,8	Permafrost		X	
Sj. 18			18-1	0-1	Sandig grus	X		
			18-2	1-2	Sandig grus	X		
			18-3	2,1-2,5	Permafrost		X	
Sj. 19	1,4		19-1	0,2-1	Sandig grus	X		
			19-2	1-1,4	Sandig grus	X		
			19-3	1,4-1,6	Permafrost		X	
Sj. 20	1,8		20-1	0,2-1	Sand	X		
			20-2	1-1,8	Sandig grus	X		
			20-3	1,8-2	Permafrost		X	
Sj. 21	1,1		21-1	0-0,3	Svart organisk sjikt	X		
			21-2	0,3-1,1	Sandig grus	X		
			21-3	1,1-1,3	Permafrost		X	
Sj. 22		X	22-1	0-0,2	Kull	X		
			22-2	0,2-0,3	Grus	X		
Sj. 23		X	23-1	0-0,3	Kull	X		
Sj. 24		X	24-1	0-0,1	Kull	X		
Sj. 25		X	25-1	0,2-0,3	Siltig sand		X	

Vedlegg 7 Analyseresultater jordprøver Hotellneset (SNSK)

Deres prøvenavn	Jord 2					
	Jord					
Labnummer	N00442848					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (G)	75.2		%	1	1	HABO
FTS-6:2	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFHxS	9.0	1.8	µg/kg TS	1	1	HABO
PFHxA	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFOS	35	7.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFOA	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFNA (C9 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFDA (C10 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFUnDA (C11 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFDoDA (C12 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFTra (C13 PFCA)	<25		µg/kg TS	1	1	HABO
PFTeA (C14 PFCA)	<25		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Et FOSA	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Me FOSA	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Et FOSE	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Me FOSE	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
8:2 FTOH	<20		µg/kg TS	1	1	HABO

Deres prøvenavn	Jord 7					
	Jord					
Labnummer	N00442852					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (G)	89.9		%	1	1	HABO
FTS-6:2	3.2	0.64	µg/kg TS	1	1	HABO
PFHxS	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFHxA	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFOS	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFOA	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFNA (C9 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFDA (C10 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFUnDA (C11 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFDoDA (C12 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFTra (C13 PFCA)	<25		µg/kg TS	1	1	HABO
PFTeA (C14 PFCA)	<25		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Et FOSA	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Me FOSA	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Et FOSE	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Me FOSE	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
8:2 FTOH	<20		µg/kg TS	1	1	HABO

Deres prøvenavn	Jord 8				
	Jord				
Labnummer	N00442853				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (G)	92.2	%	1	1	HABO
FTS-6:2	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFHxS	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFHxA	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFOS	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFOA	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFNA (C9 PFCA)	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFDA (C10 PFCA)	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFUnDA (C11 PFCA)	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFDoDA (C12 PFCA)	<3.0	µg/kg TS	1	1	HABO
PFTra (C13 PFCA)	<25	µg/kg TS	1	1	HABO
PFTeA (C14 PFCA)	<25	µg/kg TS	1	1	HABO
N-Et FOSA	<20	µg/kg TS	1	1	HABO
N-Me FOSA	<20	µg/kg TS	1	1	HABO
N-Et FOSE	<20	µg/kg TS	1	1	HABO
N-Me FOSE	<20	µg/kg TS	1	1	HABO
8:2 FTOH	<20	µg/kg TS	1	1	HABO

Deres prøvenavn	Jord 11					
	Jord					
Labnummer	N00442856					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (G)	93.3		%	1	1	HABO
FTS-6:2	37	7.4	µg/kg TS	1	1	HABO
PFHxS	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFHxA	3.1	0.62	µg/kg TS	1	1	HABO
PFOS	42	8.4	µg/kg TS	1	1	HABO
PFOA	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFNA (C9 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFDA (C10 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFUnDA (C11 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFDODA (C12 PFCA)	<3.0		µg/kg TS	1	1	HABO
PFTra (C13 PFCA)	<25		µg/kg TS	1	1	HABO
PFTeA (C14 PFCA)	<25		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Et FOSA	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Me FOSA	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Et FOSE	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
N-Me FOSE	<20		µg/kg TS	1	1	HABO
8:2 FTOH	<20		µg/kg TS	1	1	HABO

