

Avinor

► **Rapportering for del 1 og del 2 av
Miljødirektoratets pålegg: "Samlet vurdering av
PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner"**

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01 Dato: 2019-08-22



Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Oppdragsgiver: Avinor
Oppdragsgivers kontaktperson: Bente Wejden
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Aina Marie Nordskog
Fagansvarlige: Lars Været, Eivind Halvorsen og Aina Marie Nordskog
Andre nøkkelpersoner: Sebastian Röstberg, Solveig Vullum Løtveit og Annelene Pengerud

J01	2019-08-22	For bruk	AINOR	LAVAE	AINOR
D01	2019-06-14	For gjennomlesing hos oppdragsgiver	AINOR	LAVAE	AINOR
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammen drag

Avinor er pålagt av Miljødirektoratet å gjennomføre en samlet vurdering av PFAS-forurensning ved 39 av sine lufthavner. Det er totalt 59 lokaliteter undersøkt for PFAS ved disse lufthavnene. Pålegget omfatter tre deler;

- Del 1 omfatter en rapportering fra utførte kartlegginger ved lufthavnene
- Del 2 omfatter en vurdering av mulige tiltak for PFAS-forurenset grunn, samt beregning av kostnad for å gjennomføre tiltak og prioritering av forurensede lokaliteter basert på kost/effekt
- Del 3 er en separat vurdering av risikoen for lokale effekter grunnet forurensningen

Del 1 og del 2 er rapportert her, og del 3 er i Norconsult rapport «Rapportering for del 3 av Miljødirektoratets pålegg: «Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner».

Kartleggingene ved lufthavnene består i hovedsak av resultatene fra de første undersøkelsene av PFAS som ble utført ved brannøvingsfeltene, i forbindelse med Avinor sitt Miljøprosjekt i perioden 2010-2015 (delprosjekt 2, DP2). Det ble i DP2-undersøkelsene påvist PFOS ved nesten alle brannøvingsfeltene. Ved 18 av lufthavnene ble det utførte utvidet risikovurdering av lokale forhold. Av disse 18 berøres 16 lufthavner av pålegget.

I del 1 av pålegget er det rapportert fra utførte kartlegginger ved de 59 undersøkte lokalitetene. Totalt 32 lokaliteter har beregnede mengder $\geq 0,5$ kg og anses som godt nok kartlagt til vurdering av tiltak, kostnadsberegning og prioritering for tiltak i del 2. Totalt 10 lokaliteter er vurdert til å ha så lave konsentrasjoner og/eller mengder i jord ($< 0,5$ kg) at de ikke vil inngå i kost/effekt-vurderinger og prioritering i del 2. 17 av lokalitetene er for dårlig kartlagt til å inngå i til at de kan inngå i del 2.

For de 32 lokalitetene som anses som godt nok kartlagt, og har beregnede mengder PFOS (kg) i grunnen $\geq 0,5$ kg, varierer beregnede mengder fra 0,5 til 81 kg per lokalitet. Total beregnet mengde PFOS for disse 32 lokalitetene samlet er ca. 314 kg PFOS, men ettersom mange lokaliteter ikke er avgrenset ned til konsentrasjoner $< 3 \mu\text{g/kg}$ i areal og dybde, er usikkerhet for dette estimatet at mengden kan være fra halvparten (ca. 130 kg) til over dobbelt så stor (ca. 800 kg).

I del 2 av pålegget er det utført en litteraturgjennomgang for sammenstilling og vurdering av egnethet for ulike tiltaksmetoder. På bakgrunn av litteraturgjennomgangen er *in situ* og *ex situ* tiltaksmetoder for hhv. mettet og umettet sone (over/under grunnvannstand) sammenstilt, og metodenes egnethet vurdert ut fra utviklingsnivå (hhv. lab, pilot og i bruk) og dokumentert langtidseffekt. Metodene med utviklingsnivå «i bruk» som anses egnet for tiltak i forurensede masser er tildekking/avskjerming, forbrenning og deponering eksternt, og for grunnvann «pump and treat». Forbrenning er per i dag den dyreste metode per volum forurensede masser sammenlignet med tildekking eller oppgraving og deponering, og det er ikke beregnet kostnader for tiltak med denne metoden.

For alle lokalitetene i del 2 (n=32) er lokalitetenes egnethet for gjennomføring av tiltak ved bruk av de tre tiltaksmetodene vurdert. Vurderingene er basert den stedsspesifikke informasjonen som har fremkommet av kartleggingene av lokalitetene, som for eksempel massetype, om forurensningen er i kontakt med grunnvann, nærhet til sjø, påviste konsentrasjoner av PFOS/ Σ PFAS i grunnvann osv. Totalt tre lokaliteter er vurdert som potensielt egnede for å gjennomføre «pump and treat», fire lokaliteter antas egnede for tildekking/avskjerming (to av disse i kombinasjon med «pump and treat»), og alle lokalitetene vurderes egnet for oppgraving og deponering eksternt.

I lys av påleggets ordlyd om «å fjerne PFAS fra kretsløpet», samt for mest mulig sammenliknbar kost/effekt-vurdering mellom ulike lokaliteter og tiltaksomfang, er det i prioriteringsrekkefølgen lagt til grunn oppgraving

og ekstern deponering på godkjent deponi for PFAS-forurensede masser, samt tildekking som tiltaksmetoder. Det er lagt inn vannrensing i anleggsfasen for alle lokaliteter hvor tiltaksomfanget omfatter graving under grunnvannstand

Det er videre satt stedsspesifikke tiltaksgrenser for hver lokalitet. Tiltaksgrensen er satt til den konsentrasjonsgrensen hvor mengden PFOS/ Σ PFAS fjernet blir betydelig redusert, og/eller kostnad per kg fjernet går betydelig opp. Til sist er lokalitetene rangert etter kostnad per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet ved den stedsspesifikke tiltaksgrensen som er foreslått.

Lokaliteten med lavest kostnad per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet, og høyest prioritering for tiltak, er Rørvik BØF 2, etterfulgt av Kristiansund BØF B og Tromsø BØF 2. Totale tiltakskostnader ved Rørvik BØF 2 og Kristiansund BØF B er beregnet til henholdsvis 7,5 og 7,3 MNOK, med en kostnad per kg Σ PFAS fjernet på henholdsvis 357 000 og 482 000 kr. Tromsø BØF 2 er den lokaliteten med den største mengden PFOS/ Σ PFAS fjernet (96 kg) av alle, og på grunn av relativt stort volum masser (22 000 m³) vil totale kostnader for tiltak også være relativt høye (51 MNOK). Kostnad per kg Σ PFAS fjernet ved Tromsø BØF 2 er beregnet til 533 000 kr.

► Innhold

1	Innledning	6
1.1	Grunnlaget	6
2	Del 1	8
2.1	Metodikk for del 1	8
2.1.1	Rapportering per lufthavn (Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1)	8
2.1.2	Lokaliteter hvor total mengde Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn PFOS-mengden	12
2.1.3	Beregninger av mengder PFOS/ Σ PFAS i grunnen	12
2.2	Resultater fra del 1	18
2.2.1	Rapportering per lufthavn	18
2.2.2	Lokaliteter hvor total mengde Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn PFOS-mengden	18
2.2.3	Beregninger av mengder PFOS/ Σ PFAS i grunnen	20
3	Del 2	41
3.1	Metodikk for del 2	41
3.1.1	Tiltaksmetoder	41
3.1.2	Lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene	41
3.1.3	Priser og kostnader	42
3.1.4	Stedsspesifikke tiltaksgrenser	44
3.1.5	Prioriteringsrekkefølge	44
3.2	Resultater fra del 2	45
3.2.1	Tiltaksmetoder	45
3.2.2	Lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene	46
3.2.3	Priser og kostnader	60
3.2.4	Stedsspesifikke tiltaksgrenser	68
3.2.5	Prioriteringsrekkefølge	76
4	Referanser	82
5	Vedlegg	
	Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1	
	Vedlegg B - Norgeskart med beregnede mengder PFOS/ Σ PFAS i jord	
	Vedlegg C- Tiltaksmetoder	
	Vedlegg D - Vurdering av lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene «pump and treat» og tildekking/avskjerming	
	Vedlegg E – Tiltaksgrenser	

1 Innledning

Avinor ble den 2. august 2018 pålagt av Miljødirektoratet å gjennomføre en samlet vurdering av PFAS-forurensning ved sine lufthavner [1]. Pålegget omfatter alle Avinor sine lufthavner, med unntak av Oslo lufthavn (Gardermoen), Kristiansand lufthavn (Kjevik), Harstad-Narvik lufthavn (Evenes) og Longyearbyen lufthavn på Svalbard hvor det allerede er pålagt utarbeidelse av tiltaksplaner og/eller tiltak basert på risiko for effekter lokalt og regionalt. Totalt er det 39 lufthavner som omfattes av pålegget.

Pålegget er delt i tre deler;

- Del 1 omfatter en rapportering fra utførte kartlegginger ved lufthavnene
- Del 2 omfatter en vurdering av mulige tiltak for PFAS-forurensning grunn, samt beregning av kostnad for å gjennomføre tiltak og prioritering av forurensede lokaliteter basert på kost/effekt
- Del 3 er en separat vurdering av risikoen for lokale effekter grunnet forurensningen

Del 1 og del 2 er rapportert her, og del 3 er i Norconsult rapport «Rapportering for del 3 av Miljødirektoratets pålegg: «Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner» [2].

Rapporteringen i del 1 danner grunnlaget for de videre arbeidene med del 2 og 3.

1.1 Grunnlaget

Grunnlaget for rapporteringen for del 1 er i pålegget gitt som de kartlegginger som er utført ved norske lufthavner frem til 2017. Kartleggingene består i hovedsak av resultatene fra de første undersøkelsene av PFAS som ble utført ved brannøvingsfeltene, i forbindelse med Avinor sitt Miljøprosjekt i perioden 2010-2015. Forurensning grunn inngikk i delprosjekt 2 (DP 2), og i perioden 2011-2012 gjennomførte Sweco Norge AS og Cowi AS kartlegging og risikovurdering (basert på Miljødirektoratets veileder 99:01 [3]) av alle gamle og aktive brannøvingsfelt på lufthavnene (DP2 rapportene). På bakgrunn av at det ble påvist PFOS ved nesten alle brannøvingsfeltene, ble det gjennomført en klassifisering av sannsynlig miljørisiko og sårbarhet ved lufthavnene med hensyn til konsekvens for nærmiljøet og lokale resipienter. Klassifiseringen resulterte i at 18 lufthavner ble vurdert til usikkert risikonivå, eller tilsynelatende uakseptabel risiko [4]. Ved disse 18 lufthavnene ble det av Sweco og Norconsult AS i 2012-2014 flere steder tatt prøver av biota, og enkelte steder supplerende prøver av jord og vann. Basert på resultatene fra alle undersøkelsene utførte Sweco og Norconsult i 2015-2016 utvidet risikovurdering av lokale forhold for de 18 lufthavnene. Av disse 18 berøres følgende 16 lufthavner av pålegget:

- | | | | |
|------------|----------------|-----------|-------------|
| • Alta | • Haugesund | • Molde | • Stavanger |
| • Bergen | • Kristiansund | • Røros | • Tromsø |
| • Fagernes | • Lakselv | • Røst | • Trondheim |
| • Florø | • Leknes | • Sogndal | • Ålesund |

Det er ved noen av lufthavnene (Fagernes, Narvik (Framnes) og Sogndal) utført nyere biotaundersøkelser [5], [6], [7] og ved Narvik også nyere grunnundersøkelser [8], [9], [10]. Dette har vært tilgjengelig informasjon under rapportering i forbindelse med del 1 av pålegget. Annen tilgjengelig informasjon til rapporteringen har vært Avinors sårbarhetskort for de fleste av lufthavnene, Avinors miljøovervåkningsrapporter fra 2017-2018 for enkelte av lufthavnene med aktive brannøvingsfelt (Ålesund, Tromsø, Molde, Kirkenes, Florø, Haugesund og Alta), årsrapporter (fra 2016 eller 2017) for oljeutskillere på brannøvingsfelter for Stavanger, Kristiansund og Lakselv, samt dokumenter (tiltaksplaner, søknader til Fylkesmann i Troms og Finnmark og tillatelser) knyttet til mellomlagring av PFAS-forurensede masser på lufthavnene Hammerfest, Vadsø og Kirkenes.

Sårbarhetskortene er Avinors vurdering av sårbarhet for resipienter til lufthavnene.

Miljøovervåkningsrapportene er resultater fra årlig miljøovervåkning ved de ulike lufthavnene, som er sendt til Fylkesmannen i aktuelt fylke hvor lufthavnen ligger.

For de første kartleggingene som ble gjort i forbindelse med DP2 ble det i hovedsak analysert for forbindelsene PFOS og PFOA i jord og vann. I enkelte prøver ble det analysert for en utvidet analysepakke med totalt 11 eller 12 PFAS-forbindelser, men antallet prøver som har utvidet analyse varierer fra lokalitet til lokalitet. I tabellene i DP2-rapportene er det forbindelsene PFOS, PFOA og 6:2 FTS som er vist for jordprøver med analyse av flere PFAS-forbindelser. Analyse av andre forbindelser ses av analysevedlegget fra laboratoriet (i de tilfeller disse vedleggene er komplette). I risikovurderingsrapportene som ble utarbeidet i 2015-2016 ble rapportene bygget på analyseresultatene fra DP2-undersøkelsene, i tillegg til at det ble analysert noen jordprøver som fortsatt var lagret hos laboratoriet, samt at det ble presentert nye data fra analyse av prøver av biota og vannprøver fra 2012 til 2014. I perioden kartleggingene ble utført endret rapporteringsgrensen for PFAS-forbindelser i jord seg fra ca. $<2 \mu\text{g/kg}$ til $<0,1 \mu\text{g/kg}$.

2 Del 1

Del 1 av pålegget er som følger (utdrag fra pålegget):

«Lage et sammendrag av kartlegginger ved norske lufthavner som har pågått i årene frem til 2017. Avinor skal rapportere kartlagte mengder og utbredelsen av PFOS i grunnen ved samtlige lufthavner, med unntak av de fire lufthavnene det allerede er utarbeidet tiltaksplaner for. Miljødirektoratet har utarbeidet et forslag til rapporteringsskjema som skal fylles ut for hver enkelt lufthavn. I de tilfeller der total mengde PFAS er mer enn 20 % høyere enn PFOS-mengden, ønsker vi også totale mengder av PFAS oppgitt» [1].

2.1 Metodikk for del 1

2.1.1 Rapportering per lufthavn (Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1)

2.1.1.1 Tegninger

For hver lufthavn er det følgende kartfigurer:

- Oversiktskart for flyplassen med lokaliteter undersøkt for PFOS/PFAS. Det er benyttet oversiktskart fra risikovurderingsrapportene fra 2015/2016 for de lufthavner som har slike, og DP2-rapporter for resterende. Kun for Narvik er det laget nytt oversiktskart.
- For lokaliteter som det er beregnet mengder for er det utarbeidet to ulike kartfigurer. Den ene kartfiguren viser konsentrasjonsintervallene i toppjord (0-1 meter) basert på interpolering ved bruk av gjennomsnittskonsentrasjon i prøver fra dette dypet i hvert prøvepunkt. Det er også vist høyeste påviste konsentrasjon i prøvepunktet uavhengig av prøvetakingsdybde. Den andre kartfiguren viser konsentrasjonsintervallene i hele det undersøkte volumet basert på interpolering ved bruk av gjennomsnittskonsentrasjoner i prøver fra alle dyp i hvert prøvepunkt. Det er også vist høyeste påviste konsentrasjon i prøvepunktet. Forskjell i konsentrasjonsintervallene i interpolert område i de to kartfigurene vil vise hvor de høyeste konsentrasjonene er påvist (toppjord eller dypere masser).
- For lokaliteter som det ikke er godt nok kartlagt til at det er beregnet mengder er det kun vist lokalisering av prøvepunkter og høyeste påviste konsentrasjon i hvert prøvepunkt.

2.1.1.2 Mengder PFOS/PFAS benyttet ved lokaliteten

Det har vært endringer i type skum som har vært benyttet ved Avinors lufthavner. Det er angitt i risikovurderingsrapportene at slukkeskum med PFOS som hoved-PFAS-komponent ble benyttet frem til 2001, og i perioden 2001 til 2012 ble det benyttet et skum med andre PFAS-forbindelser som de viktigste komponentene. Mengden PFOS skal da ha vært innenfor kravene i Produktforskriften (opptil 0,001 vektprosent eller 10 mg/l). Bruken av skum med PFAS ved Avinors lufthavner ble faset ut i 2012.

Informasjon om mengder som har vært benyttet er hovedsakelig kun angitt for lufthavner med risikovurdering. I risikovurderingsrapportene er det gjort en estimering av mengden PFOS og/eller PFAS benyttet på lokalitetene basert på tidsperioden brannøvingsfeltet har vært i bruk. Informasjon om disse beregningene fremgår av risikovurderingsrapportenes kapittel 5.

Det vises i rapportene til opplysninger fra Solberg Scandinavian AS (som var en produsent av AFFF) om at prosentandel PFAS i skum benyttet før 2001 var 4 %, men det er usikkert hvor mye av dette som var PFOS. Leverandør Egenes Brannteknikk AS og produsent Dr. Sthamer opplyser om at skum benyttet fra 2001 til 2011/2012 hadde et innhold av PFAS på 1,6 %.

For lokaliteter brukt før 2001 er beregningen av benyttet mengde PFOS basert på 4 % PFOS i skummet. For lokaliteter som er brukt etter 2001 og frem til 2011/2012 er beregningen av benyttet mengde PFAS basert på 1,6 % innhold av PFAS i skummet.

Disse beregningene har usikkerheter som ikke er kvantifisert. Blant annet så vil resepter på ulike typer av slukkeskum ha varierende prosentandel PFOS og PFAS. Det er ikke for alle lokaliteter kjent om det er benyttet flere ulike typer slukkeskum, tidsperioden og hyppigheten for bruk.

2.1.1.3 Jordprøvetaking og mengdeberegning

I rapporteringsskjemaets del om jordprøvetaking (kap.1.3 i skjemaene), så er det oppgitt totalt antall jordprøver, antall jordprøver i intervallet 0-1 meters dyp, og antall jordprøver i masser dypere enn 1 meter. Mange prøver er tatt i intervaller som går over både 0-1 meter og dypere enn 1 meter. Det er derfor kommentert hvor mange prøver det blir totalt når man «deler opp prøvene» som går over begge intervallene. Dvs. at en prøve som for eksempel er fra 0,5-1,5 meter vil oppgis som to prøver i kommentaren. Dette vil reflektere det antallet jordprøver som er benyttet i beregning av usikkerhet for dybde i mengdeberegningene (kap. 2.1.3.3).

Det er videre oppgitt de høyeste konsentrasjonene av PFOS og av Σ PFAS i jord. For Σ PFAS i rapporteringsskjema er det da valgt den høyeste konsentrasjonen totalt sett. Det betyr at dersom den høyeste konsentrasjonen er i en prøve som kun er analysert for PFOS og PFOA, så er Σ PFAS summen av PFOS og PFOA. I de tilfeller hvor PFOA ikke er påvist vil det da være den høyeste konsentrasjonen av PFOS som oppgis også som høyeste konsentrasjon av Σ PFAS.

Beregnete mengder PFOS/ Σ PFAS, og usikkerhetsintervall over de ulike konsentrasjonsgrensene, er rapportert i delkap. 4 i skjemaene. Interpolert konsentrasjon, areal og mengde jord som er benyttet i beregningen er vist for hver konsentrasjonsgrense. Det er kommentert hvilke mengder som tidligere har blitt beregnet i risikovurderingsrapportene, og for noen av lokalitetene også beregnet mengde i DP2 rapportene.

Det er vurdert hvorvidt det forurensede området er avgrenset i utbredelse horisontalt og vertikalt. For å avgjøre om et PFAS-forurensset areal er godt nok avgrenset benyttes de ytterste prøvepunktene på undersøkelsesområdet. Kriteriene som er lagt til grunn er at det må være et minimum av fire ytre prøvepunkter i fire ulike retninger relativt til det forurensede arealet, eller en fysisk avgrensing som for eksempel fjell i dagen. Og at de ytterste prøvepunktene i fire ulike retninger er under rapporteringsgrensen eller mindre enn 3 $\mu\text{g/kg}$ for PFOS/ Σ PFAS. I disse tilfeller anses det forurensede arealet å være avgrenset. For lokaliteter der arealet ikke er avgrenset innenfor kriteriene, som beskrevet i kap. 2.1.3.3, er antatt kildeareal angitt i kartfigurene som en skjønnsmessig vurdering av hvor stort areal som ikke er avgrenset.

Det forurensede området kan være avgrenset i en eller flere retninger (x,y,z). Lavere konsentrasjoner i en eller flere retninger (x,y,z) relativt til konsentrasjonene i resten av det undersøkte området kan indikere en avgrensing i aktuell retning.

For at en lokalitet skal anses å være godt nok avgrenset i dybden må en av to kriterier være oppnådd; enten at målinger har blitt tatt i hele dybden ned til fjell, eller at konsentrasjoner i dybden er under rapporteringsgrensen eller mindre enn 3 $\mu\text{g/kg}$ for PFOS/ Σ PFAS.

2.1.1.4 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Vannprøver er tatt som stikkprøver. Konsentrasjonen av PFOS/ Σ PFAS i vannprøvene vil være påvirket av ulike variabler som strømningsforhold, nedbør, flo/fjære, avstand fra kilde, mm., og representerer således et øyeblikksbilde. Det er svært varierende antall prøver ved hver lokalitet, og noen har kun én vannprøve tatt for eksempel av en grøft eller liten dam, mens andre har mange prøvepunkter (for eksempel i bekk,

overflatevann og grunnvann) og flere prøver fra hvert punkt. Det ble tatt vannprøver i forbindelse med DP2-prosjektet ved noen av lufthavnene i 2011 og/eller 2012, og det er i hovedsak på de 18 lufthavnene som er risikovurdert at det også er tatt vannprøver etter 2012.

De fleste grunnvannsbrønnene som ble etablert i forbindelse med DP2-prosjektet ble etablert i gravesjakter i 2011. Det ble på noen lufthavner tatt grunnvannsprøver i 2011, samme år som etablering, og for en del lufthavner ble det tatt prøver i 2012. For enkelte av de risikovurderte lufthavnene ble prøvetaking av disse brønnene videreført. Det er også tatt prøver av vann i gravesjakt enkelte steder. Prøvetaking av grunnvann i nyetablerte grunnvannsbrønner i gravesjakter forventes å ha forhøyede konsentrasjoner av PFAS pga. mobilisering av forbindelsene og suspensjon i vannet, på samme måte som ved prøvetaking av vann i gravesjakt.

For vannprøvetaking er det i skjemaet rapportert hvor det er tatt vannprøver, for eksempel grunnvann, bekk, sjøvann, oljeutskiller. Det er som for jordprøver oppgitt de høyeste konsentrasjonene av PFOS og av Σ PFAS i vann (grunnvann og overflatevann), og for Σ PFAS er det den høyeste konsentrasjonen totalt sett, uavhengig av hvor mange forbindelser som er analysert. Vannprøve fra oljeutskiller er ikke ansett som representativ for overflatevann, og det er derfor kun kommentert rundt konsentrasjoner i oljeutskiller for de lokalitetene hvor dette er prøvetatt.

Det er oppgitt total årlig spredningsmengde av PFOS og Σ PFAS for de de totalt 41 lokalitetene hvor det er estimater for dette. Det er utført estimater kun for enkelte av lokalitetene som er undersøkt i DP2-undersøkelsene, og for alle de lokalitetene hvor det er utført risikovurdering. Beregningene som er utført av årlige spredningsmengder har usikkerheter knyttet til konsentrasjonene som er benyttet i estimatene. I tillegg vil beregningene ha usikkerheter knyttet til vannmengdene som legges til grunn, og om vannbalansen for eksempel er påvirket av grøfter og drenering som ikke er kartlagt.

Beregningene av årlig spredningsmengde fra kildeområdene er hovedsakelig for PFOS, kun et fåtall lokaliteter (9) har beregninger for Σ PFAS. For 12 lokaliteter er det beregnet utlekking fra oljeutskillere. For disse er det i hovedsak beregnet spredningsmengder både for PFOS og for Σ PFAS.

Basert på beregningene er det utlekking fra kildeområdene som har størst betydning for årlig utslipp, ikke utslipp fra oljeutskillere. Fra kildeområdene er det beregnet utslipp av PFOS (inkludert PFAS for de få lokalitetene hvor dette er beregnet) mellom 0,3-912 g/år (gjennomsnitt 121 g/år). Det er generelt relativt høye konsentrasjoner av Σ PFAS i vann fra oljeutskiller, men mengdene som slippes ut er i risikovurderingsrapportene beregnet å være mellom 1-50 g/år for PFOS (gjennomsnitt ca. 9 g/år), og mellom 6-155 g/år for PFAS (gjennomsnitt 53 g/år).

2.1.1.5 Biotaprøvetaking

Det er for hver lokalitet oppgitt om det er tatt biotaprøver, hvilken type biota, hvor mange prøver som er tatt og høyeste påviste konsentrasjon av PFOS og Σ PFAS. For sammenligning med de høyeste påviste konsentrasjonene ved lokaliteten, er det også oppgitt mediankonsentrasjon i en sammenlignbar populasjon av den aktuelle arten ved en annen lokalitet.

Det er hovedsakelig tatt prøver av akvatisk biota, og noen få prøver av terrestrisk biota (for eksempel vegetasjon, meitemark). For de lokalitetene hvor det er tatt biotaprøver, er det stor variasjon i antall prøver, og i hvilke arter som er prøvetatt. Ulike arter har ulike levesett og måter å innta næring på, og vil således vise ulik påvirkning av PFAS-forurensning. Prøver av stasjonære arter (som børstemark, tang, albusnegl) tatt i et område påvirket av kilden kan forventes å ha høyere konsentrasjoner enn ikke stasjonære arter (som torsk og laks).

Det er fremdeles knyttet usikkerhet til vurderinger av påvirkningen og risiko for PFAS i biota. Dette gjenspeiles i at EFSA i en risikovurdering som kom 13. desember 2018 har fastsatt nye midlertidige tålegrenser for stoffene PFOA og PFOS. For PFOS og for PFOA er midlertidig tålegrense (gitt som TWI - tolererbart ukentlig inntak) satt til henholdsvis 13 og 6 ng/kg kroppsvekt per uke (omregnet til TDI PFOS ($13/7 =$) 1,86 ng/kg kroppsvekt /dag PFOA ($6/7 =$) 0,86). Tålegrensene er midlertidige på bakgrunn av at det er spørsmål i vurderingen som er uavklarte, og at det skal gjøres en vurdering om å innføre samlede tålegrenser for flere PFAS-forbindelser [11], [12].

Biota og årlige spredningsmengder er del av lokal risikovurdering i del 3 av pålegget, beskrevet i Norconsult rapport Rapportering for del 3 av Miljødirektoratets pålegg: «Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner» [2].

2.1.1.6 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?

Det er for de fleste lufthavnene for lite kartleggingsgrunnlag til å gi et sikkert svar på dette spørsmålet. Det er stor variasjon i prøveomfanget både i jord, vann og biota. Dette resulterer i at det for noen av lokalitetene vil være store usikkerheter i de beregnede mengdene PFOS i jord, og for få prøver i vann eller biota til å vurdere om konsentrasjonene er representative. I mange tilfeller kan allikevel prøvene gi en indikasjon på om mengden i grunnen stemmer.

Det er for alle lokalitetene med både beregninger av mengde PFOS i grunnen, vann- og/eller biotaprøver gjort en vurdering av om det er sannsynlig at estimeringen av mengde PFOS i grunnen stemmer med målte konsentrasjoner i vann og biota. Det er for enkelte lokaliteter konkludert med at det er sannsynlig at det er bidrag til spredning av PFAS også fra andre kilder på lufthavnen.

Mengdene PFOS i grunnen vil avhenge av forhold som for eksempel når det har vært aktivitet ved lokaliteten, hvor mye skum som er brukt, type masser, og dyp til grunnvann. Målte konsentrasjoner i vann vil avhenge av forhold som for eksempel hvor prøven er tatt i forhold til kildeområdet, spredningsretning og vannmengder i prøvetakingspunktet. Konsentrasjonene i samme prøvepunkt kan variere betydelig med prøvetakingstidspunkt for de ulike stikkprøvene. Målte konsentrasjoner i biota vil avhenge av ulike faktorer som individets alder og trofisk nivå, hvor prøven er tatt i forhold til spredningsretning fra kilden, type biota, resipientens nærhet til kilden, størrelse og vannutskiftning. PFAS i biotaprøver vil i større grad representere en påvirkning over tid sammenlignet med vannprøver som vil representere et øyeblikksbilde.

Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?

Dette er vurdert etter kriterier for beregning av mengde gitt i kap. 2.1.3.1, og leder således til en inndeling av lokalitetene i tre kategorier;

- Mengdeberegnete lokaliteter som rangeres i prioritert rekkefølge
- Lokaliteter som har lave konsentrasjoner og/eller mengder PFOS/ Σ PFAS ($<0,5$ kg)
- Lokaliteter som ikke er godt nok kartlagt

Kriteriene for å beregne mengder PFOS/ Σ PFAS er satt for at prioriteringsrekkefølgen for lokaliteter med hensyn på tiltak skal være basert på et mest mulig likt grunnlag for alle lokaliteter. Det er beregnet mengde PFOS/ Σ PFAS på alle lokaliteter som oppfyller kriteriene. For de lokaliteter som ikke oppfyller kriteriene er det enten så lite PFOS/ Σ PFAS i jord at lokalitetene ikke kan prioriteres for tiltak ut ifra en kost/effekt-vurdering, eller de anses som for dårlig undersøkt. Lokaliteter hvor de analyserte jordprøvene har lavere konsentrasjoner enn hva som er gitt i kriterier for beregning av mengde i kap. 2.1.3.1 og/eller mengder

PFOS/ Σ PFAS i undersøkt volum er mindre enn 0,5 kg, anses å ha for lav mengde i jord til at de kan prioriteres ut ifra en kost/effekt-vurdering. I de tilfeller lokaliteter anses som for dårlig kartlagt kan det være spesielle forhold på lokaliteten, som for eksempel at rullebanen er forlenget og lagt over gamle brannøvingsfelt, eller at det er usikkert hvorvidt området for BØF egentlig er undersøkt (noen lokaliteter har ingen tydelige tegn i terrenget på hvor det har foregått brannøving). For disse lokalitetene kan det være indikasjoner på at det er PFAS i grunnen (for eksempel lokaliteter hvor konsentrasjon i vannprøver tilsier at mengde utlekking kan være høy), men de kan da ikke prioriteres basert på beregnet mengde PFOS/ Σ PFAS i jord og faller ut av prioriteringslisten.

Andre forhold av betydning for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak

I den siste delen av rapporteringsskjemaene (delkap. 7) er informasjon fra Naturbase (www.naturbase.no) om registrerte verneområder, arter av nasjonal forvaltningsinteresse, naturtyper, inngrepsfrie naturområder, eller friluftsområder. Det er også oppgitt Avinors sårbarhetsvurdering for lufthavnen for enkelte av lufthavnene, samt informasjon om sportsfiske eller drikkevannsforekomster. Dette er forhold som er del av lokal risikovurdering i del 3 av pålegget [2]. Dersom det er avdekket andre forhold som kan være av betydning for opprydning er dette kommentert.

2.1.2 Lokaliteter hvor total mengde Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn PFOS-mengden

Ved aktive lufthavner, eller lufthavner hvor brannøvingsfelt (BØF) er lagt ned senere enn 2001, kan det være benyttet skum med andre PFAS-forbindelser enn PFOS som hovedkomponenter. Ved disse lokalitetene kan det forventes at konsentrasjoner og mengder av Σ PFAS er betydelig høyere enn konsentrasjoner og mengder av PFOS. Det er også tilfelle ved enkelte andre lokaliteter, noe som henger sammen med at det i skum med PFOS som hovedkomponent vil være en miks av forskjellige forbindelser i mindre konsentrasjoner. I Miljødirektoratets pålegg bes det om en vurdering av om det er lokaliteter der total mengde Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn PFOS-mengden. Dette skal benyttes i vurdering av om lokaliteten bør få en høyere prioritering i del 2 av pålegget, enn dersom man kun vektlegger PFOS [1].

Det er for hver lokalitet vurdert om det er indikasjon på at grunnforurensningen har et betydelig bidrag fra andre PFAS-forbindelser i tillegg til PFOS. Følgende kriterier er satt for å avgjøre om det er en slik indikasjon:

- Det må være minimum fire jordprøver analysert for flere PFAS-forbindelser enn PFOS og PFOA
- Minimum to av jordprøvene må ha konsentrasjoner av Σ PFAS mer enn 20 % høyere enn PFOS konsentrasjonene
- Gjennomsnittet av Σ PFAS / PFOS for alle jordprøvene analysert for flere PFAS-forbindelser ved lokaliteten > 1,2

Dersom det første kriteriet ikke er oppfylt er det ikke datagrunnlag for å vurdere Σ PFAS ved lokaliteten. Dersom alle kriteriene er oppfylt, anses lokaliteten å ha indikasjon på betydelig forurensning av andre PFAS-forbindelser i tillegg til PFOS.

2.1.3 Beregninger av mengder PFOS/ Σ PFAS i grunnen

Formålet for beregningene av mengder PFOS/ Σ PFAS er å ha et grunnlag for prioritering av evt. tiltak. Prøvetakingsgrunnlaget for beregninger av mengder PFOS/ Σ PFAS er generelt ikke tilstrekkelig til å beregne mengder med stor presisjon, noe som gjenspeiles i usikkerheten for beregningene (kap. 2.1.3.3). Grunnundersøkelsene som er utført anses som orienterende undersøkelser, som kan benyttes for å få en oversikt over hvilke lokaliteter som har høy grad av forurensning, og derfor bør prioriteres for videre undersøkelser og tiltak. Dette skyldes blant annet at undersøkelsene er utført på samme tid som

problematikken tilknyttet PFAS-forbindelser i jord i økende grad ble aktualisert, og at det for de fleste lokaliteter ikke er gjennomført supplerende prøvetaking av jord etter at forurensningen ble avdekket i undersøkelsene fra 2011-2012 (kun analysert lagrede jordprøver fra 2011-2012). I tiden etter undersøkelsene ble utført har kunnskapsnivået og fokuset på problemstillinger knyttet til PFAS-forbindelser økt. Undersøkelsene avdekker for de fleste av lokalitetene om de er forurensset av brannslukningsskum, og sannsynlig grad av forurensning, men gir ikke en avgrensning av forurensning horisontalt og i dypet (som definert i kap. 2.1.1.3).

Mengden som beregnes vil gjenspeile det undersøkte volumet masser. Det undersøkte volumet er definert av de ytterste prøvepunktene, og av den dypeste prøven. Med unntak av de lokaliteter hvor forurensningen er avgrenset av fjell, eller det er svært lave konsentrasjoner/ikke påvist PFOS/ Σ PFAS i de dypeste prøvene, er det benyttet et skjønnsbasert gjennomsnittsdyp. I noen prøvepunkt er det kun tatt prøver i toppjord, og i andre prøvepunkt er det prøver kun fra dypereliggende masser. Dersom det er få prøvepunkter, eller det er tatt få prøver som representerer ulike dybdenivåer, vil usikkerheten for det undersøkte volumet være større. Dersom det er høye konsentrasjoner i ytterpunktene eller i de dypeste prøvene vil det gjenspeiles i usikkerheten for beregningen at det kan være en større mengde enn hva som er avdekket. Variasjonen i grunnlaget ved de ulike lokalitetene gir også stor variasjon i usikkerhet ved lokalitetene.

Formålet med metodikken, både for beregning av mengder og for usikkerhetsangivelse, er at beregningene skal utføres på en enhetlig måte. Beregningene er utført basert på det datagrunnlaget som foreligger, og kun for lokaliteter som oppfyller kriterier for beregning av mengde.

2.1.3.1 Kriterier for beregning av mengde

Prioriteringsrekkefølgen for lokaliteter med hensyn på tiltak vil påvirkes sterkt av mengden PFOS/ Σ PFAS i jord, og kostnader for å fjerne hele eller deler av denne. For å kunne beregne mengden i jord er det satt følgende kriterier:

- Det må være minimum fire prøvepunkt
- Det må være minimum seks prøver med PFOS/ Σ PFAS konsentrasjoner $> 3 \mu\text{g/kg}$
- Det må være minimum to prøver med PFOS/ Σ PFAS konsentrasjoner $> 20 \mu\text{g/kg}$

Lokaliteter med færre enn fire prøvepunkt anses for dårlig undersøkt. Lokaliteter som ikke oppfyller de to siste kriteriene anses enten å være for dårlig undersøkt, eller å representere så lave mengder i jord at lokaliteten ikke vil inngå i prioriteringen i del 2.

Dagens gjeldende normverdi for konsentrasjoner av PFOS i jord er $100 \mu\text{g/kg}$. Denne er under oppdatering, og forventes å bli betydelig lavere. Miljødirektoratet har ikke satt tilstandsklasser for PFOS i jord, og heller ikke generelle akseptkriterier for konsentrasjoner i jord. Tiltaksgrensene for hver enkelt lokalitet vil da settes basert på vurderinger av kost/effekt. I pålegget er det gitt at prioriteringer i del 2 skal baseres på kost/effekt-vurderinger. Det er vurdert at lokaliteter som ikke oppfyller de to siste kravene til beregning av mengde, og ellers anses godt nok undersøkt, ikke vil prioriteres i rekkefølgen. Dette henger sammen med en forventning om at for å fjerne lik mengde forurensning ved lave konsentrasjoner i jord, så må det gjøres tiltak for et langt større volum masser enn for tiltak ved høyere konsentrasjoner i jord. Lavere konsentrasjoner enn $20 \mu\text{g/kg}$ forventes å utgjøre for lave mengder per volum masser til at tiltak vil bli aktuelt ut ifra en kost/effekt-vurdering, forstått som kr per kg PFOS fjernet fra kretsløpet.

2.1.3.2 Mengdeberegning

Det er beregnet mengde PFOS/ Σ PFAS for hele det undersøkte volumet, og for masser i 0-1 meters dyp (kap. 0). Dette er gjort for at det i vurdering av tiltaksmetoder enkelt skal kunne vurderes om tiltak er mest

effektivt for toppjord (0-1 meter) eller for dypereliggende masser (> 1 meter). Dette er igjen knyttet til kostnader ved tiltak. Det er beregnede mengder for det hele det undersøkte volumet som er gitt i rapporteringsskjemaenes delkap. 4 i Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1. I figurene i det samme kapittelet i vedlegget er både beregnede mengder i 0-1 meters dyp, og i hele det undersøkte volumet vist.

I hvert prøvepunkt beregnes en gjennomsnittlig konsentrasjon basert på målte PFOS/ Σ PFAS-konsentrasjoner vertikalt i jordprofilen i punktet. Det er beregnet gjennomsnittlig konsentrasjon i hvert undersøkelsespunkt der det er flere prøver, og for punkter med kun én prøve er påvist konsentrasjon i prøven benyttet. Målinger av PFOS/ Σ PFAS som ligger under rapporteringsgrensen regnes som null i gjennomsnittsberegninger. Basert på gjennomsnittlig PFOS/ Σ PFAS-konsentrasjon i punktene interpoleres konsentrasjonsfordelingen for hele undersøkelsesarealet ($\mu\text{g/kg}$) med metoden "natural neighbour" i programvaren Surfer.

For å utføre beregning av gjennomsnittskonsentrasjon i toppjord, benyttes kun målinger fra øverste meter. Hvis det er flere målinger på samme punkt innenfor dybdeintervallet 0-1 meter er gjennomsnitt av disse brukt. Det lages deretter kart for målinger fra øvre meter på samme måte som for gjennomsnittet for hele undersøkelsesdypet. Gjennomsnittlig konsentrasjon ($\mu\text{g/kg}$) i hvert prøvepunkt med prøver i 0-1 meters dyp benyttes til å interpolere konsentrasjonsfordelingen over det undersøkte arealet med metoden "natural neighbour" i programvaren Surfer.

Kartene har konturer etter de sju konsentrasjonsklassene ($\mu\text{g/kg}$) som er gitt i pålegget <3, 3-30, 30-150, 150-500, 50-1000, 1000-3000 og >3000 $\mu\text{g/kg}$. Undersøkt areal er definert av de ytterste undersøkelsespunktene. For hvert konsentrasjonsintervall vil gjennomsnittskonsentrasjoner og areal hentes ut fra hvert kart.

Beregning av mengde PFOS/ Σ PFAS kommer frem slik for både beregninger for hele det undersøkte volumet, og for øvre meter:

- 1) Beregne volum (m^3) til massene ved å multiplisere det undersøkte areal (m^2) med mektighet forurensede masser (m).
- 2) Beregne vekt (kg) til massene ved å multiplisere massenes volum (m^3) med massenes tetthet (kg/m^3). Massenes tetthet settes basert på beskrivelsene i DP2 og risikovurderingsrapportene, og er en skjønnsbasert vurdering.
- 3) Beregne vekt (kg) PFOS ved å multiplisere vekt (kg) forurensede masser med andel finstoff og gjennomsnittlig interpolert PFOS/ Σ PFAS-konsentrasjon i massene ($\mu\text{g/kg}$). Andel finstoff (< 20 mm) i massene settes basert på beskrivelsene i DP2 og risikovurderingsrapportene, og er en skjønnsbasert vurdering.

For hver lokalitet er det beregnet kumulativ mengde PFOS/ Σ PFAS (dvs. inkl. alle konsentrasjoner over) for de konsentrasjonsgrensene som er gitt i pålegget. Det vil si at mengde PFOS/ Σ PFAS beregnes for konsentrasjoner ($\mu\text{g/kg}$) >3, >30, >150, >500, >1000 og >3000. Anvendt metodikk gir beregnet mengde for det undersøkte volumet. Mangelfull avgrensing i datagrunnlaget gir usikkerhet i beregningene.

2.1.3.3 Usikkerhet i beregningene

Usikkerheten skal kvantifisere de mengder som ikke er avdekket gjennom undersøkelsene, og mengder som kan være over/underestimert basert på undersøkelsen. Sannsynlighet for ikke-avdekkede mengder vil fremkomme gjennom en skjønnsbasert vurdering av hvor stort areal og dyp som ikke er avgrenset av undersøkelsen. Denne vurderingen henger sammen med lokale variasjoner, og er avhengig av hvor godt DP2- eller risikovurderingsrapporter beskriver disse forholdene (som grunnvannsnivå, massetype, dyp til fjell osv.).

Det er en rekke faktorer som påvirker usikkerheten i hver beregning, der noen er kvantifiserbare og andre ikke er det. Eksempel på faktorer som ikke er mulig å kvantifisere er for eksempel om eventuelle hotspots er påtruffet, eller hvor bra anvendte antagelser er i forhold til virkeligheten på hver enkelt lokalitet. Usikkerhet som knyttes til kartleggingsgrunnlaget er avhengig av følgende:

- Antall prøvepunkter
- Antall prøver
- Hvordan prøvepunktene er fordelt på arealet
- Hvordan prøvene er fordelt i dybden
- Hvor godt prøvene ser ut til å treffe forurensningen

Det er valgt å oppgi et usikkerhetsintervall for hver mengdeberegning basert på kvantifisering av usikkerhet for faktorene areal, dybde, volum, massenes tetthet, vekt og andel finstoff. Hvor stor usikkerhet som er tilknyttet hver faktor er avhengig av kartleggingsgrunnlaget, samt skjønnsbaserte vurderinger basert på beskrivelser av respektive lokaliteter.

Areal

Usikkerhet for areal er beregnet ut ifra relasjon til minimum antall prøvepunkter. Usikkerhetsfaktor innenfor det undersøkte arealet er gitt av formelen:

$(4/\text{antall prøvepunkter}) \times \text{undersøkt areal}$

På denne måten relateres usikkerheten innenfor undersøkt areal til det antall prøvepunkter som er på hver enkelt lokalitet. Ved et lavt antall prøvepunkter per areal er det større sannsynlighet for at deler av det undersøkte arealet ikke er forurensset eller er mer forurensset, som øker usikkerheten i mengden som beregnes basert på gjennomsnittskonsentrasjoner i hvert prøvepunkt.

Usikkerhet omkring undersøkt areal er også basert på hvor mye større areal som antas påkrevd for å påvise laveste konsentrasjonsklasse eller en fysisk avgrensning i ytterkantene av arealet. Dette er en skjønnsbasert vurdering av forurensset areal utover undersøkelsesarealet, antatt kildeareal, som vises i kartfigurene (Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1) for hver enkelt lokalitet.

Usikkerheten for arealet i hvert konsentrasjonsintervall er relatert til det undersøkte arealet og usikkerhetsfaktorene innenfor (gitt av formelen over) og utenfor det undersøkte arealet (antatt kildeareal).

Dybde

For å håndtere usikkerhet i dybde på lik måte for alle beregningene, er også denne relatert til minimum antall prøvepunkter. Dette er uttrykt som 4 prøvepunkter i relasjon til antall prøver som er tatt i hvert dybdelag (0-1 meter og dypere). Det antallet prøver som er benyttet i beregningen er summen av prøver i dybdeintervallene 0-1 meter og dypere enn en meter.

I en meters dybde er usikkerheten lik $4/\text{antall prøver}$ som er tatt i det laget. For gjennomsnitt for hele undersøkelsesvolumet er usikkerheten lik $4/\text{antall prøver}$ i lagene, samt et tillegg med en skjønnsbasert bedømming av hvor mye ekstra dybde som antas påkrevd for å få en avgrensning i dybden. Vurderingen knyttes til eventuell informasjon om spredningspotensiale i massene/massetype, dybde til grunnvann og dybde til fjell der det finnes informasjon om det, eller om prøver i dybden viser at det ikke finnes PFOS/ Σ PFAS lenger ned enn en gitt dybde.

Gjennomsnittskonsentrasjoner

Usikkerhet i beregning av gjennomsnittskonsentrasjon for hver konsentrasjonsgrense av PFOS/ Σ PFAS, basert på gjennomsnittskonsentrasjon i enkeltpunkter, er angitt som usikkerhet i areal og dybde med PFOS/ Σ PFAS, ettersom dette er knyttet til antall prøvepunkter og antall prøver per volum.

Et gjennomgående mønster for lokalitetene er at det med få unntak er relativt lavt antall jordprøver. Det er også ofte relativt stor forskjell i målte konsentrasjoner, spesielt ved de plasser hvor en såkalt hotspot er oppdaget. Det resulterer i at median og gjennomsnittskonsentrasjon ofte vil være veldig forskjellig. Gjennomsnitt vil derfor ofte gi høyere konsentrasjoner enn median, og for at de høye konsentrasjonene skal være en del av beregningen anses gjennomsnittskonsentrasjon å være mest representativ.

Massenes volum, tetthet og vekt

Usikkerhet for massenes volum kommer av usikkerhet for areal og dybde. Dvs. at usikkerhet om massenes volum kommer fra det undersøkte arealet i relasjon til det antatte kildearealet, og det undersøkte dypet i relasjon til antatt dybdeutstrekning av forurensningen.

Usikkerhet for massenes tetthet og for andel finstoff i massene er satt etter vurdering av type masser ut fra beskrivelsen som er gitt av massene for hver enkelt lokalitet. Detaljeringsgraden på informasjon om massetype gitt i beskrivelser i rapportene varierer. Usikkerheten er generelt satt til 25 %. Dersom beskrivelsene er bra benyttes det lavere usikkerhet.

Usikkerhet for vekt av massene vil komme av usikkerhet for volum og tetthet.

Usikkerhet for mengde PFOS/ Σ PFAS

Ettersom alle usikkerhetsfaktorene for beregnet mengde PFOS/ Σ PFAS henger sammen, så vil det være en forplantningsusikkerhet i beregningen. Forplantningsusikkerhet er beregnet etter:

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

x og y er faktorer i summen z.

Usikkerheten til mengden PFOS/ Σ PFAS innenfor det undersøkte volumet er knyttet til hvor god prøvedekning området har, og usikkerheten til mengden PFOS/ Σ PFAS utenfor det undersøkte området er knyttet til hvor godt undersøkelsen tilsynelatende treffer forurensningen, og de lokale forholdene som for eksempel løsmassemektighet. Ved de lokaliteter der resultatene av undersøkelsen tyder på at forurensningen kun er delvis avdekket, dvs. lite avgrenset i areal og/eller dybde, vil det antas en mindre usikkerhet innenfor det undersøkte området enn utenfor.