VEDLEGG 8

		Metode	Egnethet for PFOS/ Σ PFAS Gammelt øvingsfelt	Egnethet for PFOS/ Σ PFAS Aktivt øvingsfelt
Umettet sone	Fjerning	Oppgraving. Fysisk fjerning av masser i umettet sone (med høye konsentrasjoner slik at risiko for senere spredning fra disse massene er eliminert)	Egnet, særlig 0-100 cm u.t. Antas at mobilisering til vannfase er liten da vannmettet sone over permafrost er svært begrenset. Forutsetter akseptabel avstand til mottak med god sivevannskontroll	Egnet, særlig 0-100 cm u.t. Antas at mobilisering til vannfase er liten da vannmettet sone over permafrost er svært begrenset. Liten effekt på total restmengde, begge felt sett under ett.
		Capping/tildekking. Avskjærer umettet sone slik at infiltrasjon av nedbør, og videre spredning til grunnvannet, reduseres til et minimum.	Egnet, men fjerner ikke forurensingen. Sannsynlig behov for vedlikehold i all fremtid. Kan gi begrensinger på etterbruk.	Egnet, men fjerner ikke forurensingen. Sannsynlig behov for vedlikehold i all fremtid Kan gi begrensinger på etterbruk. Liten effekt på total restmengde, begge felt sett under ett.
	In situ løsninger	Stabilisering	Egnet, forutsetter grunnvannrensning i anleggsfase. Lite aktuelt da forurensingen er lett tilgjengelig på grunt dyp.	Egnet, forutsetter grunnvannrensning i anleggsfase. Lite aktuelt da forurensingen er lett tilgjengelig på grunt dyp innenfor begrenset område
		Gjennomskylling til mettet sone	Lite egnet da man har liten kontroll på foretrukne strømningsveger. Lite gunstig å vaske forurensing fra øvre masser ned til dypere deler som har lave konsentrasjoner i dag	Lite egnet da man har liten kontroll på foretrukne strømningsveger. Lite gunstig å vaske forurensing fra øvre masser ned til dypere deler som har lave konsentrasjoner i dag
		Naturlig utvasking fra nedbør/infiltrasjon	Lite egnet pga. lite nedbør og dårlig kontroll på foretrukne strømningsveger. Tidkrevende.	Lite egnet pga. lite nedbør og dårlig kontroll på foretrukne strømningsveger. Tidkrevende.
	Massehåndtering	Termisk behandling av utgravde masser. Forbrenning >1500 °C	Egnet, men ukjent om metode er tilgjengelig som mobilt utstyr og energibehov. Kun aktuelt hvis masser graves ut	Lite egnet pga. begrenset volum, samt ukjent om metode er tilgjengelig som mobilt utstyr og energibehov. Kun aktuelt hvis masser graves ut
		Vasking av utgravde masser i mobilt vaskeanlegg	Egnet, særlig da det ikke finnes deponeringsalternativ lokalt, og vasking med tilbakelegging vil begrense behov for ekstern deponering	Anses lite regningsmessig gitt begrenset volum, og antatt liten totalmengde PFOS/PFAS i jord. Kun aktuelt dersom tilsvarende løsning på nedlagt øvingsfelt
		Deponering internt, flytting og innkapsling/sarkofag	Kun aktuelt hvis masser graves ut. Anses lite hensiktsmessig å flytte forurensning internt.	Kun aktuelt hvis masser graves ut. Anses lite hensiktsmessig å flytte forurensning internt.
		Deponering eksternt	Egnet. Forutsetter dokumentert sivevannskontroll på mottaket. Avstand til mottaket og miljøregnskap kan gjøre løsningen mindre egnet.	Kun aktuelt dersom tilsvarende løsning velges for gammelt felt. Dette pga. svært begrenset omfang sammenliknet med gammelt felt.
Mettet sone	Fjerning	Fysisk fjerning av masser i mettet sone og overgang til denne.	Lite aktuelt da det ikke er her forurensingen ligger. Mettet sone er også svært begrenset.	Lite aktuelt da det ikke er her forurensingen ligger. Mettet sone er også svært begrenset.
	Grunnvannrensning	Pump and treat av grunnvannet med påfølgende reinfiltrasjon, for å stanse videre spredning og rense vannfasen	Ikke egnet. Lite fritt grunnvann.	Ikke egnet. Lite fritt grunnvann.
		Grunnvannrensning i grøft, for å stanse videre spredning og rense vannfasen	Lite aktuelt pga. liten kontroll med dagens spredningsveger. Krever stort omfang. Kort driftsperiode per år. Antatt tidkrevende.	Lite aktuelt. Ikke påvist spredning i mettet sone. Kort driftsperiode per år. Antatt tidkrevende.
		In situ kjemisk oksidasjon, permanganat	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt
Annet	Rensing av oppsamlet vann fra øving	Renseanlegg på øvingsfeltet, eksempelvis containerløsning med aktivt kullfilter	Ikke aktuelt	Egnet. Har god kontroll på vannmengder. Antatt liten betydning for total spredning fra lufthavnen

VEDLEGG 9



eurofins



**Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)**

F. reg. 965 141 618 MVA

Møllebakken 50

NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

Fax: +47 69 27 23 40

AR-16-MM-024761-01



EUNOMO-00153795

Prøvemottak: 22.11.2016

Temperatur:

Analyseperiode: 18.11.2016-08.12.2016

Referanse: Svalbard Lufthavn

Longyear

Miljøovervåkning

Avinor AS

Carl Einar Ianssen

Longyearbyen

9170 LONGYEARBYEN

Attn: Svalbard Lufthavn

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: **439-2016-11180098**
 Prøvetype: Jord Sedimenter
 Prøvemerkning: 1.1 og 1.2
 0m

Prøvetakingsdato: 09.11.2016
 Prøvetaker: Oppdragsgiver
 Analysestartdato: 18.11.2016

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
d) Tørrstoff	63.6	%	0.1	5%	EN 12880
d) Alifater C5-C6	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C6-C8	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C8-C10	< 3.0	mg/kg TS	3		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C10-C12	< 5.0	mg/kg TS	5		SPI 2011
d) Alifater >C12-C16	5.9	mg/kg TS	5	30%	SPI 2011
d) Alifater >C16-C35	16	mg/kg TS	10	30%	SPI 2011
* Alifater >C12-C35	22	mg/kg TS	8		Beregnet
Alifater C5-C35	22	mg/kg TS	20		Beregnet
b) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 2.51	µg/kg tv			Internal Method 1
b) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.34	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 2.51	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 1.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 2.51	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 1.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) PFOS/PFOA					
b) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.67	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 1.67	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	nd				Internal Method 1
b) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	3.34	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Sum oppgitt PFC					
b) Sum oppgitte PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Sum oppgitte PFC forbindelser inkl. LOQ	24.2	µg/kg tv			Internal Method 1
d) Totalt karbon (TC)	2.2	% tv	0.1	10%	EN 13137
d)* Totalt uorganisk karbon (TIC)	< 0.10	% tv	0.1		EN 13137-A
d)* Totalt organisk karbon (TOC)	2.1	% tv	0.2	10%	EN 13137-A
d) Arsen (As)	16	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
d) Bly (Pb)	15	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
d) Kadmium (Cd)	0.12	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
d) Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
d) Krom (Cr)	24	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
d) Kvikksølv (Hg)	0.019	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
d) Nikkel (Ni)	23	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
d) Sink (Zn)	72	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: **439-2016-11180100**
 Prøvetype: Jord Sedimenter
 Prøvemerkning: 2.1, 2.2 og 2.3
 5m

Prøvetakingsdato: 09.11.2016
 Prøvetaker: Oppdragsgiver
 Analysestartdato: 18.11.2016

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
d) Tørrstoff	62.6	%	0.1	5%	EN 12880
d) Alifater C5-C6	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C6-C8	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C8-C10	< 3.0	mg/kg TS	3		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C10-C12	< 5.0	mg/kg TS	5		SPI 2011
d) Alifater >C12-C16	5.3	mg/kg TS	5	30%	SPI 2011
d) Alifater >C16-C35	15	mg/kg TS	10	30%	SPI 2011
* Alifater >C12-C35	20	mg/kg TS	8		Beregnet
Alifater C5-C35	20	mg/kg TS	20		Beregnet
b) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 2.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.57	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 2.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.78	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 1.78	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 2.67	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 1.78	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.78	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.78	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.78	µg/kg tv			Internal Method 1
b) PFOS/PFOA					
b) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.78	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 1.78	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	nd				Internal Method 1
b) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	3.57	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Sum oppgitt PFC					
b) Sum oppgitte PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Sum oppgitte PFC forbindelser inkl. LOQ	25.9	µg/kg tv			Internal Method 1
d) Totalt karbon (TC)	2.3	% tv	0.1	10%	EN 13137
d)* Totalt uorganisk karbon (TIC)	< 0.10	% tv	0.1		EN 13137-A
d)* Totalt organisk karbon (TOC)	2.2	% tv	0.2	10%	EN 13137-A
d) Arsen (As)	15	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
d) Bly (Pb)	14	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
d) Kadmium (Cd)	0.13	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
d) Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
d) Krom (Cr)	24	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
d) Kvikksølv (Hg)	0.020	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
d) Nikkel (Ni)	24	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
d) Sink (Zn)	72	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: **439-2016-11180103**
 Prøvetype: Jord Sedimenter
 Prøvemerkning: 3.1, 3.2, 3.3 og 3.4
 10m