2.1.3.4 Andre usikkerheter

- Jordprøvetaking på brannøvingsfeltene er hovedsakelig utført i 2011-2012, det er 7-8 år siden, og for lokaliteter med høy grad av utlekking kan forurensningssituasjonen se annerledes ut i dag.
- Intern flytting/mellomlagring av PFOS/PFAS-masser til/fra brannøvingsfelt etter at undersøkelser ble utført.

2.1.3.5 Forskjeller mellom beregninger utført i 2015-2016 og nye beregninger

For de lokalitetene hvor det er utført en utvidet risikovurdering i 2015-2016 er det også utført beregning av mengde PFOS i jord. Ettersom det i 2015-2016 ikke ble beregnet mengder for alle undersøkte lokaliteter, samt de nye konsentrasjonsinndelingene gitt i pålegget, ble det behov for å gjøre nye mengdeberegninger for lokalitetene. Den nye metodikken, med hensikt å kunne gjøre en prioritering av lokalitetene basert på mest mulig likt grunnlag, er litt ulik fra tidligere fremgangsmåte. De ulike metodene fører til at estimatene på mengde vil være ulike.

Forskjeller i metodene er:

- Konsentrasjonsinndelingene er ulike, og arealet til forurensningen vil derfor være større når konsentrasjoner ned til 3 µg/kg skal tas med, sammenlignet med bruk av 100 µg/kg (gjeldende normverdi).
- For risikovurderingene er beregningene utført mer konservativt. Det er derfor ikke tatt hensyn til andel finstoff/stein/blokk i massene. For beregning av gjenværende mengder med hensyn på tiltak, er estimert andel stein/blokker fra fyllmasser tatt ut av volumet for beregningen da disse ikke vil inneholde PFOS/PFAS. Dette vil redusere den beregnede mengden PFOS/ΣPFAS.
- Det er for risikovurderingene tatt utgangspunkt i en skjønnsbasert vurdering av antatt areal- og dybdeutstrekning for forurensningen, og gitt et standardavvik på usikkerhet for areal og dybde. For de nye beregningene er det tatt utgangspunkt i undersøkt areal og dyp, og usikkerheten reflekterer hvor godt undersøkt lokaliteten er (sammenheng med antall prøvepunkt og jordprøver), og en skjønnsbasert vurdering av avgrensning av forurensningen basert på hvor godt prøvene i det undersøkte volum ser ut til å treffe forurensningen.

2.2 Resultater fra del 1

2.2.1 Rapportering per lufthavn

Sammendrag av kartlegginger med beregnede mengder PFOS/ Σ PFAS for hver lufthavn er gitt alfabetisk i Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1 for de 39 av Avinors lufthavner som omfattes av pålegget. Det er totalt 59 undersøkte lokaliteter ved disse lufthavnene. Lokalitetene er vist i Tabell 1.

2.2.2 Lokaliteter hvor total mengde Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn PFOS-mengden

Tabell 1 viser hvor mange av de analyserte jordprøvene ved de 59 lokalitetene som er analysert for andre forbindelser enn PFOS og PFOA, i hvor mange av prøvene konsentrasjoner av Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn konsentrasjoner av PFOS, samt om det er lokaliteter med indikasjon på betydelig høyere konsentrasjoner av andre PFAS-forbindelser enn PFOS. Kriteriene for vurderingen er gitt i kap. 2.1.2.

Tabellen viser at for mange lokaliteter er det ingen eller få prøver analysert for flere forbindelser enn PFOS og PFOA. For enkelte lokaliteter kan det være betydelige mengder andre PFAS-forbindelser i jord som det ikke er undersøkt for. Spesielt gjelder dette ved de aktive feltene Alta, Kirkenes aktiv, Kristiansund aktiv, Stavanger aktiv, Trondheim aktiv og Ålesund aktivt.

I alt er 11 lokaliteter vurdert å ha indikasjon på betydelig høyere konsentrasjoner av andre PFAS-forbindelser enn PFOS. Åtte av disse lokalitetene inngår i del 2 (kap. 2.2.3.1), og vil få en høyere prioritering enn dersom man kun vektlegger PFOS.

Selv om flere av de analyserte prøvene ved disse lokalitetene har konsentrasjoner av Σ PFAS mer enn 20 % høyere enn konsentrasjoner av PFOS, er det ikke godt nok grunnlag til å vurdere hvor mye høyere konsentrasjonene er. Til det trengs det flere prøver analysert for flere PFAS-forbindelser.

Det er derfor ikke beregnet mengder av Σ PFAS eller rapportert Σ PFAS i rapporteringsskjemaene i Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1, med unntak av for Molde lufthavn. Informasjonen er kun benyttet i prioriteringen i del 2.

Ved Molde Lufthavn er det et aktivt og et gammelt BØF på samme sted, og ettersom det i flere av prøvene på den nye delen av BØF ikke er påvist PFOS, men høye konsentrasjoner av Σ PFAS, er det benyttet Σ PFAS i beregningene for denne lokaliteten. Siden det kun er for Molde at konsentrasjoner av Σ PFAS er inkludert i beregningene, vil det videre i del 1 av rapporten som en forenkling omtales mengder PFOS i tabellene og figurene.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 1: Oversikt over antall prøver av totalt prøveomfang som er analysert for flere PFAS-forbindelser enn PFOS og PFOA, hvor mange av prøvene som har konsentrasjon av Σ PFAS mer enn 20 % høyere enn PFOS-konsentrasjon, og om det er indikasjon på betydelig bidrag fra andre PFAS-forbindelser.

Lufthavn og lokaliteter	Prøver analysert for flere PFAS enn PFOS og PFOA	Σ PFAS mer enn 20 % høyere enn PFOS	Indikasjon på betydelig bidrag fra andre PFAS forbindelser
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	2 av 18	0	For få prøver analysert
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	6 av 17	4	ja
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	2 av 22	1	For få prøver analysert
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	5 av 18	1	nei
Brønnøysund lufthavn Brønnøy - BØF 1 (ikke aktivt)	-	-	-
Båtsfjord lufthavn - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Båtsfjord lufthavn - BØF 2 (yngre, ikke aktivt)	7 av 7	2	ja
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	-	-	-
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	4 av 12	4	ja
Florø lufthavn - BØF2 (gammelt)	-	-	-
Førde lufthavn Bringeland - BØF 1 (gammelt)	1 av 7	1	For få prøver analysert
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Hammerfest lufthavn - BØF 2 (ikke aktivt)	5 av 5	0	nei
Hasvik lufthavn - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF A (aktivt)	10 av 10	8	ja
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	-	-	-
Honningsvåg lufthavn Valan - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Kirkenes lufthavn Høybukthoen - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Kirkenes lufthavn Høybukthoen - BØF 3 (aktivt)	3 av 3	2	For få prøver analysert
Kirkenes lufthavn Høybukthoen - Driftsområdet	1 av 12	1	For få prøver analysert
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	12 av 20	5	ja
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	2 av 8	2	For få prøver analysert
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	9 av 25	3	nei
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3 av 23	0	For få prøver analysert
Mehamn lufthavn - BØF 1 og 2 (ikke aktive)	-	-	-
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3 av 21	1	For få prøver analysert
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	11 av 38	10	ja
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	2 av 11	1	For få prøver analysert
Namsos lufthavn - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	28 av 28	5*	ja
Narvik lufthavn Framnes - BØF sør (gammelt)	-	-	-
Narvik lufthavn Framnes - Driftsområde/hangar	19 av 19	1	nei
Narvik lufthavn Framnes - Ved dieseltank/snødeponi	10 av 10	2	nei
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	8 av 23	4	ja
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	4 av 11	1	nei
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	6 av 14	0	nei
Røst lufthavn - BØF2 (gammelt)	-	-	-
Sandane lufthavn Anda - BØF 1 (gammelt, ikke aktivt)	-	-	-
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	8 av 21	0	nei
Stavanger lufthavn Sola - BØF 1 (aktivt)	-	-	-
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	12 av 20	3	nei
Stokmarknes - BØF 1	-	-	-
Svolvær lufthavn Helle - BØF A (ikke aktivt)	-	-	-

Lufthavn og lokaliteter	Prøver analysert for flere PFAS enn PFOS og PFOA	ΣPFAS mer enn 20 % høyere enn PFOS	Indikasjon på betydelig bidrag fra andre PFAS forbindelser
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	-	-	-
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	-	-	-
Sørkjosen lufthavn - BØF 2 (ikke aktivt)	9 av 22	3	ja
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	6 av 15	5	ja
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	7 av 15	3	ja
Trondheim lufthavn Værnes - BØF 2 (aktivt)	3 av 19	Ikke påvist PFOS eller PFAS.	For få prøver analysert
Vadsø lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	4 av 12	0	nei
Vardø BØF 2 (eldst)	-	-	-
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	3 av 13	Usikkert, da analyserapportene ikke vedliggjer DP2-rapport.	-
Værøy gamle lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	-	-	-
Værøy helikopterhavn - Ved terminalområdet	-	-	-
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	3 av 13	2	For få prøver analysert
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2 av 26	2	For få prøver analysert
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	6 av 32	1	nei

Celler merket med - betyr ingen prøver analysert for annet enn PFOS og PFOA. For Narvik: *Sum PFAS er kun oppgitt inkludert LOQ i analyserapportene, men summering av analyserte forbindelser gir en indikasjon på høye PFAS-konsentrasjoner

2.2.3 Beregninger av mengder PFOS/ΣPFAS i grunnen

2.2.3.1 Inndeling av lokaliteter basert på kartleggingsgrunnlaget og beregnede mengder

De totalt 59 undersøkte lokalitetene ved Avinors lufthavner er delt inn i tre ulike kategorier etter hvor godt kartlagt de er, og etter mengdene som er beregnet. Kriteriene for beregning av mengder er gitt i kap. 2.1.3.1, og kategorisering av lokaliteter som er gitt i 2.1.1.6

Tabell 2 viser de 32 lokalitetene som anses som godt nok kartlagt til å inngå i prioriteringen i del 2, med beregnede mengder PFOS (kg) i grunnen ($\geq 0,5$ kg) og med angitte usikkerheter. I Tabell 3 vises de 10 lokalitetene som anses godt nok kartlagt, men har så lave konsentrasjoner og/eller mengder PFOS i jord ($<0,5$ kg) at de ikke vil inngå i prioriteringen i del 2. I Tabell 4 fremgår de 17 lokalitetene som anses for dårlig kartlagt til at de kan inngå i prioriteringen i del 2.

Det er totalt 32 lokaliteter som anses som godt nok kartlagt, og har beregnede mengder PFOS (kg) i grunnen. For disse lokalitetene varierer beregnede mengder fra 0,5 til 81 kg. Total beregnet mengde PFOS for disse er ca. 314 kg PFOS, men ettersom mange lokaliteter ikke er avgrenset ned til konsentrasjoner < 3 $\mu\text{g/kg}$ i areal og dybde, er usikkerhet for dette estimatet at mengden kan være fra halvparten (ca. 130 kg) til over dobbelt så stor (ca. 800 kg).

Til sammenligning er estimert forbruk av PFOS og PFAS også oppgitt i tabellen. For de 17 risikovurderte lufthavnene som er berørt av pålegget, er det i risikovurderingsrapportene estimert mengde PFOS brukt frem til 2001 på totalt 19 lokaliteter. Det er estimert at det er benyttet totalt 18 900 kg bare på disse 19 lokalitetene (mengdene varierer mellom 5 og 7000 kg PFOS). Usikkerhet ved estimert forbruk er ikke kvantifisert.

De største mengdene PFOS i grunnen er beregnet for Tromsø lufthavn Langnes BØF 2, som er et gammelt brannøvingfelt benyttet i perioden 1985-2001. Det er beregnet ca. 80 kg PFOS innenfor det undersøkte området på denne lokaliteten, men usikkerheten for beregningen er høy, ettersom det forurensede området

er lite avgrenset. Det også for denne lokaliteten det høyeste forbruket av PFOS er estimert, med hele 7000 kg. Den nest største mengden PFOS i grunnen er beregnet for Ålesund lufthavn Vigra BØF 2 (gammelt), som er benyttet i perioden ca. 1978-1997. Det er beregnet ca. 50 kg PFOS i grunnen, men også her er usikkerheten høy på grunn av lite avgrening i forurensset område. Estimert forbruk av PFOS er det tredje høyeste for denne lokaliteten, med 1750 kg. Stavanger BØF 2 (gammelt) har det nest høyeste forbruket med 1790, men det er beregnet en langt lavere mengde PFOS i det undersøkte volumet for denne lokaliteten, med 5,4 kg.

Grunnen for den høye utlekkingen ved Stavanger BØF 2 kan ha sammenheng med flere ulike forhold, blant annet massetype. For Stavanger er massene beskrevet som sand, jord, pukk og grus, mens ved de gamle brannøvingsfeltene i Tromsø og Ålesund er det innslag av myr i beskrivelsene av massene.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 2: Oversikt over lokaliteter det er beregnet mengde PFOS (kg) i grunnen for, med usikkerhet ($\pm$ kg). For de lokaliteter hvor det er beregnet forbruk av PFOS/PFAS er mengden (kg) vist for sammenligning. Mengden PFOS ved hver lokalitet er forventet å være innenfor det oppgitte usikkerhetsintervallet.

Lokaliteter som er mengdeberegnet	PFOS (kg)	Usikkerhetsintervall ($\pm$ kg)	Estimert forbruk PFOS (kg)	Estimert forbruk PFAS (kg)	Kommentar
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	81	35 - 186	7000		Mengden i jord er forventet å ligge i intervallet 35-186 kg PFOS.
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	51	21 - 131	1750		
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	24	15 - 36	900		
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	7 - 55			
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - BØF 1 (gammelt)	21	10 - 68			
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	14	6 - 74	800	25	
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	13	6 - 26	810	140	
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	9,4	3,5 - 27			
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	4,7 - 20	1480	250	Mengder i jord er beregnet ved bruk av konsentrasjoner av Σ PFAS.
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	8,4	3,3 - 22		1900	
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	7,9	2,1 - 31	580	430	
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	6,1	2,6 - 15		30	
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	5,4	2,4 - 13	1790		
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	4,5	2,3 - 8,2	1450		
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3,8	1,5 - 8,4			
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,8	0,9 - 7,2	480	90	
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	3,4	1,7 - 5,4			
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	3,2	1,1 - 12			
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	3,1	1,0 - 6,4			
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	1,4 - 6,5	18	4	
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	2,8	0,5 - 6,9			
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	2,6	0,9 - 12			
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2,5	1,1 - 4,0	370	405	
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	2,1	0,9 - 5,2	76	24	
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,1	0,5 - 2,9	230	15	
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	1,0	0,3 - 4,6	5	5	
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - Driftsområdet	1,0	0,2 - 2,8			
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	1,0	0,3 - 1,9		70	
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	0,8	0,4 - 1,8			
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	0,7	0,2 - 1,4		105	
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,6	0,2 - 1,5			
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	0,5	0,1 - 1,1			
Sum	314	134 - 804	18 904	3 493	

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 3: Oversikt over lokaliteter som har for lave konsentrasjoner og/eller mengder (<0,5 kg) i jord til at tiltak vil bli aktuelt.

Lokaliteter som har lave konsentrasjoner og/eller mengder i jord	PFOS (kg)	Usikkerhetsintervall (± kg)	Kommentar
Narvik lufthavn Framnes - Driftsområde/hangar	0,2	0,1-0,3	Lave konsentrasjoner (19 prøver)
Honningsvåg lufthavn Valan - BØF 1 (gammelt)	0,1	0,06-0,2	Tynt løsmassedecke, liten mengde (26 prøver)
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF A (aktivt)	0,05		Mengde hentet fra DP2 rapport. Lave konsentrasjoner av PFOS og PFAS (10 prøver)
Værøy gamle lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	0,05		Mengde hentet fra DP2 rapport. Lave konsentrasjoner (8 prøver), lokalitet kun brukt 4 år
Røst lufthavn - BØF2 (gammelt)	0,02	0-0,22	6 prøver, tynt lag løsmasser og naturlig avgrenset av terreng
Narvik lufthavn Framnes - Ved dieseltank/snødeponi	0,01	0,001-0,06	Lave konsentrasjoner (10 prøver)
Hasvik lufthavn - BØF 1 (gammelt)	0,01	0,005-16	Tynt løsmassedecke, lave konsentrasjoner (12 prøver), liten mengde
Båtsfjord lufthavn - BØF 2 (yngre, ikke aktivt)			Ikke beregnet, lave konsentrasjoner av PFOS og PFAS (7 prøver)
Værøy helikopterhavn - Ved terminalområdet			Ikke beregnet, lave konsentrasjoner (5 prøver)
Hammerfest lufthavn - BØF 2 (ikke aktiv)			Ikke beregnet, lave konsentrasjoner (5 prøver), BØF etablert i 2011/2012

Tabell 4: Oversikt over lokaliteter som anses for dårlig kartlagt.

Lokaliteter som er for dårlig kartlagt	PFOS (kg)	Kommentar
Brønnøysund lufthavn Brønnøy - BØF 1 (ikke aktivt)	14,7	Mengde hentet fra DP2 rapport. BØF er under rullebane.
Førde lufthavn Bringeland - BØF 1 (gammelt)	1,4	Mengde hentet fra DP2 rapport. BØF er under rullebane (7 prøver).
Trondheim lufthavn Værnes - BØF 2 (aktivt)	1	Mengde hentet fra DP2 rapport. Lave PFOS-konsentrasjoner (19 prøver), men aktivt felt er ikke undersøkt for ΣPFAS.
Stavanger lufthavn Sola - BØF 1 (aktivt)	0,2	Mengde hentet fra DP2 rapport. Lave PFOS-konsentrasjoner (10 prøver), men aktivt felt er ikke undersøkt for ΣPFAS.
Båtsfjord lufthavn - BØF 1 (gammelt)	0,07	Mengde hentet fra DP2 rapport. Ikke sikkert prøvene treffer senter av BØF (5 prøver).
Mehamn lufthavn - BØF 1 og 2 (ikke aktive)	0,09	Mengde hentet fra DP2 rapport. BØF er under rullebane (12 prøver).
Vadsø lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)		Kun en prøve fra dypere liggende lag, og pga. feil i tabellene i DP2 rapporten er det usikkert om det er prøven med høyest konsentrasjon.
Sandane lufthavn Anda - BØF 1 (gammelt, ikke aktivt)		Trolig ikke undersøkt på området for BØF.
Sørkjosen lufthavn - BØF 2 (ikke aktivt)		Det forurensede området er lite avgrenset, og det kan ha foregått øvelser sør/sørvest for undersøkt område.
Namsos lufthavn - BØF 1 (gammel)		Usikkerhet knyttet til prøvetakingen, relativt lite undersøkt område og lite avgrenset.
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 1 (gammelt)		Ikke beregnet, ikke sikkert prøvene treffer senter av BØF (7 prøver).
Florø lufthavn - BØF2 (gammelt)		Ikke beregnet, ikke tatt prøver i senter av BØF (4 prøver).
Kirkenes lufthavn Høybukta - BØF 3 (aktivt)		Ikke beregnet, for få prøvepunkter (3 prøver), aktivt felt er ikke undersøkt for flere PFAS-forbindelser.
Narvik lufthavn Framnes - BØF sør (gammelt)		Ikke beregnet, selve BØF ikke prøvetatt (7 prøver).
Stokmarknes - BØF 1		Ikke beregnet, for få prøvepunkter (3 prøver).
Vardø BØF 2 (eldst)		Ikke beregnet, for få prøvepunkter (3 prøver).
Svolvær lufthavn Helle - BØF A (Ikke aktivt)		Ikke beregnet, usikkert om prøvene er av selve BØF (7 prøver).

2.2.3.2 Mengder PFOS og volum masser

Beregnete mengder PFOS ($\geq 0,5$ kg) innenfor undersøkte lokaliteter ved Avinors lufthavner er vist i Figur 1, Figur 2 og i oversiktskart i Vedlegg B. Beregnede mengder PFOS og volum masser innenfor undersøkt område ved hver lokalitet er vist i Figur 3.

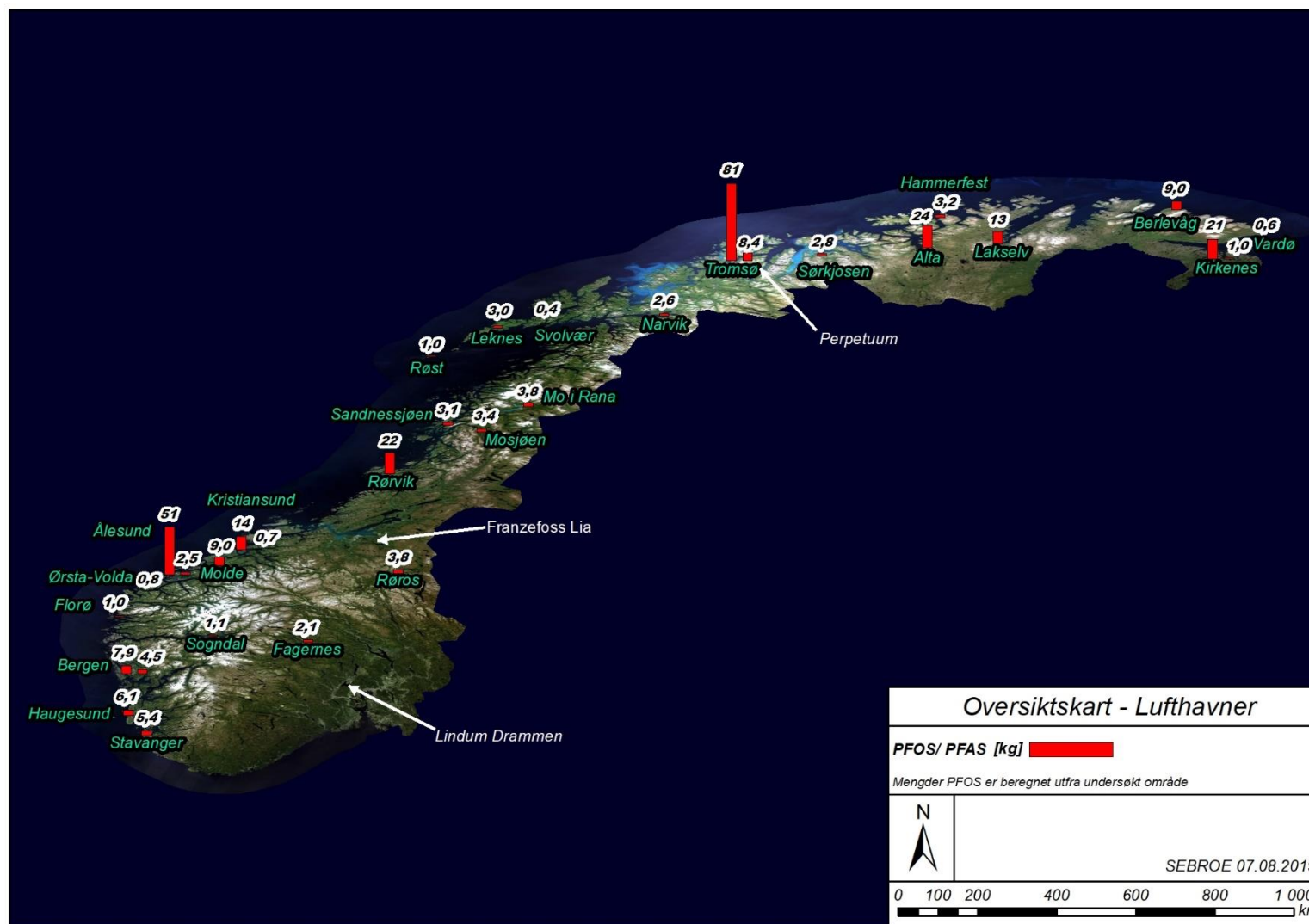
Det er lokaliteter med høye konsentrasjoner av PFOS i jord som vil ha de høyeste mengdene per volum. Dette er nyttig informasjon for vurderinger av tiltak, ettersom kostnader for tiltak i det fleste tilfeller forventes å henge sammen med volum forurensede masser. For de lokalitetene hvor mengden PFOS per volum er lav blir volumet det evt. skal gjennomføres tiltak på stor, og det forventes derfor at tiltak på slike lokaliteter blir langt dyrere per kg PFOS enn tiltak der mengdene er mer konsentrert på et mindre volum. Figur 4 viser beregnet mengde PFOS per undersøkt volum masser (g/m^3) ved de ulike lokalitetene.

I Figur 5 viser gjennomsnittet av mengden PFOS per undersøkt volum (g/m^3) over de gitte konsentrasjonsgrensene, og mengden PFOS (kg) innenfor undersøkt område ved hver av lokalitetene. I Tabell 5 er lokalitetene rangert etter gjennomsnittet av mengden PFOS per volum (g/m^3) over de gitte konsentrasjonsgrensene, fra høyest til lavest. Dersom det er et høyt tall for gjennomsnittlig mengde per volum, viser dette at lokaliteten har et betydelig volum med konsentrasjoner over de høye konsentrasjonsgrensene. Det fremgår av denne rangeringen at for eksempel Rørvik BØF 2 og Tromsø BØF 2 har høye estimerte mengder PFOS (kg), og også de største andelene av mengdene over de høye konsentrasjonsgrensene. For Kirkenes BØF 1 og Lakselv BØF 3 er det også relativt høye estimerte mengder PFOS, men av disse mengdene er ikke de største andelene over de høye konsentrasjonsgrensene. Dette kan også ses av Figur 6 og Figur 9 som viser beregnede mengder og volum masser i separate figurer for Rørvik BØF 2, Tromsø BØF 2, Kirkenes BØF 1 og Lakselv BØF 3. Figur 7, Figur 8, Figur 10 og Figur 11 viser kartfigurer for de samme lokalitetene med interpolering av konsentrasjoner i de ulike klasseinndelingene basert på jordprøver i 0-1 meters dyp, og basert på jordprøver i hele det undersøkte dypet.

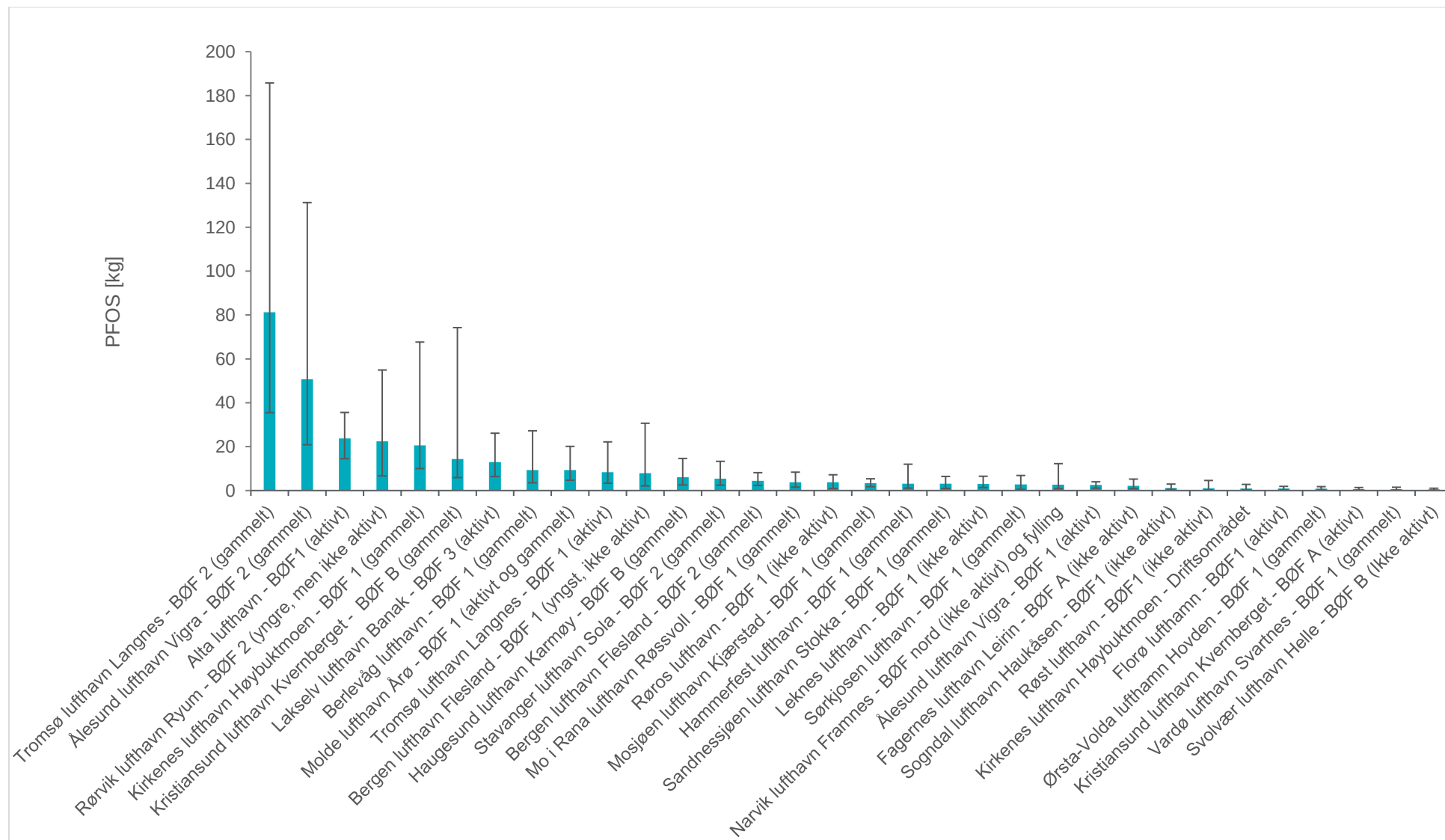
Figur 6 og Figur 7 viser også at for Tromsø BØF 2 er de høyeste påviste konsentrasjonene i masser dypere enn 1 meter. For Rørvik BØF 2 er det kun undersøkt ned til 1,1 meters dyp, og det er beskrevet i DP2-rapporten at sentrum av feltet ligger på en liten kulle hvor det er grunt til fjell på toppen av denne, og mer løsmasser mot sørøst. Det er derfor nesten ikke noen forskjell på beregnede mengder i 0-1 meter og i hele det undersøkte volumet.

For Kirkenes BØF 1 og Lakselv BØF 3 er det noe lavere konsentrasjoner i jord enn ved Rørvik BØF 2 og Tromsø BØF 2, men konsentrasjonene er jevnere fordelt over hele det undersøkte dybdeintervallet, slik at nesten halvparten av mengden er beregnet å ligge i 0-1 meters dyp.

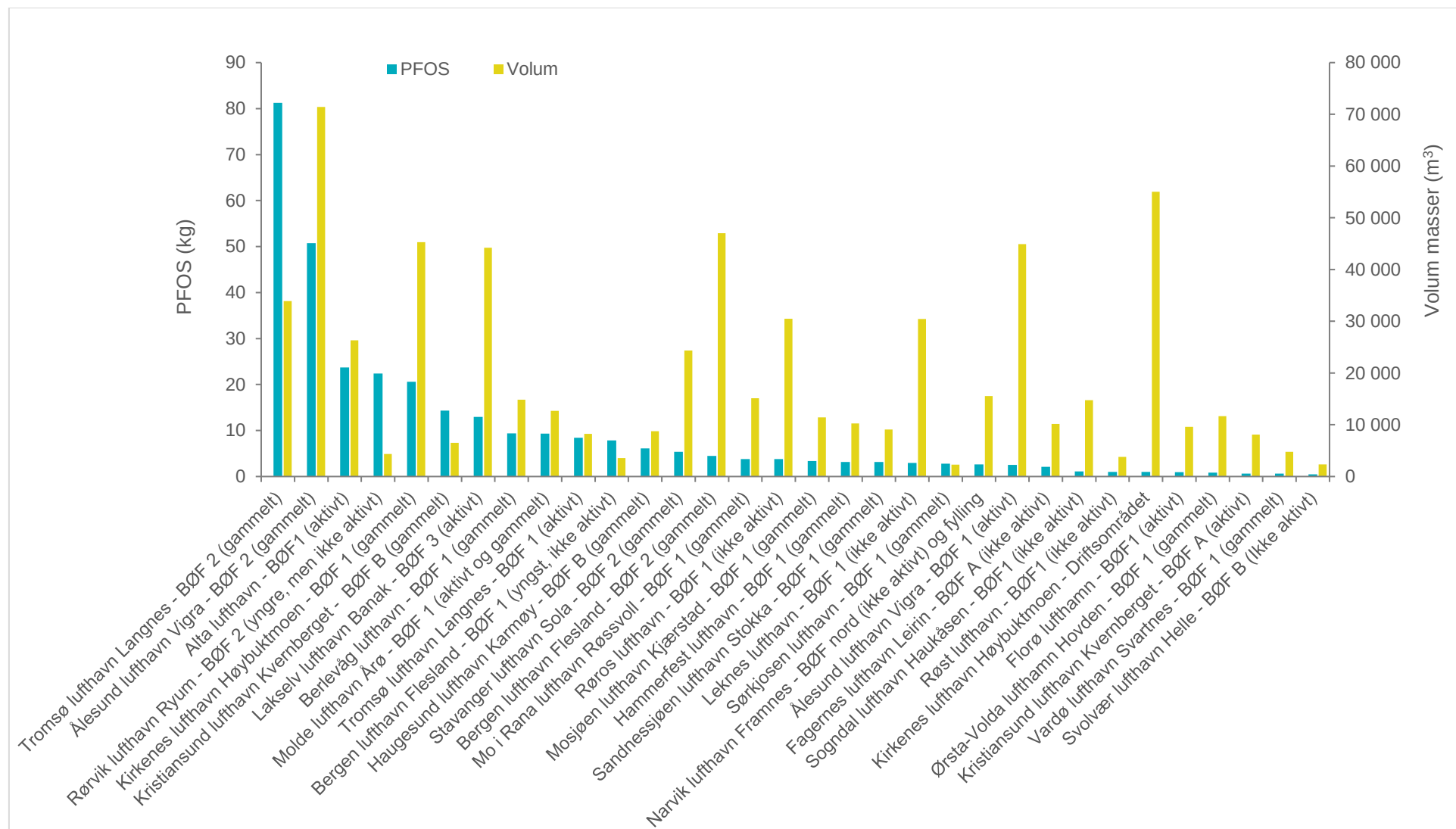
For Tromsø BØF 2 er konsentrasjonen i det ytterste punktet mot nordøst (pkt. 2) svært høy, og den er ikke avgrenset, dette gir høy usikkerhet for beregningen. Også Rørvik BØF 2 og Kirkenes BØF 1 har mangelfull avgrensning i forurensset areal, og relativt høy usikkerhet. Lakselv har tilsynelatende en bedre avgrensning av de høyeste konsentrasjonene. I Figur 12 er vist eksempler på avgrensning av forurensning på Ålesund BØF 2 og Alta BØF 1. Ved Ålesund BØF 2 er det påvist høye konsentrasjoner sentralt på øvingsfeltet, men det er også påvist høy konsentrasjon i ett ytterpunkt mot vest, som gir stor usikkerhet for beregningen. For Alta BØF 1 er de høyeste konsentrasjonene mer avgrenset, i tillegg til at området har en naturlig avgrensning mot sjøen rundt.



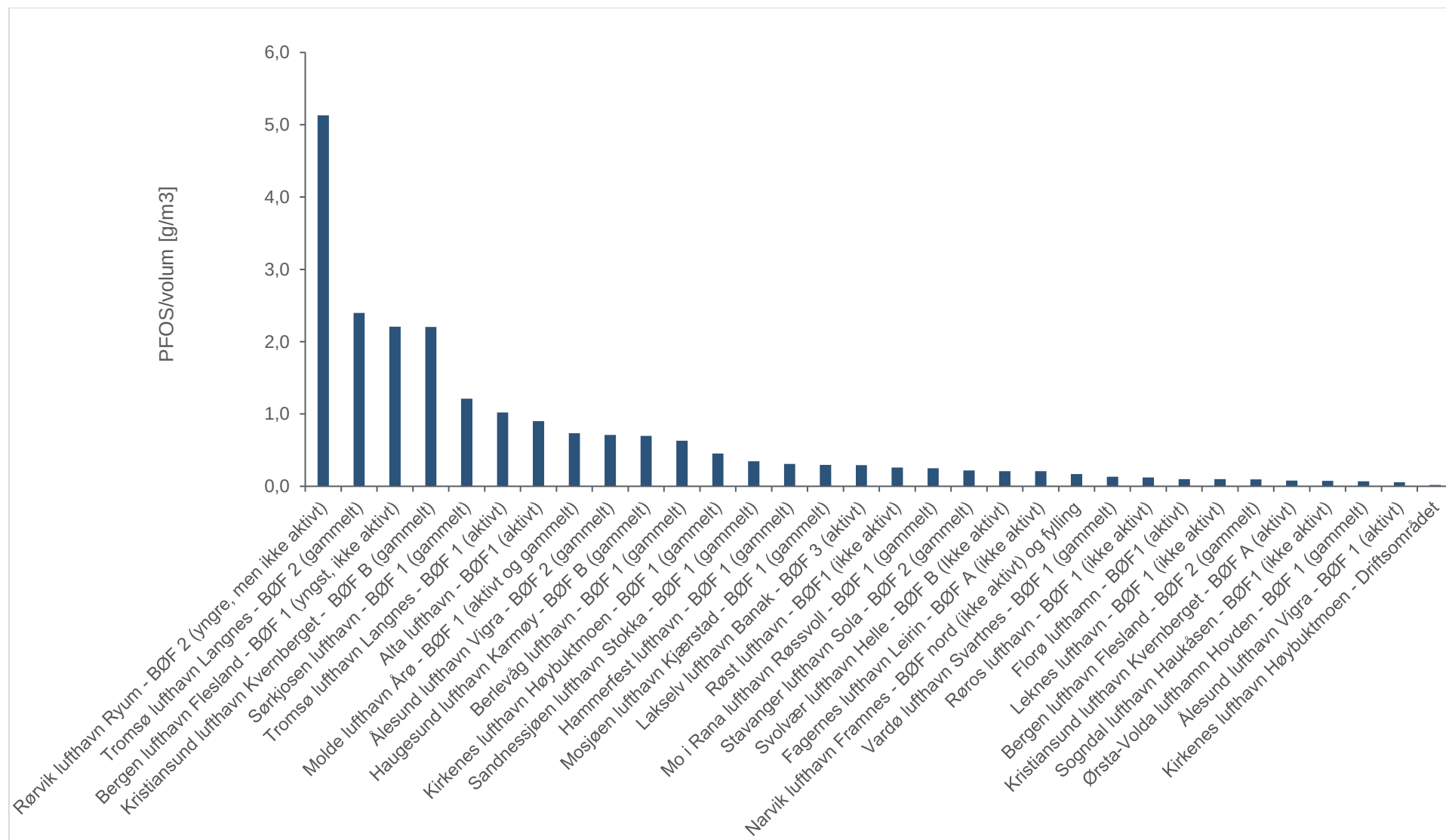
Figur 1: Lokalisering av lokalitetene med beregnede mengder PFOS innenfor undersøkt område, og lokalisering av deponier med tillatelse til å ta imot PFAS-forurensende masser (se kap. 0).



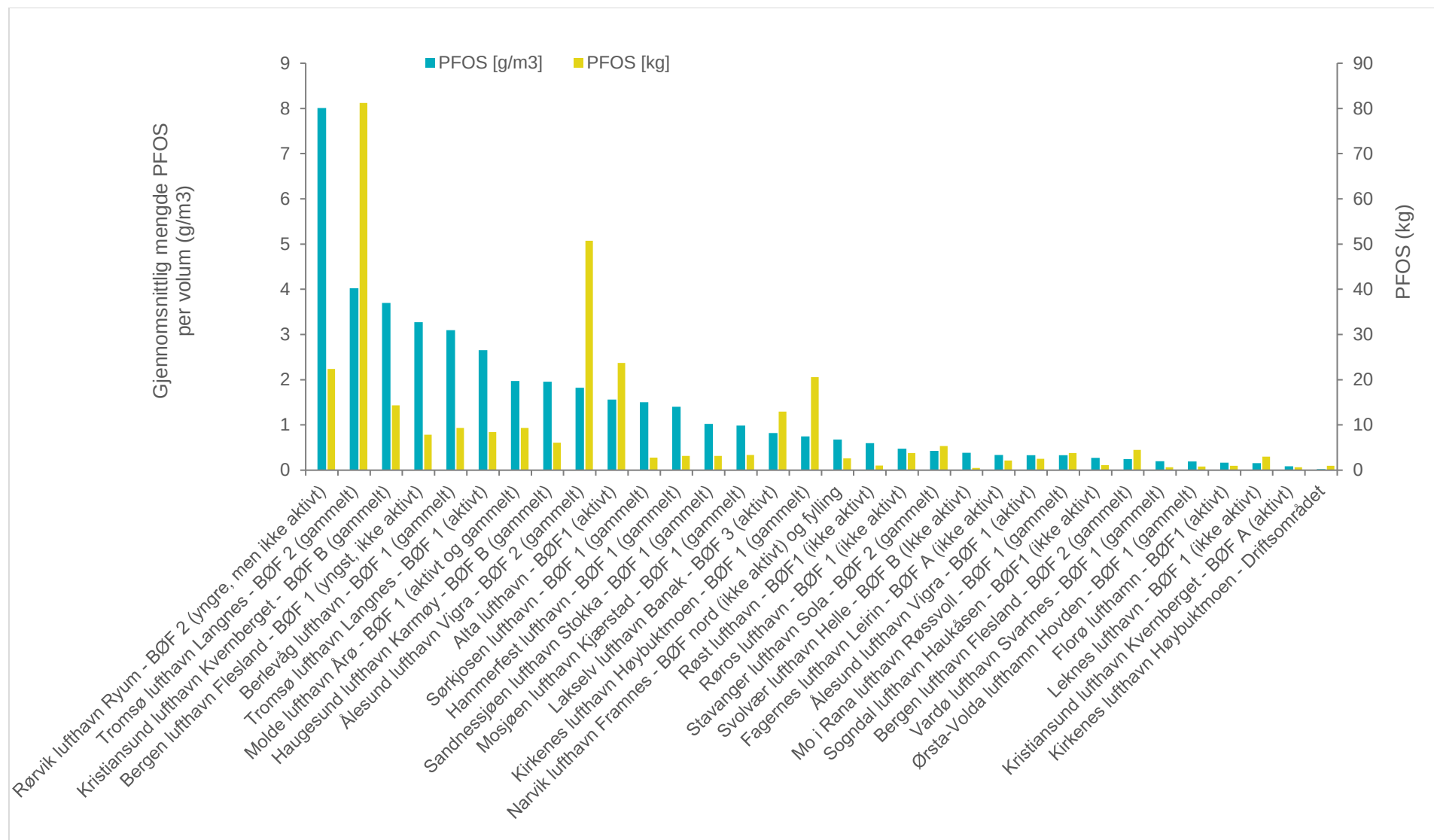
Figur 2: Beregnede mengder PFOS (kg) ved undersøkte lokaliteter på Avinors lufthavner, med usikkerhet.



Figur 3: Beregnede mengder PFOS (kg) og volum masse (m³) innenfor undersøkt område ved hver lokalitet.



Figur 4: Mengde PFOS per undersøkt volum (g/m³) (> 3 µg/kg i Tabell 5) for de lokalitetene med beregnet mengder ved Avinors lufthavner.



Figur 5: Gjennomsnittlig mengde PFOS per undersøkt volum (g/m^3) (AVG i Tabell 5) og beregnede mengder PFOS (kg) innenfor undersøkt område.

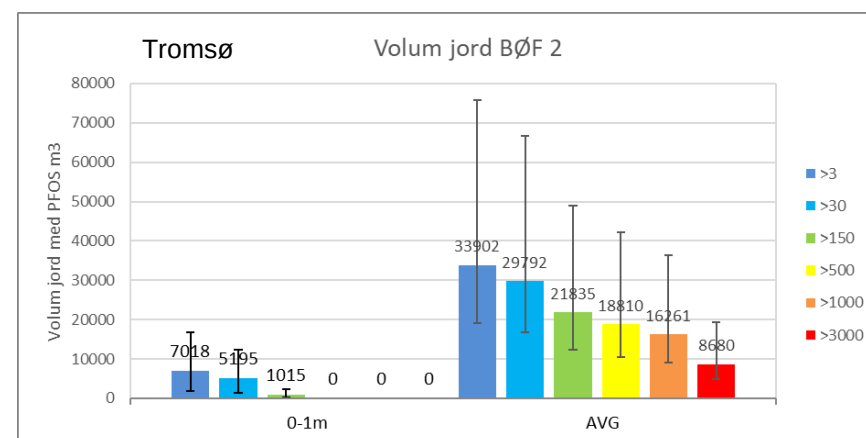
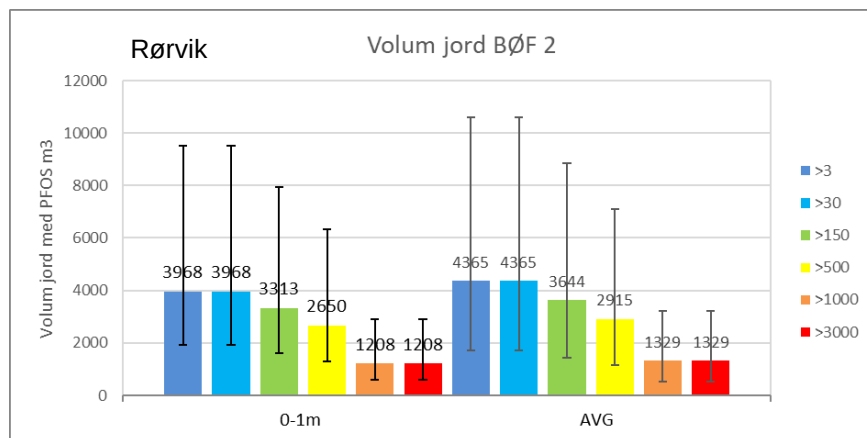
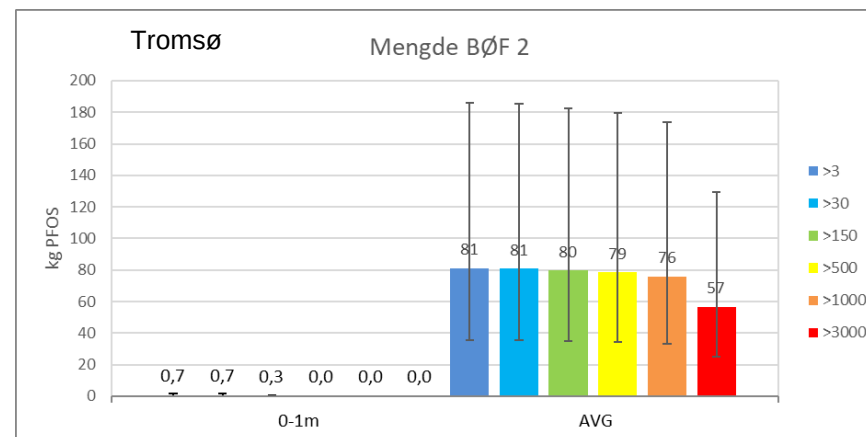
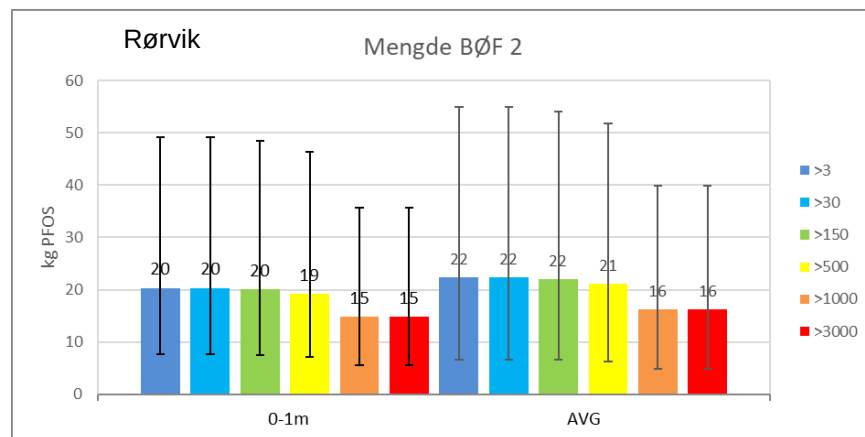
Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 5: Oversikt over mengde PFOS (kg) innenfor undersøkt område, og kumulativ mengde PFOS per undersøkt volum (g/m³) over hver konsentrasjonsgrense (µg/kg), samt gjennomsnitt for mengde/volum over alle grenser og maksimal mengde/volum. Lokalitetene er sortert fra høyeste til laveste gjennomsnittlige (AVG) mengde PFOS (g/m)³.