Prøvetakingsdato: 09.11.2016
 Prøvetaker: Oppdragsgiver
 Analysestartdato: 18.11.2016

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
d) Tørrstoff	64.6	%	0.1	5%	EN 12880
d) Alifater C5-C6	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C6-C8	< 7.0	mg/kg TS	7		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C8-C10	< 3.0	mg/kg TS	3		LidMiljø.0A.01.09
d) Alifater >C10-C12	< 5.0	mg/kg TS	5		SPI 2011
d) Alifater >C12-C16	5.5	mg/kg TS	5	30%	SPI 2011
d) Alifater >C16-C35	16	mg/kg TS	10	30%	SPI 2011
* Alifater >C12-C35	22	mg/kg TS	8		Beregnet
Alifater C5-C35	22	mg/kg TS	20		Beregnet
b) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 2.62	µg/kg tv			Internal Method 1
b) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.50	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 2.62	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.75	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 1.75	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 2.62	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 1.75	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.75	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.75	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.75	µg/kg tv			Internal Method 1
b) PFOS/PFOA					
b) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.75	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 1.75	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	nd				Internal Method 1
b) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	3.50	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Sum oppgitt PFC					
b) Sum oppgitte PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Sum oppgitte PFC forbindelser inkl. LOQ	25.4	µg/kg tv			Internal Method 1
d) Totalt karbon (TC)	2.1	% tv	0.1	10%	EN 13137
d)* Totalt uorganisk karbon (TIC)	< 0.10	% tv	0.1		EN 13137-A
d)* Totalt organisk karbon (TOC)	2.0	% tv	0.2	10%	EN 13137-A
d) Arsen (As)	14	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
d) Bly (Pb)	12	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
d) Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
d) Kobber (Cu)	16	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
d) Krom (Cr)	20	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
d) Kvikksølv (Hg)	0.02	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
d) Nikkel (Ni)	21	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
d) Sink (Zn)	64	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: **439-2016-11180107**
 Prøvetype: Bioavfall
 Prøvemerkning: Biota område 1
 (tang)

Prøvetakingsdato: 09.11.2016
 Prøvetaker: Oppdragsgiver
 Analysestartdato: 18.11.2016

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	7.41	%			EC 152/2009
b) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 3.03	µg/kg tv			Internal Method 1
b) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 4.03	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.03	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.02	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 2.02	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3.03	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.02	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.02	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluornonansyre (PFNA)	< 2.02	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.02	µg/kg tv			Internal Method 1
b) PFOS/PFOA					
b) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.02	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 2.02	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	4.03	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Sum oppgitt PFC					
b) Sum oppgitte PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Sum oppgitte PFC forbindelser inkl. LOQ	29.2	µg/kg tv			Internal Method 1

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: **439-2016-11180108**
 Prøvetype: Bioavfall
 Prøvemerkning: Biota område 2
 (tang)

Prøvetakingsdato: 09.11.2016
 Prøvetaker: Oppdragsgiver
 Analysestartdato: 18.11.2016

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	11.2	%			EC 152/2009
b) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 2.90	µg/kg tv			Internal Method 1
b) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.87	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 2.90	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.94	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 1.94	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 2.90	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 1.94	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.94	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.94	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.94	µg/kg tv			Internal Method 1
b) PFOS/PFOA					
b) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.94	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 1.94	µg/kg tv	0		Internal Method 1
b) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	3.87	µg/kg tv			Internal Method 1
b) Sum oppgitt PFC					
b) Sum oppgitte PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Sum oppgitte PFC forbindelser inkl. LOQ	28.1	µg/kg tv			Internal Method 1