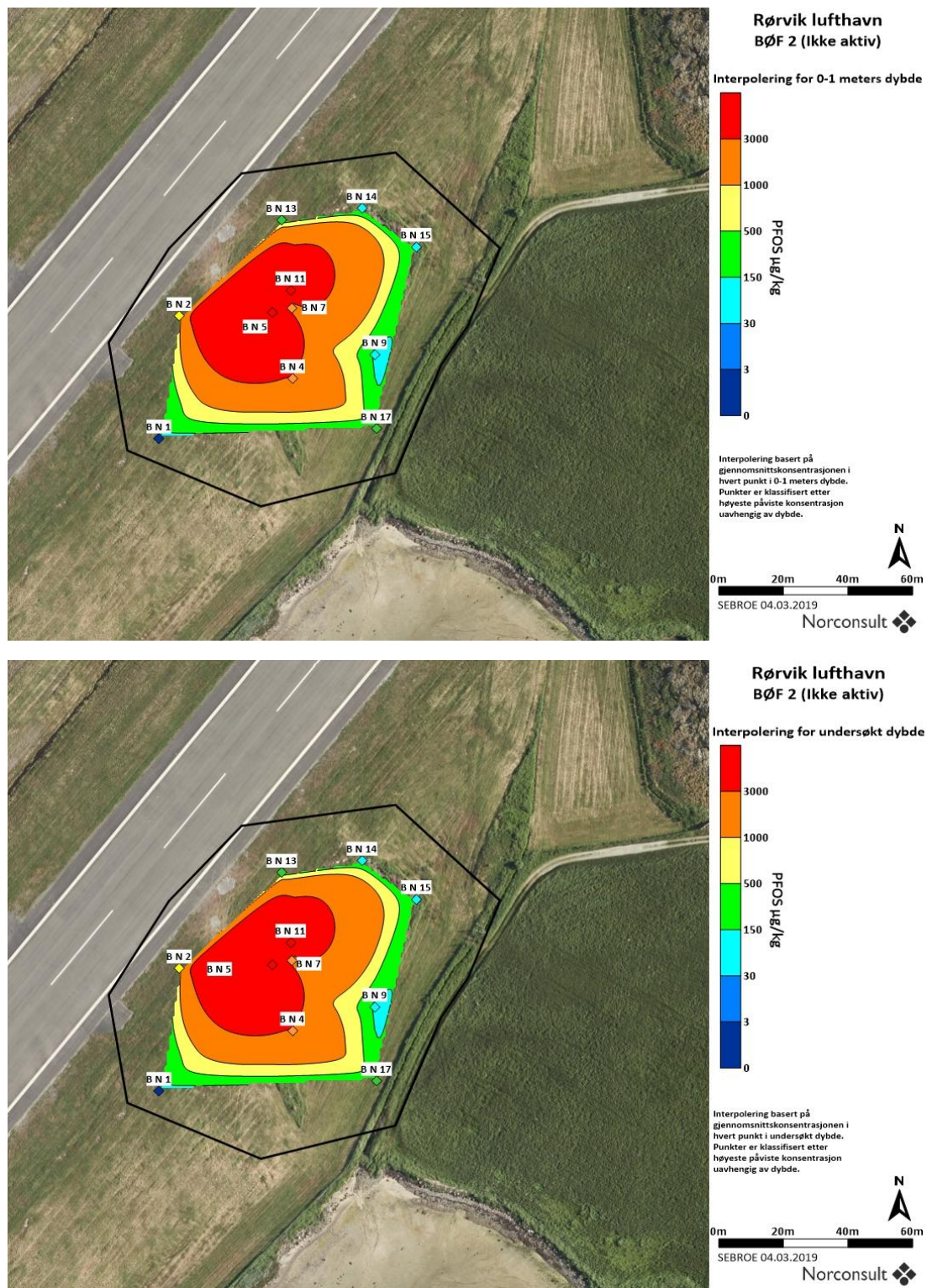
Lufthavn og lokalitet	PFOS [kg]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]
		>3000	>1000	>500	>150	>30	>3	AVG	Max
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	12,2	12,2	7,2	6,0	5,1	5,1	8,0	12,2
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	81	6,53	4,67	4,18	3,66	2,72	2,40	4,0	6,5
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	14	6,9	4,6	4,1	2,2	2,2	2,2	3,7	6,9
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	7,9	6,8	3,5	2,7	2,3	2,2	2,2	3,3	6,8
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	9,4	7,8	4,4	3,1	2,0	0,7	0,6	3,1	7,8
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	8,4	5,39	3,29	2,67	2,13	1,41	1,02	2,7	5,4
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	4,9	2,7	1,6	1,0	0,8	0,7	2,0	4,9
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	6,1	4,7	2,7	1,8	1,1	0,8	0,7	2,0	4,7
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	51	4,6	2,1	1,5	1,2	0,8	0,7	1,8	4,6
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	24	-	2,7	2,0	1,3	1,0	0,9	1,6	2,7
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	2,8	-	2,1	1,7	1,3	1,2	1,2	1,5	2,1
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	3,2	3,3	2,0	1,4	0,9	0,5	0,3	1,4	3,3
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	3,1	-	2,0	1,5	0,9	0,4	0,35	1,0	2,0
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	3,4	-	1,9	1,3	0,9	0,5	0,3	1,0	1,9
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	13	-	1,7	1,1	0,6	0,4	0,3	0,8	1,7
Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - BØF 1 (gammelt)	21	-	1,4	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	1,4
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	2,6	-	1,3	1,0	0,6	0,3	0,2	0,7	1,3
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	1,0	-	1,1	0,9	0,5	0,3	0,3	0,6	1,1
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,8	-	-	1,0	0,5	0,2	0,1	0,5	1,0
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	5,4	-	-	0,8	0,5	0,3	0,2	0,4	0,8
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	0,5	-	-	0,7	0,4	0,2	0,2	0,4	0,7
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	2,1	-	-	0,6	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2,5	-	-	0,8	0,4	0,1	0,1	0,3	0,8

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

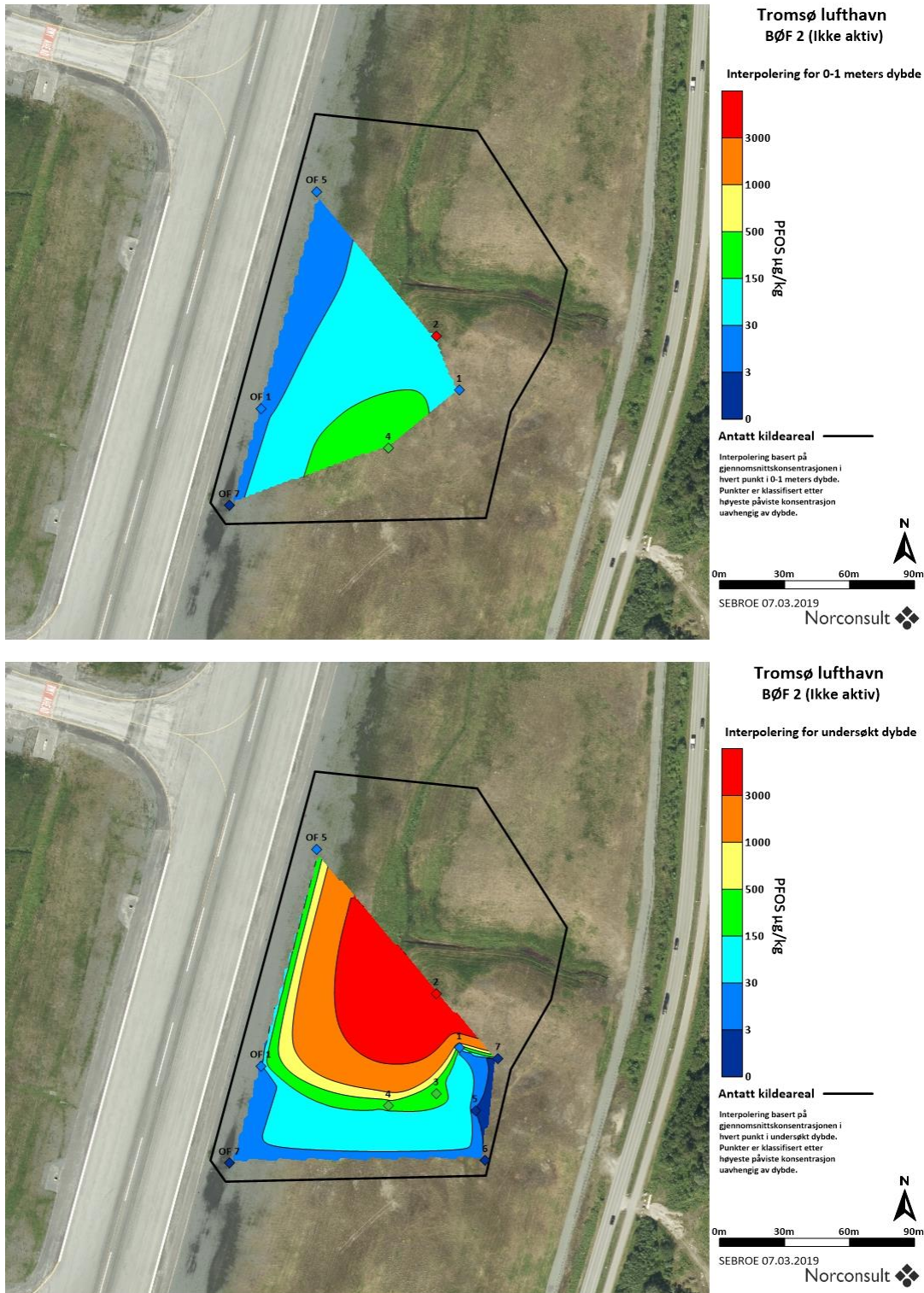
Lufthavn og lokalitet	PFOS [kg]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3,8	-	-	-	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,1	-	-	0,6	0,3	0,1	0,08	0,3	0,6
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	4,5	-	-	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,5
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,6	-	-	-	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3
Ørsta-Volda lufthamn Hovden - BØF 1 (gammelt)	0,8	-	-	-	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4
Florø lufthamn - BØF1 (aktivt)	1,0	-	-	-	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	-	-	-	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	0,7	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1
Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - Driftsområdet	1,0	-	-	-	-	0,0	0,02	0,0	0,0



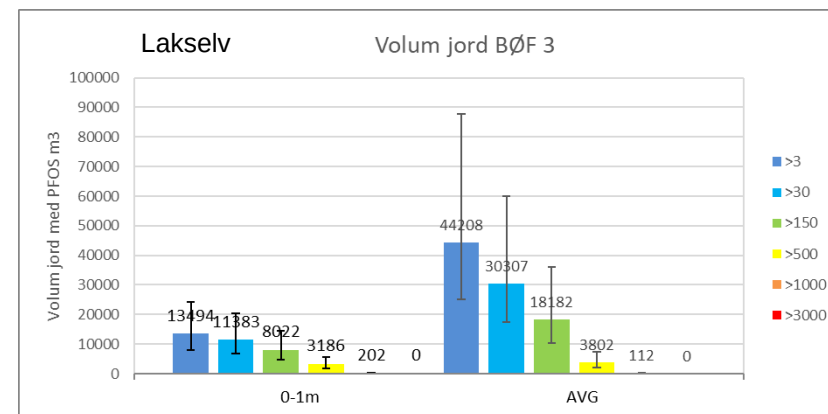
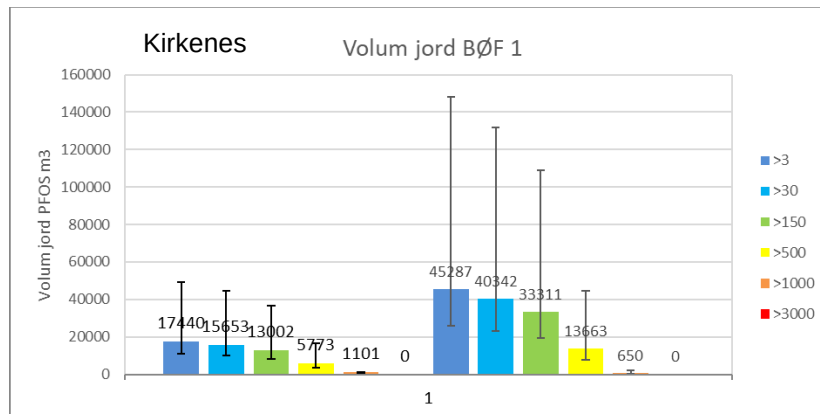
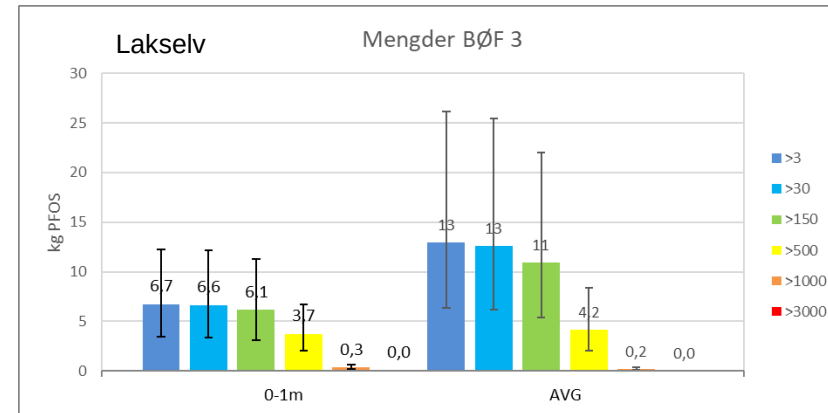
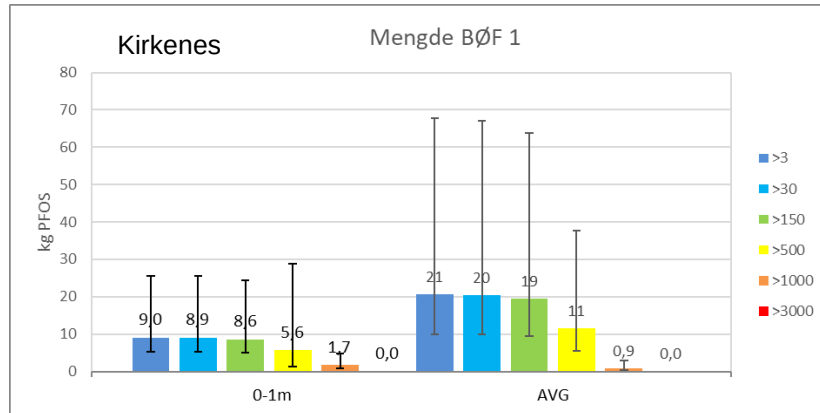
Figur 6: Kumulativ mengde PFOS (kg) og volum masser (m³) innenfor hver klasse ved lokalitetene Rørvik BØF 2 (gammel) og Tromsø BØF 2 (gammel).



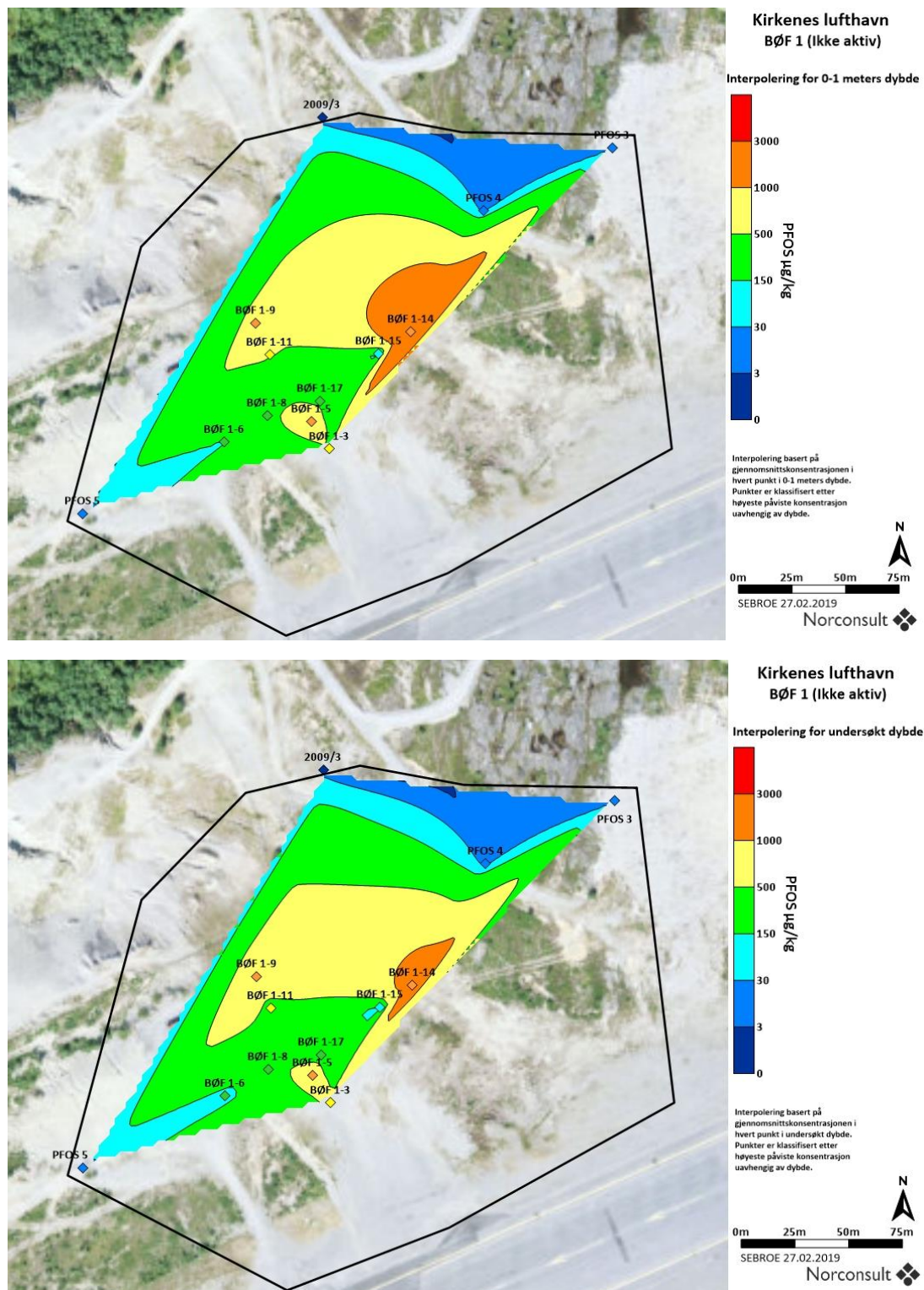
Figur 7: Kartfigurer med interpolering for 0-1 meters dybde og for undersøkt dybde på Rørvik BØF 2. Farge i punkt viser høyeste påviste konsentrasjon i punktet uavhengig av dyp (prøvepunkter med prøver kun i dypere lag er ikke vist i figurer med interpolering for 0-1 meter).



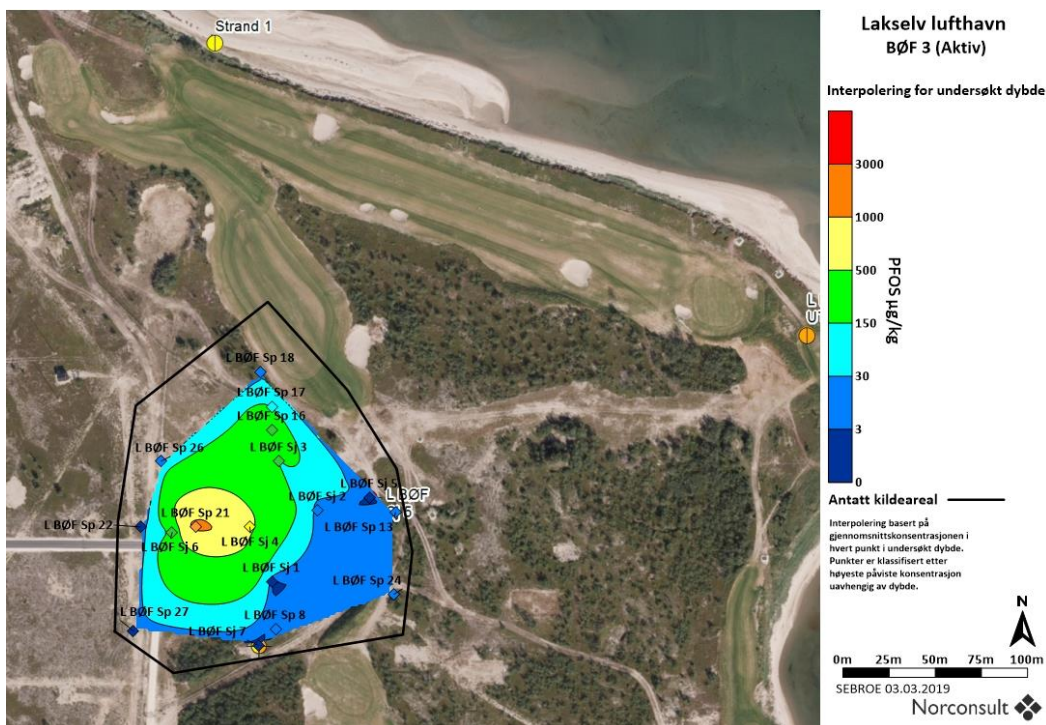
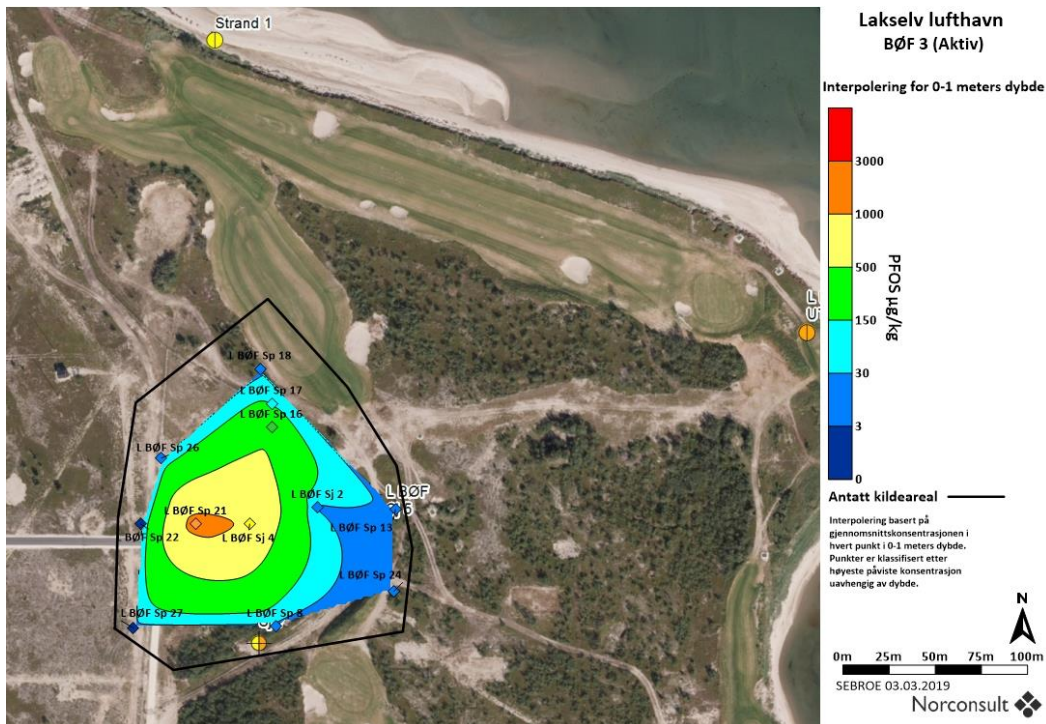
Figur 8: Kartfigurer med interpolering for 0-1 meters dybde og for undersøkt dybde på Tromsø BØF 2. Farge i punkt viser høyeste påviste konsentrasjon i punktet uavhengig av dyp (prøvepunkter med prøver kun i dypere lag er ikke vist i figurer med interpolering for 0-1 meter).



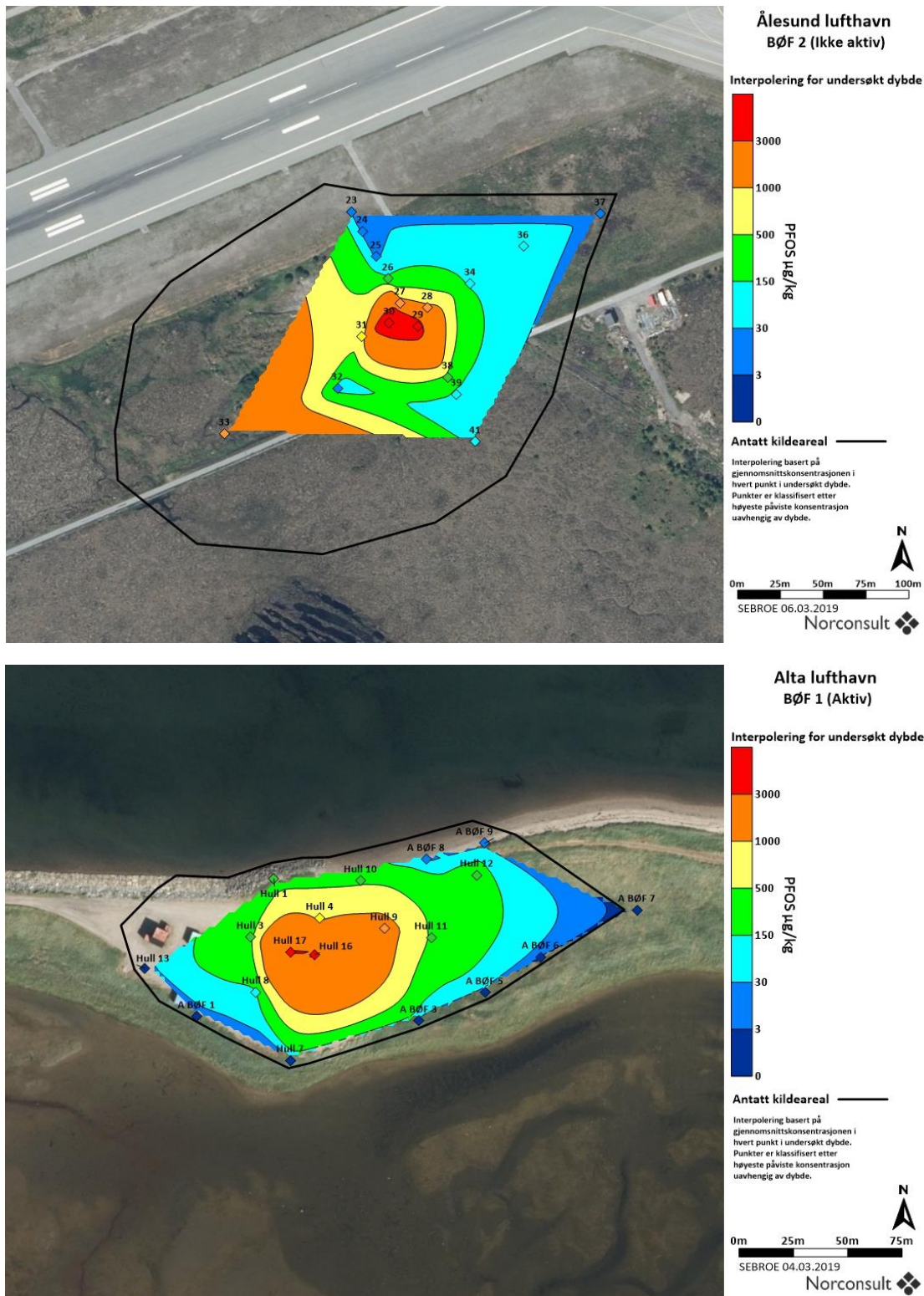
Figur 9: Kumulativ mengde PFOS (kg) og volum masser (m³) innenfor hver klasse ved lokalitetene Kirkenes BØF 1 (gammel) og Lakselv BØF 3 (aktiv).



Figur 10: Kartfigurer med interpolering for 0-1 meters dybde og for undersøkt dybde på Kirkenes BØF 1. Farge i punkt viser høyeste påviste konsentrasjon i punktet uavhengig av dyp (prøvepunkter med prøver kun i dypere lag er ikke vist i figur med interpolering for 0-1 meter).



Figur 11: Kartfigurer med interpolering for 0-1 meters dybde og for undersøkt dybde på Lakselv BØF 3. Farge i punkt viser høyeste påviste konsentrasjon i punktet uavhengig av dyp (prøvepunkter med prøver kun i dypere lag er ikke vist i figurer med interpolering for 0-1 meter).



Figur 12: Kartfigurer med interpolering for undersøkt dybde på Ålesund BØF 2 (ikke aktiv) og Alta BØF 1 (aktiv). Farge i punkt viser høyeste påviste konsentrasjon i punktet.

I Tabell 6 er det vist andelen av total mengde PFOS innenfor undersøkt volum over økende konsentrasjonsgrenser ($\mu\text{g/kg}$) ved de lokalitetene det er utført beregninger for. Lokalitetene er sortert i samme rekkefølge som i Tabell 5 (fra høyeste til laveste gjennomsnittlige mengde PFOS per volum (g/m^3)).

Lokaliteter med stor andel av den totale mengden PFOS over de høye konsentrasjonsgrensene er de samme som har høy gjennomsnittlig mengde PFOS per volum. For disse forventes det at en tiltaksgrense satt til en av de høyere konsentrasjonsgrensene vil gi høy tiltakseffektivitet, i form av stor andel fjernet av total. Andelene i tabellen gir ikke informasjon om usikkerhet i beregningene. Dersom undersøkelsene kun har avdekket den sterkeste forurensningen på en lokalitet, en såkalt «hotspot», vil andelen av den totale mengden PFOS over de høye konsentrasjonsgrensene være høyere enn i realiteten. Disse lokalitetene vil uansett ha mengder PFOS i det undersøkte volumet som er mer konsentrert på et mindre volum, og vil således være mer tiltakseffektive enn lokaliteter som ikke har mengder over de høye konsentrasjonsgrensene.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 6: Prosentvis mengde av total mengde innenfor undersøkt volum for økende konsentrasjonsgrenser (µg/kg). Lokalitetene er sortert på samme måte som i Tabell 5, fra høyeste til laveste gjennomsnittlige PFOS per volum (g/m³).

Andel PFOS (%) av total mengde							
Lufthavn og lokalitet	PFOS [kg]	>3000	>1000	>500	>150	>30	>3
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	73 %	73 %	94 %	98 %	100 %	100 %
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	81	70 %	94 %	97 %	98 %	100 %	100 %
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	14	61 %	87 %	88 %	99 %	100 %	100 %
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	7,9	37 %	81 %	94 %	100 %	100 %	100 %
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	9,4	50 %	73 %	82 %	90 %	99 %	100 %
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	8,4	34 %	80 %	90 %	96 %	99 %	100 %
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	15 %	50 %	74 %	95 %	98 %	100 %
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	6,1	30 %	62 %	82 %	95 %	99 %	100 %
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	51	10 %	59 %	82 %	94 %	99 %	100 %
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	24	-	56 %	78 %	96 %	100 %	100 %
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	2,8	-	62 %	86 %	99 %	100 %	100 %
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	3,2	19 %	59 %	75 %	88 %	97 %	100 %
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	3,1	-	27 %	57 %	82 %	98 %	100 %
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	3,4	-	14 %	53 %	81 %	90 %	100 %
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	13	-	1 %	32 %	84 %	97 %	100 %
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - BØF 1 (gammelt)	21	-	4 %	56 %	94 %	99 %	100 %
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	2,6	-	23 %	47 %	67 %	92 %	100 %
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	1,0	-	23 %	50 %	82 %	100 %	100 %
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,8	-	-	9 %	56 %	89 %	100 %
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	5,4	-	-	21 %	77 %	98 %	100 %
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	0,5	-	-	16 %	67 %	99 %	100 %
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	2,1	-	-	33 %	88 %	99 %	100 %
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2,5	-	-	5 %	40 %	82 %	100 %
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3,8	-	-	-	70 %	98 %	100 %
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,1	-	-	0 %	53 %	87 %	100 %
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	4,5	-	-	11 %	53 %	95 %	100 %
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,6	-	-	-	49 %	94 %	100 %
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	0,8	-	-	-	23 %	70 %	100 %
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	1,0	-	-	-	58 %	95 %	100 %
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	-	-	-	53 %	94 %	100 %
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	0,7	-	-	-	-	96 %	100 %
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - Driftsområdet	1,0	-	-	-	-	33 %	100 %

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

3 Del 2

Del 2 av pålegget er som følger (utdrag fra pålegget):

«Vurdere mulige tiltak ved de forskjellige lufthavnene, hvor mye PFOS (og andre PFAS-er, når de utgjør en betydelig del av samlet PFAS-forurensning) det enkelte tiltak vil kunne fange opp, samt kostnad for disse. Lage en prioritert rekkefølge for ulike tiltak, for å få mest mulig forurensning fjernet fra kretsløpet på en mest mulig kostnadseffektiv måte.

Kostnadsvurderingene Avinor gjør skal gi svar på hva som er den mest kostnadseffektive måten å utføre tiltak på. Prioriteringsrekkefølgen skal etter dette brukes for å synliggjøre hvor mye PFOS som blir fjernet fra kretsløpet ved forskjellige kostnadsnivåer, samt hvor disse tiltakene i så tilfelle bør iverksettes. Dette skal gi oss en bedre oversikt over omfanget av den samlede PFOS-forurensningen ved Avinors lufthavner, hvor mye av forurensningen som skal fjernes ved de ulike tiltakene, samt i hvilken rekkefølge tiltakene skal gjøres».

Resultat/formål: Det skal fjernes mest mulig mengde Σ PFAS (kg) til lavest mulig kostnad.

Det er kun lokaliteter som det er beregnet mengder PFOS for i del 1 som tas med i prioriteringen i del 2.

Det er gitt i pålegget at del 2 skal være en kost/effekt-vurdering, der det er mengdene PFOS som fjernes fra kretsløpet som vurderes opp mot kostnadene for fjerningstiltak.

3.1 Metodikk for del 2

Det er spesifisert i pålegget at tiltak ikke skal utredes i detalj, men at mulighet og kostnad skal utredes på en overordnet måte. Det er gitt en rekke forutsetninger for tiltak og priser for å holde kostnadsberegningene på et overordnet nivå. De ulike lokalitetenes egnethet for tiltak er vurdert ved bruk av en rekke faktorer som kan påvirke pris på tiltak. Tiltaksgrensen for hver lokalitet er satt ved vurdering av andel PFOS/ Σ PFAS fjernet av total, og kostnad per kg fjernet. Prioriteringsrekkefølgen er gitt av kostnad per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet.

3.1.1 Tiltaksmetoder

Ulike tilgjengelige tiltaksmetoder vurderes ved bruk av et egnethetsskjema. I dette skjema vurderes metodenes egnethet basert på tilgjengelig informasjon om hvor utprøvd og gjennomførbar teknologien er (hhv. lab, pilot og i bruk), fordeler og ulemper og dokumentert langtidseffekt.

Tiltaksmetoder som i liten grad er utprøvd/dokumentert vil ikke tas med i beregning av kostnad for de aktuelle lokalitetene.

3.1.2 Lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene

For alle lokalitetene i del 2 (n=32) er lokalitetenes egnethet for gjennomføring av tiltak ved bruk av de tiltaksmetodene som har utviklingsnivå «i bruk» vurdert. Vurderingene er basert den stedsspesifikke informasjonen som har fremkommet av kartleggingene på lokalitetene, som for eksempel massetype, om forurensningen er i kontakt med grunnvann, nærhet til sjø, osv. For de lokalitetene som det skal beregnes kostnader for tiltak på, vil egnethet for gjennomføring av tiltak avhenge av ulike faktorer:

- Grunnvannsnivå og antatt forurensningsdyp
- Påviste konsentrasjoner av PFOS/ Σ PFAS i grunnvann

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

- Aktiv eller gammel BØF – merknader ved tiltak på aktiv BØF
- Usikkerhet i beregningene
- Dybdefordeling av mengden PFOS i jorda
- Massetype
- Lokalteter hvor data tilsier at andre PFAS-forbindelser enn PFOS utgjør en betydelig del av grunnforurensningen
- Avstand fra deponi
- Avstand fra rullebane
- Mulig med kombinasjon av tiltak

De ulike egnethetsfaktorene som er listet opp er vurdert for hver lokalitet. Noen av faktorene er priset inn i tiltakskostnadene, og vil på denne måten påvirke prioriteringsrekkefølgen i form av økte eller reduserte kostnader. Dette gjelder vannrensing i anleggsfasen ved graving under grunnvannstand, gravearbeider på aktive brannøvingsfelt (riving/reetablering) og avstand fra rullebane.

3.1.3 Priser og kostnader

3.1.3.1 Kostnader

Hensikten med å beregne kostnader for tiltak er å kunne vurdere kost/effekt ved hver enkelt lokalitet, sammenligne kostnader på ulike lokaliteter opp mot hverandre, samt å få en oversikt over totale kostnader. Kostnader vil være knyttet til lokalitetenes beliggenhet i landet og ulike forhold på hver lufthavn.

Kostnadene som beregnes for tiltak er en grunnkalkyle (Figur 13) som definert i Finansdepartementets veileder nr. 2 «Felles begrepsapparat KS 2» [13]. Definisjon av grunnkalkyle i veilederen er følgende (sitat):

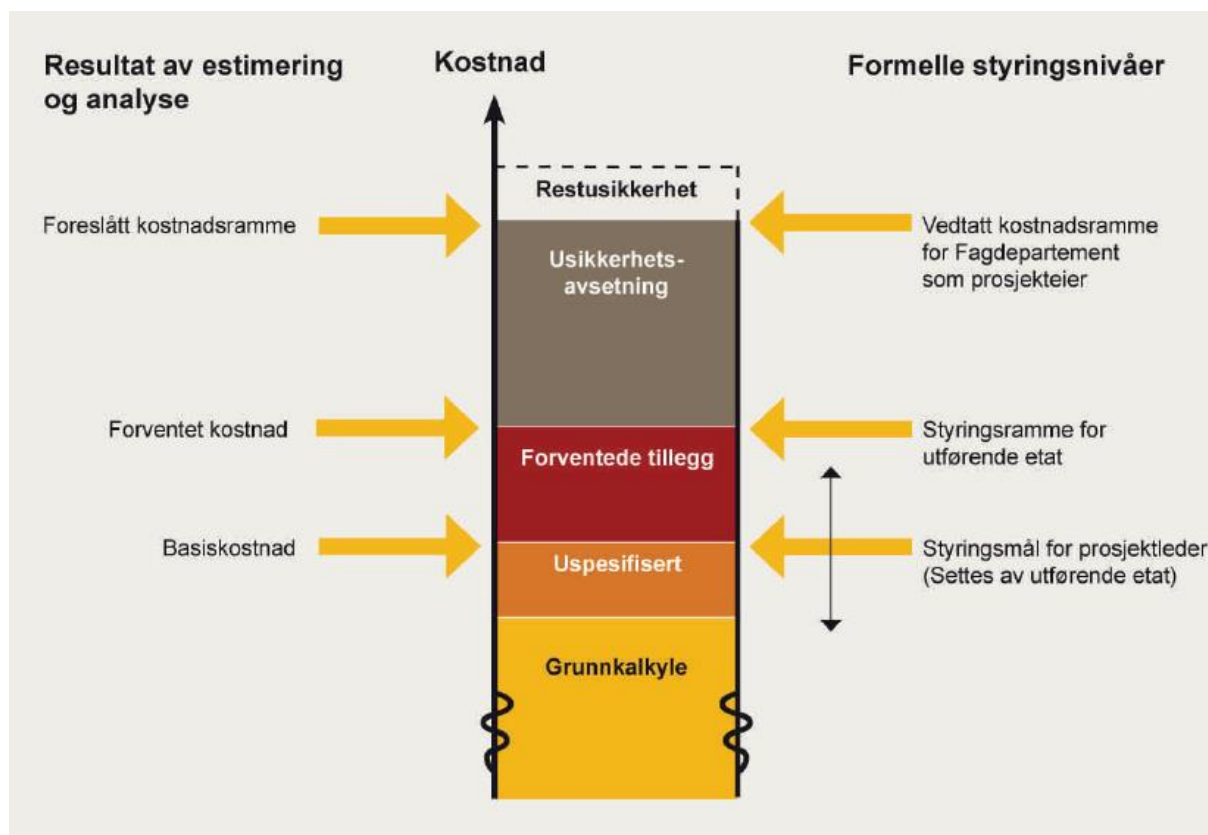
«Den deterministiske summen av sannsynlig kostnad for alle spesifiserte, konkrete kalkyleelementer (kostnadsposter) på analysetidspunktet».

En nærmere beskrivelse av begrepene i Figur 13 er gitt i veilederens kap. 3 [13].

Det er ikke vurdert kostnader for forhold som anses som del av en detaljutredning for hver enkelt lokalitet. Det betyr at uspesifiserte kostnader ikke er inkludert i beregningene, da dette omfatter kostnader som er forventet, men som ikke er kartlagt på grunn av manglende detaljeringsgrad. Eksempler på uspesifiserte kostnader for tiltak ved Avinors PFAS-forurensede lokaliteter er følgende (listen er ikke uttømmende):

- Det er ikke vurdert om anleggs- og transportarbeider må utføres på natt eller om arbeider kan utføres på dagtid
- Evt. behov for rydding og fjerning av vegetasjon
- Evt. behov for etablering/riving av midlertidige anleggsveier, mellomagingsområder, eller omlegging av interne veier
- For gamle brannøvingsfelter er det ikke tatt med kostnader for riving og fjerning av evt. installasjoner i grunnen, betongkar/plattform, asfalt eller annet
- Det er ikke tatt med kostnader for miljøteknisk bistand i anleggsfasen, eller evt. geoteknisk bistand i forbindelse med stabilitetsvurderinger for utgraving av masser
- Evt. merknader pga. type masser, som for eksempel torv/myrmasser som kanskje må graves ut når de er frosne

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01



Figur 13: Sentrale begreper for usikkerhetsstyring og sammenhengen mellom økonomiske størrelser for et prosjekt (figuren er hentet fra Finansdepartementets veileder nr. 2 «Felles begrepsapparat KS 2» [13].

3.1.3.2 Priser

For å estimere mest mulig realistiske kostnader for tiltak er det innhentet priser fra graveentreprenører, deponier og aktører som utfører vannrensing. Det er også benyttet erfaringstall fra Avinor for tiltak med riving og reetablering av nye brannøvingsfelter, og pågående «pump and treat» tiltak på Gardermoen. Basert på opplysninger fra ulike aktører er det satt priser som antas å være realistiske for hver lokalitet, og som kan brukes i en overordnet vurdering av kostnader. Prisene vil speile markedet slik det er i dag. Det er stor sannsynlighet for at det kommer endringer i hva som tilbys av tiltaksmetoder, og i priser, i løpet av de kommende årene som følge av pågående forskning og utprøving av ulike tiltaksmetoder for PFAS-forurensset jord.

Det er det benyttet enhetspriser for ulike ledd i tiltak, eksempelvis for oppgraving og ekstern deponering:

- Oppgraving (kr/m³)
- Utsortering (kr/m³)
- Opplasting (kr/m³)
- Transport og deponeringsavgift (kr/tonn)
- Tilkjøring av rene masser (kr/tonn)
- Intern transport av rene masser, utlegging og komprimering (kr/m³)

På grunn av avstandsbegrensninger for anleggsarbeider nær rullebanene vil lokalitetenes avstand til rullebanen vil påvirke kostnaden. Dette gjelder spesielt for de to tiltakene oppgraving med ekstern

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

deponering og tildekking/avskjerming av PFAS-forurensningen. For anleggsarbeidene er det derfor tillagt en faktor som vil øke kostnadene avhengig av lokalitetens avstand fra rullebane.

For noen av de ulike forholdene på hver lufthavn som ikke i like stor grad er styrt av volum masser som graves opp, så er det tillagt en merkostnad som er uavhengig av størrelse på tiltaket. Dette gjelder for aktive brannøvingsfelt (riving og reetablering) og vannrensning ved graving under grunnvannstand.

3.1.3.3 Forutsetninger

Ettersom prisene skal brukes til kostnadsberegninger og deretter prioritering av lokaliteter, ikke konkret planlegging av tiltak, så vil det være en del forutsetninger og antagelser som legges til grunn for prisene.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn:

- Det forutsettes at oppgravde PFAS-forurensede masser kan mellomlagres over kort tid på tett dekke i nærheten av brannøvingsfeltet, i påvente av videre transport til båt og deretter til deponi
- Våte masser må mellomlagres i tette containere eller annet system med oppsamling av vann, det er ikke beregnet ekstra kostnad for dette
- Det er forutsatt at det tilstrebes kortest mulig oppgravingstid for lokaliteter med graving under grunnvannstand, for å minimere behov for lensing og rensing av vann fra gravegrop.
- Det forutsettes at rene masser som skal benyttes til tilbakefylling kan mellomlagres på/nær lufthavnen til det er klart til tilbakefylling i gravegropen
- Det er forutsatt en koordinering av oppgraving, opplasting og transport som fører til at graveentreprenør og transportører vil kunne jobbe relativt jevnt uten mye ventetid
- For aktive brannøvingsfelt er det kalkulert med en ekstra kostnad for opprydning på grunn av at oppsamlingsplattform må rives og reetableres, og brannøving må midlertidig utføres et annet sted
- Det forutsettes at det er mulig å få tak i rene grusmasser lokalt, som kan tilbakefylles i gravegrop etter tiltaket
- Det er inkludert kostnader for sortering av masser med sorteringsskuff på gravemaskin for de lokalitetene hvor dette anses å være egnet. Det er ikke vurdert om det kan plasseres et sikteverk for sortering av forurensede masser på noen av lokalitetene, ettersom sikteverkene er plassskrevende, og det er krav til høyde på maskiner som skal være inne på lufthavnen og nær rullebanen.

3.1.4 **Stedsspesifikke tiltaksgrenser**

Økt volum masser medfører økt kostnad for de fleste tiltaksmetoder (med unntak av f.eks. aktiv barriere). For tiltak som omfatter oppgraving av masser, enten for sortering, vask eller deponering, vil det være mest kostnadseffektivt å velge lokaliteter med mye PFOS/ Σ PFAS per volum. Mengden PFOS i jorda, mengde PFOS per volum, og mengde per volum over de ulike konsentrasjonsgrensene er vist i Figur 2, Figur 3, Figur 4 og Tabell 5. I tillegg vil kostnadene for tiltak påvirkes av egnethetsfaktorene som listet i kap. 3.1.2.

For hver lokalitet er tiltaksgrensen satt til den konsentrasjonsgrensen hvor mengden PFOS/ Σ PFAS fjernet blir betydelig redusert, og/eller kostnad per kg fjernet går betydelig opp. Tiltaksgrensen vil variere fra lokalitet til lokalitet.

3.1.5 **Prioriteringsrekkefølge**

Lokalitetene rangeres etter kostnad per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet ved den stedsspesifikke tiltaksgrensen som er foreslått. Lokaliteter med de laveste prisene per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet anses som kostnadseffektive å gjøre tiltak på. Lokaliteter med høy pris per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet vil havne nederst i prioriteringslisten.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

3.2 Resultater fra del 2

3.2.1 Tiltaksmetoder

Det er utført en litteraturgjennomgang for sammenstilling og vurdering av egnethet for ulike tiltaksmetoder. På bakgrunn av litteraturgjennomgangen er *in situ* og *ex situ* tiltaksmetoder for hhv. mettet og umettet sone (over/under grunnvannstand) sammenstilt, og metodenes egnethet vurdert ut fra utviklingsnivå (hhv. lab, pilot og i bruk) og dokumentert langtidseffekt (Vedlegg C).