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2016-11180109	Prøvetakingsdato:	09.11.2016		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Utløp utslippsledning, bunn	Analysestartdato:	18.11.2016		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	2.2	µg/l	1		ISO 17294m:2005
a) Bly (Pb)	0.98	µg/l	0.2		ISO 17294m:2005
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2005
a) Krom (Cr)	1.0	µg/l	1		ISO 17294m:2005
a)* Kobber (Cu)	2.6	µg/l	0.5		ISO 17294m:2005
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2005
a) Sink (Zn)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2005
b) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 10.0	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluornonansyre (PFNA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) PFOS/PFOA					
b) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 5.00	ng/l	0		Internal Method 1
b) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 5.00	ng/l	0		Internal Method 1
b) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	10.0	ng/l			Internal Method 1
b) Sum oppgitt PFC					
b) Sum oppgitte PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Sum oppgitte PFC forbindelser inkl. LOQ	72.5	ng/l			Internal Method 1
Kjemisk oksygenforbruk (KOCr)	390	mg/l	10	20%	Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2016-11180110	Prøvetakingsdato:	09.11.2016		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Utløp utslippsledning, overflate	Analysestartdato:	18.11.2016		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	1.9	µg/l	1		ISO 17294m:2005
a) Bly (Pb)	0.78	µg/l	0.2		ISO 17294m:2005
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2005
a) Krom (Cr)	1.0	µg/l	1		ISO 17294m:2005
a)* Kobber (Cu)	3.1	µg/l	0.5		ISO 17294m:2005
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2005
a) Sink (Zn)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2005
b) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 10.0	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluornonansyre (PFNA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) PFOS/PFOA					
b) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 5.00	ng/l	0		Internal Method 1
b) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 5.00	ng/l	0		Internal Method 1
b) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	nd				Internal Method 1
b) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	10.0	ng/l			Internal Method 1
b) Sum oppgitt PFC					
b) Sum oppgitte PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Sum oppgitte PFC forbindelser inkl. LOQ	72.5	ng/l			Internal Method 1
Kjemisk oksygenforbruk (KOFCr)	520	mg/l	10	20%	Intern metode
c) Olje i vann C10-C40	<0.5	mg/l	0.5		NS-EN ISO 9377-2
Merknader:					
Olje i vann er mottatt mer enn 4 døgn etter prøveuttak. Dette medfører økt måleusikkerhet.					

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: **439-2016-11180111**
 Prøvetype: Sjøvann
 Prøvemerkning: Utslippsledning 10m
 Prøve tatt rett over bunn

Prøvetakingsdato: 09.11.2016
 Prøvetaker: Oppdragsgiver
 Analysestartdato: 18.11.2016

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	2.1	µg/l	1		ISO 17294m:2005
a) Bly (Pb)	0.53	µg/l	0.2		ISO 17294m:2005
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2005
a) Krom (Cr)	1.1	µg/l	1		ISO 17294m:2005
a)* Kobber (Cu)	4.0	µg/l	0.5		ISO 17294m:2005
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2005
a) Sink (Zn)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2005
b) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 10.0	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 7.50	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluoronansyre (PFNA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 5.00	ng/l			Internal Method 1
b) PFOS/PFOA					
b) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 5.00	ng/l	0		Internal Method 1
b) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 5.00	ng/l	0		Internal Method 1
b) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	nd				Internal Method 1
b) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	10.0	ng/l			Internal Method 1
b) Sum oppgitt PFC					
b) Sum oppgitte PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal Method 1
b) Sum oppgitte PFC forbindelser inkl. LOQ	72.5	ng/l			Internal Method 1
Kjemisk oksygenforbruk (KOFr)	590	mg/l	10	20%	Intern metode
c) Olje i vann C10-C40	<0.5	mg/l	0.5		NS-EN ISO 9377-2

Merknader:

Olje i vann er mottatt mer enn 4 døgn etter prøveuttak. Dette medfører økt måleusikkerhet.

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Environment A/S (Vejen), Ladelundvej 85, DK-6600, Vejen
- a) Eurofins Environment A/S (Vejen), Ladelundvej 85, DK-6600, Vejen DS EN ISO/IEC 17025 DANAK 168,
- b) Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00,
- c) Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen), Sandviksveien 110, 5035, Bergen NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003,
- d)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping
- d) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125,

Kopi til:

Bente Wejden (bente.wejden@avinor.no)
 Ingvild Helland (ingvild.helland@avinor.no)
 Morten Ulsnes (morten.ulsnes@avinor.no)
 Nils Lorentsen (nils.lorentsen@avinor.no)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Moss 08.12.2016

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).