Dokumentert langtidseffekt er ansett å være et viktig vurderingskriterium i lys av påleggets ordlyd om «å fjerne PFAS fra kretsløpet». Innholdet i ordlyden ble utdypet av Miljødirektoratet i møte 2019-04-08 hvor et 100-årsperspektiv ble ansett som et minimum for å falle inn under ordlyden «fjerne fra kretsløpet». Langt de fleste metodene beskrevet i gjennomgått litteratur er enten ikke gjennomført i fullskala og/eller de har ikke dokumentert effekt for et slikt tidsperspektiv. Flere av metodene som er vurdert er kun utprøvd som pilot, hvor effekt kun er dokumentert for et betydelig kortere tidsperspektiv (gjørne kun et par år). Metodene «pump and treat» for grunnvann, forbrenning av forurensning i masser, tildekking/avskjerming av masser og deponering eksternt er metoder som er i bruk med dokumentert langtidseffekt. Vurdering av lokalitetenes egnethet for «pump and treat» og tildekking/avskjerming er i kap. 3.2.2 og Vedlegg D. Vurdering av lokalitetenes egnethet for gravetiltak er i kap. 3.2.2. For forbrenning av forurensede masser er det tilgjengelige anlegg i Norge, for eksempel forbrenner Renor farlig avfall ved 2000 °C i sine anlegg, men metoden er energikrevende og forventes å ha en høy kostnad (grovt anslag mellom 5000-8000 kr/tonn) (pers. med. Øystein Bjerke, Renor). Forbrenning er derfor ikke vurdert som en egnet metode for vurdering av kost/effekt, og det er ikke utført vurdering av lokalitetenes egnethet for denne metoden.

Det er lagt inn vannrensing i anleggsfasen for alle lokaliteter hvor tiltaksomfanget omfatter graving under grunnvannstand (kap. 0). Det er gjort en tilsvarende litteraturgjennomgang og sammenstilling av metoder for vannrensing som for tiltaksmetoder i jord (Vedlegg C). I kostnadsoverslagene er det gjennomgående lagt til grunn rensing med aktivt kull, da dette er den metoden som per i dag anses mest utprøvd og dokumentert. Andre metoder for vannrensing kan imidlertid være aktuelle avhengig av vanntype (organisk innhold, partikkelinnhold, andre forurensninger), konsentrasjonsnivå for PFAS og type PFAS-forbindelser (kortkjedete vs. langkjedete), men dette må vurderes nærmere ved detaljering av tiltak for den enkelte lufthavn/lokalitet.

Gjennomgått litteratur for tiltak i jord:

Banzhaf, S., M. Filipovic, J. Lewis, C.J. Sparrenbom & R. Barthel (2017). A review of contamination of surface-, ground-, and drinking water in Sweden by perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFASs). *Ambio* 46: 335-346. DOI 10.1007/s13280-016-0848-8.

Yao, Y., T.U. Sack, K. Volchek & C.E. Brown (2015). PFC-Contaminated Soil and Its Remediation Strategies: A review. *Proceedings of the Thirty-Eighth AMOP Technical Seminar*, Environment Canada, Ottawa, ON, pp. 314-339.

Yao, Y., C.E. Brown, J. Vogan, J. Burdick, I. Ross, T. Pancras, C. Ptacek, N. Thomson, L. Groza, J. Ma & J.R. Baldwin (2016). Degradation of Perfluorooctanesulfonic Acid (PFOS) and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) in Aqueous Film Forming Foam (AFFF)-Impacted Groundwater and Soils by Oxidation Methods. *Proceedings of the Thirty-ninth AMOP Technical Seminar*, Environment Canada, Ottawa, ON, pp. 383-407.

NGI v/ H. Knutsen, Å. Høisæter & G. Aasen og OSL Avinor v/ J.S. Krokstad & K.G. Moe (2018). In-situ jordvasking som tiltaksmetode for PFAS-forurensnet jord. Presentasjon på Miljøringens temamøte 15. mars 2018.

Ross, I., J. McDonough & J. Miles (2018). A review of emerging technologies for remediation of PFASs. *Remediation* 28:101–126. DOI: 10.1002/rem.21553.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Gjennomgått litteratur vannrensing:

McCleaf P., S. Englund, A. Östlund, K. Lindegren, K. Wiberg & L. Ahrens (2017). Removal efficiency of multiple poly- and perfluoroalkyl substances (PFASs) in drinking water using granulat activated carbon (GAC) and anion exchange (AE) column tests. Water Research 120: 77-87. DOI: 10.1016/j.watres.2017.04.057.

Ross, I., J. McDonough & J. Miles (2018). A review of emerging technologies for remediation of PFASs. Remediation. 2018; 28:101–126. DOI: 10.1002/rem.21553

Yong, Q. (2007). Study of treatment technologies for perfluorochemicals in wastewater. PhD Thesis. Kyoto University. <https://doi.org/10.14989/doctor.k13340>.

Zaggia, A., L. Conte, L. Falletti, M. Fant & A. Chiorboli (2016). Use of strong anion exchange resins for the removal of perfluoroalkylated substances from contaminated drinking water in batch and continuous pilot plants. Water Research 91: 137-146. DOI: 10.1016/j.watres.2015.12.039.

3.2.2 Lokaltetenes egnethet for tiltaksmetodene

3.2.2.1 «Pump and treat»

Basert på den kartleggingsinformasjonen som foreligger er det utført en vurdering av lokalitetenes egnethet for tiltaksmetoden «pump and treat», hvor grunnvann pumpes opp og renses for PFAS-forbindelser gjennom granulert aktivt kull før det reinfiltres. Dersom hoveddelen av forurensingen ligger i umettet sone, ikke i grunnvann eller masser i mettet sone, vil et slikt tiltak først og fremst redusere spredning med grunnvann som skyldes utlekking fra umettet sone. Dersom hoveddelen av forurensingen er i mettet sone og grunnvann vil «pump and treat» være et opprydningstiltak. Tiltakseffektiviteten avhenger av den totale mengden PFAS-forurensning i mettet sone, hvor konsentrert den er, utbredelse, og stedsspesifikke forhold som massenes permeabilitet og organisk innhold. Selv om forsøk viser god effekt med tanke på reduksjon i konsentrasjoner i vannet som er behandlet, vil det kunne ta lang tid å fjerne betydelige mengder dersom permeabiliteten til massene er lav.

De antatt egnede lokalitetene for «pump and treat» er de som har relativt høye gjennomsnittskonsentrasjoner (> 5000 ng/l) av Σ PFAS i prøver av grunnvann, og egnet massetype. Egnede masser er relativt permeable, og med lavt innhold av organisk materiale (for eksempel ikke myr). Høyt innhold av organisk materiale i massene gir høyt humusinnhold i grunnvannet som tetter kullfilteret raskt og krever større grad av forbehandling.

Det er ikke tatt grunnvannsprøver på alle lokalitetene som det er beregnet mengder i jord for, og kun få lokaliteter har prøver fra mer enn én brønn over tid. Detaljeringsgraden for beskrivelse av massetype ved lokalitetene er svært varierende, og det er ikke utført kornfordelingsanalyser. Det fremgår i hovedsak ikke informasjon av rapporter fra kartleggingene om jordprøver er tatt over eller under grunnvannsnivå i de gitte dybdeintervallene prøvene er tatt i, kun ved hvilket dyp grunnvannsnivå eventuelt er observert. Generelt er mange av jordprøvene tatt i intervaller som gjør at det ikke kan skilles mellom prøver som er tatt over eller under grunnvannstand. Det er derfor ikke beregnet mengder PFOS i masser i umettet og mettet sone separat.

Egnethetsvurderingene for lokalitetene er vist i Vedlegg D. Det er kun de tre lokalitetene Lakselv BØF 3, Stavanger BØF 2 og Røros BØF 1 som vurderes til «antatt egnet». Ni av 32 lokaliteter har ikke nok informasjon til å vurderes. For å vurdere om metoden skal gjennomføres ved de tre lokalitetene som antas å være egnede vil det være behov for supplerende kartlegging av grunnvann og hydrogeologiske forhold. Det må eksempelvis etableres flere miljøbrønner, utføres supplerende prøvetaking og analyser av grunnvann, målinger av grunnvannsnivå og undersøkelser av kornfordeling i massene.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

For beregninger av mengde Σ PFAS i grunnvannet ved disse lokalitetene er det gjort en skjønnsbasert vurdering av arealet som kan være forurensset (vist i Figur 14, Figur 15 og Figur 16). Vurderingene er basert på beskrivelsen av masstype, antatt strømningsretning for grunnvannet, gradient, evt. drenerende grøfter og konsentrasjoner av PFOS/ Σ PFAS i analyser av grunnvann og jord i mettet sone. Denne informasjonen har vært benyttet som grunnlag for estimering av transporthastigheten til PFAS-forurensningen, som påvirker utbredelsen av forurensningen i grunnvannet. Transporthastigheten for PFAS-forbindelsene avhenger av massenes hydrauliske ledningsevne (K), og fordelingskoeffisienten (K_d) for forbindelsene i massene i mettet sone. K-verdien er avhengig av kornfordelingen til massene, og siden det ikke er gjort kornfordelingsanalyser på masser ved brannøvingsfeltene er det høy usikkerhet i beregnede grunnvannshastigheter og transporthastighet for forurensningen.

De fleste analysene av grunnvann omfatter 12 PFAS-forbindelser, og beregningene av mengde i grunnvann er derfor basert på konsentrasjoner av Σ PFAS. Hver av forbindelsene har variasjoner i vannløselighet, hastighet på utlekking fra umettet sone til grunnvann, fordeling mellom jord og vann, samt transporthastighet. Som en forenkling for å gjøre beregninger av mengder i grunnvann er dette ikke hensyntatt.

På bakgrunn av at stoffene er overflateaktive forventes det høyest konsentrasjoner mot vannoverflaten og gradvis reduksjon mot dypet. Det er ikke utført målinger som kan gi denne gradienten ved lokalitetene, og det er derfor antatt at forurensningsdypet for Σ PFAS i grunnvann er ca. 1,5 meter. Det er videre beregnet med gjennomsnittskonsentrasjonen i prøvene fra grunnvannsbrønnene for hele det potensielt forurensede arealet og dypet. Brønnene er hovedsakelig plassert på brannøvingsfeltene, med unntak av ved Røros lufthavn hvor det også er brønner ved terminalområdet. PFAS-konsentrasjonene i grunnvann kan forventes å være høyest nær brannøvingsfeltene, med en gradvis reduksjon med økende avstand på grunn av fortynning. Det er derfor sannsynlig at metoden for å beregne mengdene i grunnvann gir et overestimat. Beregnede mengder Σ PFAS i grunnvann ved de tre lokalitetene er vist i Tabell 7. Vurderingene og beregningene som ligger til grunn for beregning av mengder Σ PFAS i grunnvann for hver av de tre lokalitetene fremgår i delkapitlene under.

Tabell 7: Beregnede mengder Σ PFAS i grunnvann ved lokaliteter antatt egnet for «pump and treat».

Lufthavn og lokalitet	Enhet	Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	Stavanger lufthavn - BØF 2 (gammelt)	Røros lufthavn
Areal for forurensset grunnvann	m ²	140 000	70 000	415 000
Forurensningsdyp	m	1,5	1,5	1,5
Forurensset volum	m ³	210 000	105 000	622 500
Porevolum 30 %	m ³	63 000	31 500	186 750
Mengde forurensset vann	l	63 000 000	31 500 000	186 750 000
Snittkons av Σ PFAS (ng/l) målt i brønner	ng/l	17 118	45 400	6 217
Mengde ΣPFAS i grunnvannet	kg	1,1	1,4	1,2
Andel Σ PFAS i grunnvannet av total mengde i jord og grunnvann	%	8	21	23

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Lakselv BØF 3



Figur 14: Potensielt forurensset grunnvann ved Lakselv BØF 3. Prøvepunktene L BØF Sj5, 6 og 7 er grunnvannsbrønner, og L BØF Sj3 er en vannprøve fra sjakt. Prøvepunkt Strand 1 er en vannprøve tatt en sjakt gravd på stranden.

På Lakselv BØF 3 (aktivt) ble det under kartleggingen i 2011 tatt en vannprøve i sjakt (L BØF Sj3), og etablert totalt tre brønner i gravesjakter (L BØF Sj5, 6 og 7). Vannprøven i sjakt 3 ble kun analysert for PFOS, og hadde 58 900 ng/l PFOS. Det ble den 31. mai 2012 tatt en vannprøve fra hver brønn, og det samme den 5. juni og 4. september i 2013. De målte konsentrasjonene av Σ PFAS i de ni prøvene av grunnvann var mellom 640-67500 ng/l, de laveste konsentrasjonene var i L BØF Sj7 (640-986 ng/l) og de høyeste i L BØF Sj3 (30 000-67 000 ng/l). Gjennomsnittskonsentrasjonen av Σ PFAS i prøver av grunnvann fra de tre brønnene er på ca. 17 000 ng/l. En vannprøve tatt i en sjakt gravd på stranden nord for BØF (Strand 1 prøvetatt 1. juni 2012) viste Σ PFAS på 95,4 ng/l, noe som tyder på spredning via grunnvann mot nord.

Det er ikke indikasjon på betydelig bidrag fra andre PFAS-forbindelser enn PFOS i jordprøvene ved denne lokaliteten (kap. 2.2.2), men det er for enkelte av grunnvannsprøvene langt høyere konsentrasjoner av Σ PFAS enn PFOS (mellom 1,2-14 ganger høyere), spesielt i prøvene fra brønn L BØF Sj5 (12-14 ganger høyere i alle prøvene). I masser i mettet sone er det 6 prøver med konsentrasjoner av PFOS fra i.p. til <5,2 μ g/kg og to prøver med 139 og 209 μ g/kg. Ved å benytte gjennomsnittet av de målte PFOS-konsentrasjonene i jord under grunnvannsnivå (8 jordprøver) og gjennomsnittet av konsentrasjonen av Σ PFAS i grunnvann vil fordelingskoeffisienten (K_d) for PFOS i massene i mettet sone være på 3 l/kg. Det gir en retardasjon for PFOS på 15.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Generelt er de undersøkte massene beskrevet som grov-, mellom-, finsand og silt, og i sjaktene hvor det er satt brønner er de beskrevet som mellom- og grovsand i nivåer mellom 1-3,1 meters dyp. BØF ligger på ca. 5 moh., og grunnvannsnivå er på ca. 2,5 meter under terreng. Det gir en gradient fra øvingsplattformen til sjø på 0,008.

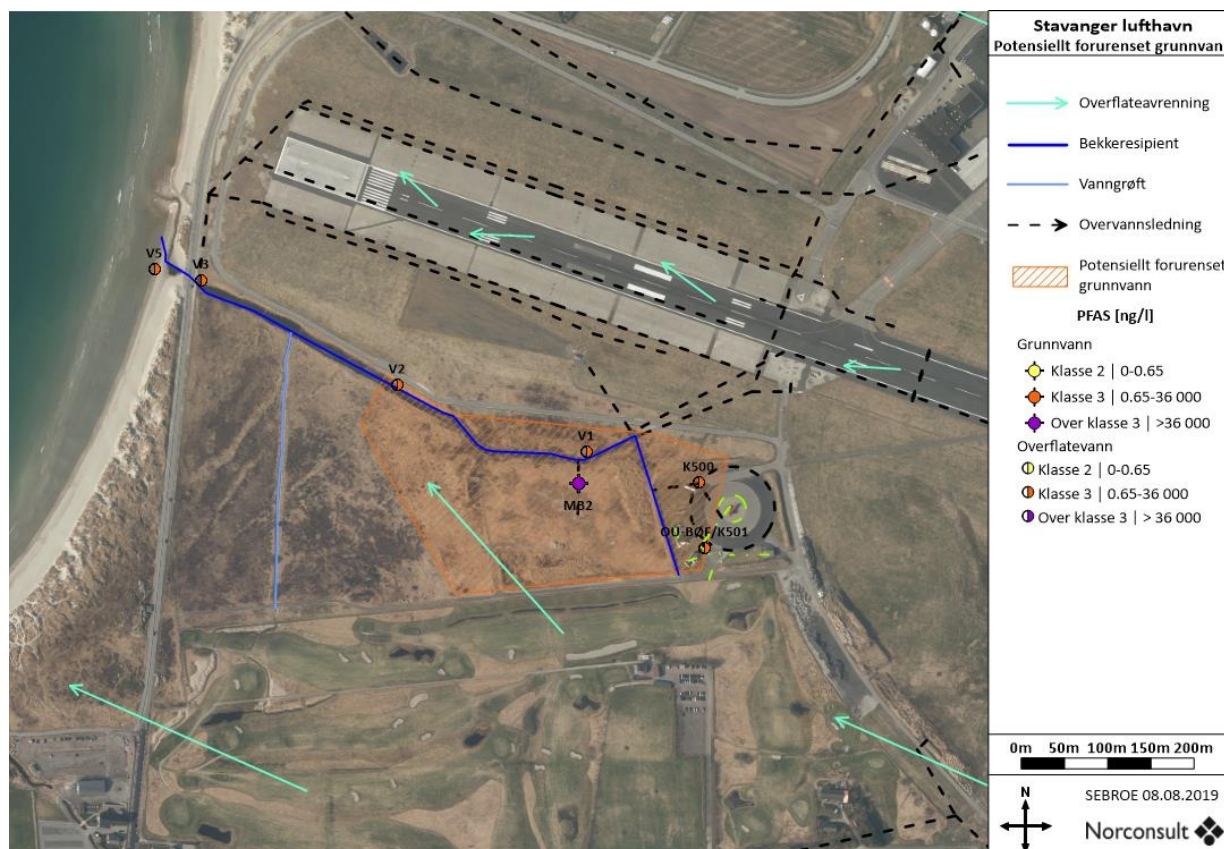
Ved å anta en hydraulisk ledningsevne (K) på 5×10^{-4} m/s (mellom-, og grovsand) vil den beregnede grunnvannshastigheten være på $1,7 \times 10^{-5}$ m/s, og pga. retardasjon vil det ta ca. 8 år for PFAS-forurensningen å transporteres 300 meter. Det er en avstand på mellom 250-300 meter til sjø fra øvingsplattformen, og lokaliteten har vært benyttet til brannøvelser siden 1978, som er over 40 år. Selv om det ikke er prøver av grunnvann nedstrøms brønn L BØF Sj5, forventes det at det har pågått, og fremdeles pågår, spredning med grunnvann til sjø. Det er estimert at det er benyttet 810 kg PFOS og 140 kg Σ PFAS ved lokaliteten, og det er beregnet å være ca. 13 kg PFOS i det undersøkte volumet masser (kap. 2.2.3).

De relativt lave konsentrasjonene av PFOS i masser i mettet sone tilsier at det også er lave mengder PFOS i disse massene, og at et «pump and treat»-tiltak i hovedsak vil omfatte forurensning som allerede er i grunnvannet og utlekking fra umettet sone. Det er i risikovurderingsrapporten estimert at ca. 0,5 kg PFOS årlig lekker ut fra BØF 3, og at det vil ta 15-40 år før de beregnede ca. 13 kg PFOS i jord har lekket ut. Det vil derfor være behov for pumping av grunnvann i mange år frem i tid, eller så kan «pump and treat» egne seg som kombinasjonstiltak med andre tiltak for å fjerne forurensning i umettet sone.

Som vist i estimatet i Tabell 7 er andelen PFAS-forurensning i grunnvann ved Lakselv BØF 3 ca. 8 % av den beregnede totale mengden (i undersøkt jord (13 kg) og i grunnvann (1,1 kg)).

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Stavanger BØF 2



Figur 15: Potensielt forurensset grunnvann ved Stavanger BØF 2. Prøvepunkt MB2 er en grunnvannsbrønn, og V1-V3 og V5 er prøvepunkter for overflatevannprøver i Regebekken.

På Stavanger BØF 2 (gammelt) ble det under kartleggingen i 2011 etablert en brønn i en gravesjakt (MB2 i sjakt 14). Det ble tatt vannprøver i brønnen den 25. mai 2012, samt tre ganger i 2013 (20. mars, 3. og 26. juni). De målte konsentrasjonene av Σ PFAS i de fire prøvene av grunnvann var mellom 12 800-86 600 ng/l, og gjennomsnittskonsentrasjonen av Σ PFAS er ca. 45 000 ng/l. Det er ikke tatt prøver av grunnvann ved det aktive feltet (BØF 1), og det er kun analysert for PFOS i jordprøver. Det er ikke påvist PFOS-konsentrasjoner over 45 μ g/kg, og de høyeste konsentrasjonene er mot nord og nordvest. Den nordvestlige delen av BØF 1 er vurdert som del av det potensielt forurensede grunnvannsarealet ettersom feltene ligger rett ved siden av hverandre. Grunnvannstransport fra de to brannøvingsfeltene forventes å være mot vest, nordvest og mot Regebekken i nord. Det er en grøft som renner ut i Regebekken vest for de to brannøvingsfeltene, en del av grunnvannet forventes å avskjæres/dreneres av denne. Vannprøver fra Regebekken (V1-V3 og V5) viser konsentrasjoner av Σ PFAS mellom 226-660 ng/l. Overvann fra det aktive brannøvingsfeltet ledes til også til kanalen, og fordelingen av bidraget av Σ PFAS fra grunnvann og overvann er derfor ikke kjent. Grøften mot vest er ikke prøvetatt.

Det er ikke indikasjon på betydelig bidrag fra andre PFAS-forbindelser enn PFOS i jordprøvene ved Stavanger BØF 2 (kap. 2.2.2), og det er også i grunnvannsprøvene relativt lave bidrag fra andre PFAS-forbindelser enn PFOS. I masser i mettet sone er det 7 prøver med konsentrasjoner av PFOS fra i.p. til 40 μ g/kg, en prøve på 136 μ g/kg, og seks prøver mellom 300 og 1160 μ g/kg. Ved å benytte gjennomsnittet av de målte PFOS-konsentrasjonene i jord under grunnvannsnivå (14 jordprøver) og gjennomsnittet av

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

konsentrasjonen av Σ PFAS i grunnvann vil fordelingskoeffisienten (K_d) for PFOS i massene i mettet sone være på 6 l/kg.

Generelt er de undersøkte massene beskrevet som finsand, men i fire av de 14 beskrevne sjaktene er det pukk/grus mellom 1,6-2,3 meters dyp. I sjakt 14 hvor brønnen er etablert, og under grunnvannsnivå i andre undersøkte sjakter, er det masser av finsand. BØF ligger på ca. 4 moh., og grunnvannsnivå er på ca. 2,5 meter under terreng. Det gir en gradient fra den østlige delen av det antatt forurensede området til sjø på 0,003, og til Regebekken på 0,075.

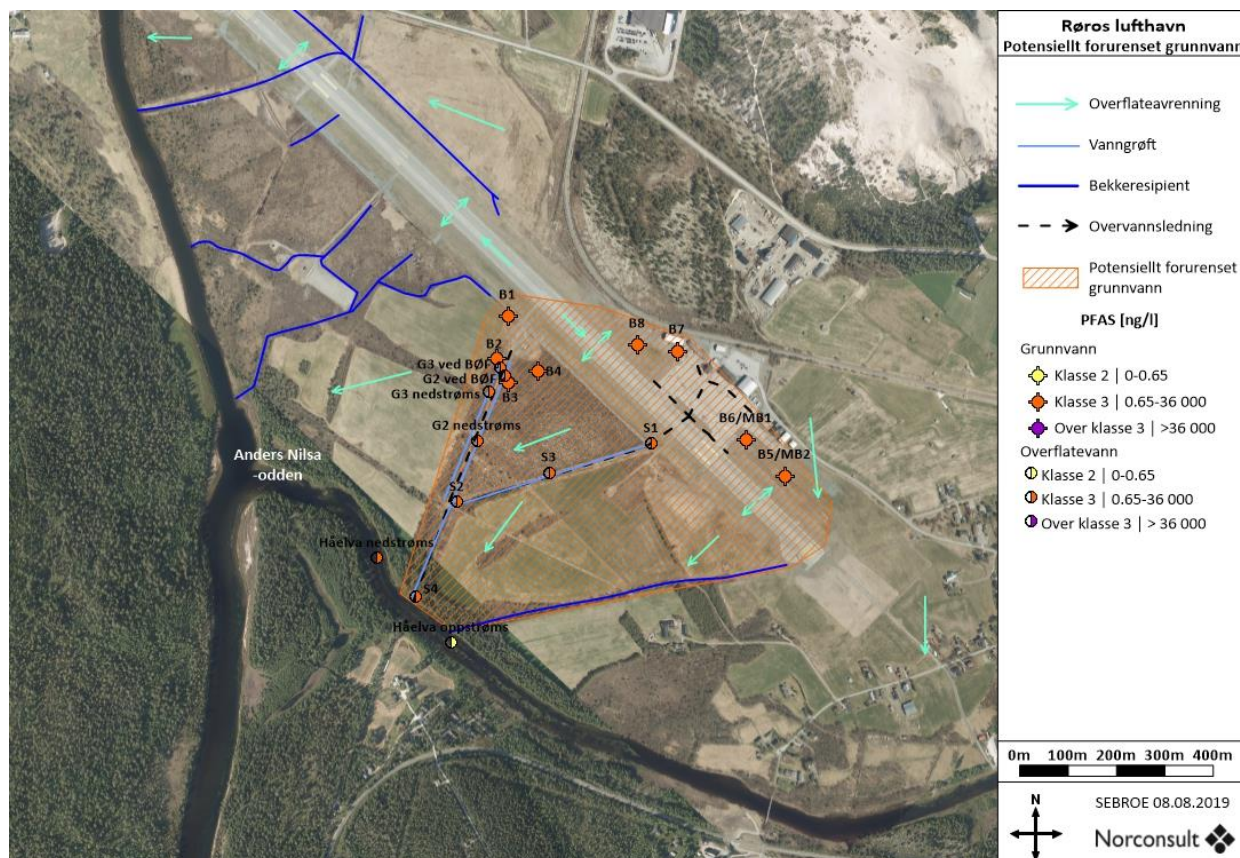
Ved å anta en hydraulisk ledningsevne (K) på 10^{-4} m/s (finsand) vil den beregnede grunnvannshastigheten mot sjø være på $1,2 \times 10^{-6}$ m/s, og mot Regebekken på 3×10^{-5} m/s. Pga. retardasjon vil det ta ca. 270 år for PFAS-forurensningen å transporteres med grunnvann 300 meter. Det er fra brønnen MB2 en avstand på ca. 500 meter til sjø, og ca. 300 meter til grøften i vest. Det er derfor forventet at PFAS-forurensningen ikke spres til sjø via grunnvann direkte, men via grunnvann som renner til Regebekken. Ved bruk av den samme K -verdien, vil det ta ca. 0,5-1 år for forurensningen å transporteres med grunnvann fra brønnen MB2 til Regebekken. BØF 2 ble benyttet til brannøvelser i 16 år, i perioden 1984-2000. Det er nå 35 år siden og det forventes at mye av PFAS-forurensningen som er benyttet ved denne lokaliteten (estimert til 1790 kg PFOS) har nådd sjø via Regebekken.

Beregnet mengde PFOS i det undersøkte jordvolumet ved BØF 2 er 5,4 kg (kap. 2.2.3). Antatt utbredelse for forurenset grunnvann er vist i Figur 15. Med et forurensningsdyp på 1,5 meter, og en gjennomsnittskonsentrasjon av Σ PFAS på 45 400 ng/l, vil estimert mengde i grunnvannet være på 1,4 kg. Som vist i estimatet i Tabell 7 utgjør dette en andel Σ PFAS i grunnvannet på 21 % av totalt beregnet mengde (i undersøkt jord (5,4 kg) og i grunnvann (1,4 kg)) ved lokaliteten. Det er ikke beregnet mengder i masser i umettet og mettet sone separat, men de relativt høye konsentrasjonene av PFOS i masser i mettet sone tilsier at en betydelig andel av mengden PFOS er i disse massene. Ved å anta at ca. 30 % av den beregnede mengden i jord er i mettet sone, vil den totale mengden Σ PFAS i jord i mettet sone og grunnvann være 3 kg (som utgjør ca. 56 % av totalt beregnet mengde ved lokaliteten).

Et «pump and treat»-tiltak vil omfatte både forurensning som allerede er i grunnvannet, i masser i mettet sone og utlekking fra umettet sone. I risikovurderingsrapporten er utlekkingen fra jord estimert til 0,22 kg per år fra BØF 1 og 2. Det vil derfor være behov for pumping av grunnvann i mange år frem i tid, eller så kan «pump and treat» egne seg som kombinasjonstiltak med andre tiltak for å fjerne forurensning i umettet sone.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Røros BØF 1



Figur 16: Potensielt forurensset grunnvann ved Røros lufthavn.

På Røros BØF 1 (ikke aktivt) ble det under kartleggingen i 2011 etablert fire brønner i gravesjakter (B1-B4). Det ble den 16. mai 2012 tatt vannprøver i brønnene. I brønn B3 ble det tatt prøver også den 21. mai og den 10. september 2013. De målte konsentrasjonene av Σ PFAS i de seks prøvene av grunnvann var mellom 624,4-33 200 ng/l. Det er i tillegg tatt til sammen sju prøver av grunnvann fra to brønner sørøst for terminalområdet (B5 og B6), og to brønner nordvest for terminalområdet (B7 og B8). Disse har konsentrasjoner av Σ PFAS mellom 808-13 300 ng/l. Forurensningen ved terminalområdet og BØF forventes å transporteres vest- og sørvest med grunnvann og i grøfter (G1, G2 og G3) som renner mot Håelva. Det er påvist varierende konsentrasjoner av PFOS og Σ PFAS i grøftene, i G2 og G3 som renner fra BØF mot Håelva er det kun analysert for PFOS og påvist mellom 7-1520 ng/l, i G1 som renner fra terminalområdet til Håelva er det påvist Σ PFAS mellom 447-2710 ng/l. I Håelva er det påvist Σ PFAS mellom 30-60 ng/l nedstrøms utløp av grøftene. Det er en grøft som renner fra rullebanenes sørlige ende og til Håelva, det forventes at forurensset grunnvann sør for terminalområdet drenerer mot denne. Grøften er ikke prøvetatt.

Arealet for potensielt forurensset grunnvann inkluderer terminalområdet, BØF og området mellom grøftene ved BØF og grøft i øst. Gjennomsnittskonsentrasjonen av Σ PFAS i brønnene B1-B8 er på ca. 6 200 ng/l.

Det er indikasjon på betydelig bidrag fra andre PFAS-forbindelser enn PFOS i jordprøvene ved Røros BØF 1 (kap. 2.2.2), og det er også i grunnvannsprøvene relativt høye bidrag fra andre PFAS-forbindelser enn PFOS. I masser i mettet sone er det 3 prøver med konsentrasjoner av PFOS under rapporteringsgrensen, og en prøve med 2,3 µg/kg PFOS og 11,6 µg/kg PFOA. Ved å benytte gjennomsnittet av de målte

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

konsentrasjonene av PFOS og PFOA i jord under grunnvannsnivå (4 jordprøver) og gjennomsnittet av konsentrasjonen av Σ PFAS i grunnvann vil fordelingskoeffisienten (K_d) for PFOS i massene i mettet sone være på 1 l/kg. Brannøvingsfeltet er anlagt i et område med torv. Generelt er de undersøkte massene beskrevet som sand og grus som det øverste bærelaget på BØF. Masser ned til ca. en meters dyp er beskrevet som sand, grus, jord og torv, og ved/under grunnvannsnivå er det sandig silt. Den beregnede K_d -verdien er lav for siltig sand, og ettersom det bare er analysert tre jordprøver under grunnvannstand er K_d -verdien veldig usikker. Det er imidlertid konsentrasjoner av PFOS > 100 ug/kg i masser over grunnvannsnivå i tre av sjaktene som er prøvetatt under grunnvannsnivå, noe som kan tyde på at forbindelsene i høy grad holdes tilbake i de øvre jordmassene (0-1 meter) som til dels inneholder torv.

BØF, rullebanen og terminalområdet ligger på ca. 625 moh., og ca. 4 meter over Håelva. Grunnvannsnivå er på ca. 1,35 meter under terreng, som gir en gradient fra terminalområdet til Håelva på 0,0038. Ved å anta en hydraulisk ledningsevne (K) på 10^{-5} m/s (siltig sand) vil den beregnede grunnvannshastigheten være på $1,5 \times 10^{-7}$ m/s, og pga. den lave gradienten, de finkornede massene og PFAS-forbindelsenes retardasjon vil det ta ca. 250 år for forurensningen å transporteres 300 meter. Det er ca. 550 meter fra BØF 1 til Håelva, og ca. 700 meter fra terminalområdet til Håelva. Det forventes at en betydelig del av grunnvannet ved BØF renner til Håelva via grøftene G2 og G3 rett sør for BØF, og noe av grunnvannet ved terminalområdet til grøft G1. Hastigheten på forurensningstransporten til Håelva vil derfor være raskere.

BØF 1 ble benyttet til brannøvelser med PFAS-holdig skum i perioden 1978-2016. Det er estimert at det er benyttet 480 kg PFOS og 90 kg Σ PFAS ved lokaliteten, og det er beregnet å være ca. 3,8 kg PFOS i det undersøkte volumet masser (kap. 2.2.3), og ca. 1,2 kg Σ PFAS i grunnvannet ved BØF og terminalområdet. Det er nå ca. 40 år siden bruken av skummet startet, og det forventes at mye av PFAS-forurensningen som er benyttet ved denne lokaliteten har blitt transportert med grøftene til Håelva.

De lave konsentrasjonene av PFOS i masser i mettet sone tilsier at det også er lave mengder PFOS i disse massene, og at et «pump and treat»-tiltak i hovedsak vil omfatte forurensning som allerede er i grunnvannet og utlekking fra umettet sone. Utlekkingen fra umettet sone forventes å være svært lav, ettersom det i risikovurderingsrapporten er (basert på målingene i grunnvann og overflatevann på BØF) estimert at det lekker ut ca. 0,02 kg PFOS totalt fra BØF per år. Pumping av grunnvann kan egne seg som kombinasjonstiltak med andre tiltak for å fjerne forurensning i umettet sone.

Basert på estimatet i Tabell 7 er den maksimale andelen forurensning som kan fjernes med et «pump and treat»-tiltak ved Røros lufthavn ca. 20 % av den beregnede totale mengden (i undersøkt jord (3,8 kg) og i grunnvann og (1,2 kg)).

3.2.2.2 Tildekking/avskjerming

Tildekking/avskjerming omfatter å dekke forurensning i umettet sone med tett membran for å hindre utlekking. Det graves grøft rundt hele området som skal dekkes, og deretter legges membran ned til det dypet forurensningen er forventet å ha. De antatt egnede lokalitetene for tildekking/avskjerming er de som ikke har en betydelig del av PFAS-forurensningen i kontakt med grunnvann ved normal grunnvannstand eller ved tidevannspåvirkning. Lokaliteter med forurensningen i kontakt med grunnvann kan være egnet for denne type tiltak i kombinasjon med tiltak i grunnvann. Tildekking forventes å ha begrensninger for etterbruken av området, og vil derfor ikke egne seg dersom det for eksempel planlegges bygging av internvei på lufthavnen eller annen bruk av området i fremtiden.

Vurdering av lokalitetenes egnethet for tildekking er i Vedlegg D. For tildekking/avskjerming er det de to lokalitetene Narvik BØF nord og fylling og Røros BØF 1 som antas egnet. På Narvik BØF nord og fylling er det ikke beskrevet innsig av vann i sjakter, og det er fjell på mellom 0,7-2 meters dyp. Ved Røros BØF 1 er

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

forurensning i kontakt med grunnvann, men det er lave konsentrasjoner av PFOS ($< 15 \mu\text{g/kg}$) i jordprøver av masser fra mettet sone som beskrevet i kap. 3.2.2.1. Det er også beregnet lave mengder ΣPFAS i grunnvannet (1,2 kg) (kap. 3.2.2.1).

Ved Lakselv BØF 3 og Stavanger BØF 2 antas tildekking å være egnet i kombinasjon med «pump and treat»-tiltak. Lakselv BØF 3 har også relativt lave konsentrasjoner av PFOS i mettet sone som vist i kap. 3.2.2.1, men lokaliteten ligger mellom 250-300 meter fra sjøen, og er tidevannspåvirket. Tidevannsforskjellen ved havnivå er ca. 2-3 meter mellom flo og fjære. Ved Stavanger BØF 2 er det påvist relativt høye konsentrasjoner av PFOS/ ΣPFAS i jordprøver av masser fra mettet sone (kap. 3.2.2.1), og det forventes at en betydelig andel av forurensningen er i mettet sone.

Lokalitetene Berlevåg BØF 1, Bergen BØF 2 og Hammerfest BØF 1 kan være egnet, men for Berlevåg BØF 1 må det forurensede området avgrenses i dybden og det må undersøkes dyp til grunnvannsnivå, og for Bergen BØF 2 må det også undersøkes dyp til grunnvannsnivå. For Hammerfest BØF 1 må det kartlegges om forurenset sigevann skyldes vann som renner gjennom BØF fra grøft på østsiden, og evt. må vanngjennomstrømningen forhindres.

3.2.2.3 Gravetiltak med deponering eksternt

Alle lokalitetene det er beregnet mengder PFOS i jord ($n=32$) vurderes å være egnet for gjennomføring av gravetiltak med ekstern deponering av PFAS-forurensende masser. Det er vurdert hvorvidt stedsspesifikke faktorer som dybdefordelingen av PFOS i jorda, om massene kan sorteres og avstand fra deponi vil påvirke gravetiltak med ekstern deponering.

Dybdefordeling av forurensningen i jorda

Det er som beskrevet i kap. 2.1.3 beregnet mengder PFOS i masser fra 0-1 meter og i hele det undersøkte volumet. Begge beregningene for alle lokalitetene er vist i Tabell 8, og sammenlignet for å vurdere om det er lokaliteter som har den største andelen av PFAS-forurensning i masser fra 0-1 meter. Vurderingen er utført for å avdekke om det er lokaliteter hvor det vil være mest kostnadseffektivt å begrense tiltak til ca. en meters dyp. For lokalitetene Rørvik BØF 2, Berlevåg BØF 1, Røros BØF 1, Hammerfest BØF 1, Røst BØF 1 og Vardø BØF 1 er prosentandel av mengden i 0-1 meter høy pga. at undersøkt dyp eller dyp til fjell er på mellom 1 -1,2 meter. For Bergen er antatt snittdyp til fjell på det undersøkte arealet på 40 cm. Det er ikke avdekket lokaliteter hvor de største mengdene ligger i masser fra 0-1 meter, og det er beregnet mengde betydelig dypere enn en meter. Det er derfor mengder PFOS/ ΣPFAS i hele det undersøkte volumet som er benyttet videre i tiltaksvurderingene.

For Stavanger BØF 2 er det imidlertid informasjon i risikovurderingsrapporten fra 2016 om at det ligger ca. 1,5 meter overskuddsmasser over opprinnelig terreng på BØF. Disse massene kommer fra gravearbeider ulike steder på lufthavnsområdet. Det er ikke beskrevet hvor på lufthavnen de kommer fra eller om de kan være forurenset. Massene fra 0-1,4 meter er ikke prøvetatt i kartleggingen av lokaliteten, og de er ikke tatt med i beregningene av mengder PFOS/ ΣPFAS på BØF i denne rapporten. Ved gravetiltak på BØF må disse massene prøvetas dersom de kan være forurenset, men uavhengig av evt. forurensningsgrad må de graves i for å fjerne de mengdene PFOS/ ΣPFAS som er beregnet i undersøkt volum. Det er i kostnadsberegningene forutsatt at overskuddsmassene som er lagt på BØF er rene, og det er derfor kun lagt til en kostnad for å grave de opp og legge de tilbake etter endt tiltak.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 8: Beregnede mengder PFOS (kg) i undersøkt dyp, og i 0-1 meters dyp, samt andel i 0-1 meters dyp.

Lufthavn og lokalitet	PFOS i undersøkt dyp (kg)	PFOS i 0-1 meters dyp (kg)	Andel i 0-1 meters dyp	Kommentar
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	81	0,7	1 %	
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	51	15	30 %	
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	24	0,06	0 %	
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	20	91 %	Fjell på 1,1 meter.
Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - BØF 1 (gammelt)	21	9,0	44 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	14	1,1	8 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	13	6,7	52 %	
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	9,4	8,0	85 %	Beregnet forurensning ned til 1,2 meter, antas ikke være dypere.
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	5,8	62 %	Fjell på 1,7 meter.
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	8,4	3,9	47 %	
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	7,9	-	-	Antatt snittdyp til fjell er 40 cm for det undersøkte arealet.
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	6,1	3,3	55 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	5,4	-	-	Tilført masser 0-1,5 meter.
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	4,5	1,8	40 %	
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3,8	1,3	34 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,8	-	-	Beregnet forurensning ned til 1,1 meter, antas ikke være dypere.
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	3,4	0,05	1 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	3,2	2,6	81 %	Snittdyp til fjell på 1,2 meter.
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	3,1	1,5	48 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	1,8	59 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	2,8	1,3	47 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	2,6	1,4	66 %	
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2,5	0,9	36 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	2,1	1,4	66 %	
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,1	0,2	15 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	1,0	0,8	83 %	Undersøkt dyp 1,2 meter.
Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - Driftsområdet	1,0	0,2	24 %	Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	1,0	0,6	63 %	
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	0,8	0,2	29 %	
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	0,7	-	-	Ikke beregnet for 0-1 meter, få prøver. Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,6	0,6	100 %	Undersøkt dyp 1 meter. Forurensning ikke avgrenset i dypet.
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	0,5	-	-	Snittdyp til fjell 0,7 meter.
Sum	314	115	37 %	

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Om massene kan sorteres og grove fraksjoner (blokk/stein) skilles ut

Ved tiltak som omfatter oppgraving av massene er det mulighet for å sikte ut grovere masser, og håndtere kun de finere massene hvor forurensningen sitter. Ved bruk av sorteringsskuff kan det sorteres ut blokk og store steiner fra de forurensede massene, for å redusere mengder masser som må leveres til deponi og mengder rene masser som må tilkjøres lokaliteten. Dette vil gi en besparelse av kostnader for gravetiltak.

Lokaliteter hvor massene er vurdert som egnet for sortering med sorteringsskuff på gravemaskin, og antatt andel som kan gjenbrukes, er vist i Tabell 9. Det er benyttet enhetspriser for utsortering, og for å vurdere lønnsomheten av utsortering er det vurdert opp mot fratrekk i transport og deponiavgift, samt fratrekk i kostnader for tilkjøring av rene masser. Enhetspriser er vist i Tabell 16 i kap. 3.2.3.4. Beregnet besparelse av sortering av masser med sorteringsskuff (beregnet for hele det undersøkte volumet) er vist i Tabell 10. Ved Kirkenes driftsområdet og Bergen BØF 2 er det både høy andel (30 %) som antas å kunne gjenbrukes, og stort volum forurensende masser. Ved Kirkenes BØF 1 er det antatt lavere (10 %) andel masser som kan gjenbrukes, men stort volum forurensede masser. Fagernes BØF A har sprengsteinmasser, og en høy andel masser (30 %) forventes å kunne gjenbrukes. I tillegg ligger lokaliteten ikke i nærheten av sjø, slik at gjenbruk av grove masser vil spare betydelige transportkostnader. For alle disse lokalitetene vil masser som sorteres ut og gjenbrukes utgjøre en stor total reduksjon i kostnader.

I kostnadsberegningene er det antatt at fraksjoner over 50 mm kan sorteres ut ved bruk av sorteringsskuff. Andel blokk/stein (> 50 mm) i massene er satt ved en skjønnsmessig vurdering basert på beskrivelsene av massetype, på samme måte som andel finstoff (< 20 mm) benyttet beregningen av mengder PFOS/ Σ PFAS i massene. Fraksjoner som kan sorteres ut er satt til > 50 mm basert på at det er en fraksjon som anses lett å sortere fra forurenset finstoff ved bruk av sorteringsskuff. Selv om forurensningen antas å sitte i fraksjoner mindre enn 20 mm, vil det være utfordrende å skille rene og forurensede fraksjoner < 50 mm. Det vil være en risiko for at forurenset finstoff sitter fast på fraksjonene mellom 20 til 50 mm dersom ikke sikteprosessen er optimal. Det bør utredes i detaljering av tiltak om det er mulig å sikte fra fraksjoner større enn 20 mm, men det må da undersøkes nærmere med prøvetaking og analyser av siktede masser at de faktisk er fri for finstoff.

Det antas at andel grove masser som kan sorteres ut reduseres noe for lokaliteter hvor det må graves under grunnvannstand. Ved disse lokalitetene vil masser i umettet sone egne seg for sortering, men trolig vil ikke de våte massene i mettet sone egne seg like godt.

Bruk av sorteringsskuff vil være mer tidkrevende enn bruk av sikteverk på lokaliteter med volum masser over ca. 5000 m³. Ved gravetiltak vil det, avhengig av gravevolumet på lokaliteten, være hensiktsmessig i detaljplanleggingen å gjøre en vurdering av kostnader ved bruk av sikteverk, enten på lokaliteten eller på en egnet plass i nærheten.

Tabell 9: Oversikt over lokaliteter med masser egnet for sortering, og antatt andel som kan sorteres ut og gjenbrukes (%).

Lufthavn og lokalitet	Type masser	Andel av masser som kan sorteres ut og gjenbrukes (%)
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	Grus i overflaten, deretter stein, grov sand, jord, sand over myr og/eller leire.	0 %
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	Sandig jord, sandig grus, grus, sand, fyllmasser, og jord. Myrområde vest og sør.	0 %
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	Området ligger på elveavsetninger, og består i hovedsak av sandige masser.	0 %
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	Lite beskrevet, men beskrevet som marine avsetninger fra finsand til leire for lufthavnen generelt.	0 %
Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - BØF 1 (gammelt)	Breelavsetning med sand, grus og steiner.	10 %
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	Stein, grus, sand, myr, steinblokker.	20 %
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	Sand.	0 %
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	Sand, tynt lag med torv og strandavsetninger (avrundet småstein og skjellsand). Innslag av bygningsavfall.	0 %
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	Pukk, stein, grus, sand, leire, organisk sand. I toppjord ved nye delen er det pukk, sand og grus.	20 %
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	Hovedsakelig av et lag med stein, grus og sand over skjellsand, leire og silt.	0 %
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	Jord med mye organisk materiale og antatt grusmasser sentralt på BØF.	0 %
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	Løsmassene består generelt av oppfylte masser av blokker, sprengstein, sand og grus.	30 %
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	Hovedsakelig finsand, samt noe jord, pukk og grus i beskrivelse av prøver.	10 %
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	Sprengstein, stein og grus.	30 %
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	BØF ligger på en mektig løsmasseavsetning av sand- og grusmasser.	0 %
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	Sand, grus og silt samt litt torv.	0 %
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	Grus, leire og sand.	0 %
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	Blanding av matjord, pukk, strøsand, blokk og fjell. Myr mot vest.	20 %
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	Torv, skjellsand og jord.	0 %
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	Sand, stein, grus, fyllmasser, torv og sandig jord/silt.	10 %
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	Hovedsakelig sandige masser, med et lag av stein, grus og pukk øverst.	0 %
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Sand/grus/stein over sprengstein mot sør, og mer sandige masser over jordmasser og fast fjell mot nord.	20 %
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	Massene er oppgitt å bestå av grus, sand, jord, siltig sand, skjellsand og fyllmasser.	0 %

Lufthavn og lokalitet	Type masser	Andel av masser som kan sorteres ut og gjenbrukes (%)
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	Grus og sprengstein.	30 %
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	Blanding av morene, organisk jord, stein, sand, leire, sprengstein med finstoff, myrjord.	20 %
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	Grov grus over fjell.	20 %
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - Driftsområdet	Sand, grus, stein, blokk, grus, grovsand.	30 %
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	Sprengstein, og noe organisk jord over fjell utenfor BØF.	30 %
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	Sand.	0 %
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	Stein, grus, sand, steinblokker, og ett prøvepunkt SJ5 i myr rett utenfor BØF.	20 %
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	Sand, grus, jord og torv samt en del stein.	0 %
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (ikke aktivt)	Grus, stein og sand.	20 %

Tabell 10: Kostnader spart ved sortering av masser med sorteringsskuff på gravemaskin. Beregningen er basert på volum forurensede masser innenfor hele det undersøkte området (gitt i Figur 3 i kap. 2.2.3.2 og i Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1), og enhetspriser som gitt i Tabell 16 i kap. 3.2.3.4.

Sortering – lønnsomhet	Total kostnad for sortering	Total kostnad for transport og deponi	Reduksjon i pris transport og deponi pga. sortering	Total kostnad tilkjøring rene masser	Reduksjon i pris tilkjøring	Total reduksjon i kostnad for tiltak
Lufthavn og lokalitet	kr	kr	kr	kr	kr	kr
Kirkenes lufthavn Høybukthoen - Driftsområdet	3 852 450	95 872 317	28 761 695	10 126 440	3 037 932	27 947 177
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	3 293 150	80 776 265	24 232 880	8 656 280	2 596 884	23 536 614
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	711 788	22 661 310	6 798 393	1 870 986	561 296	6 647 901
Kirkenes lufthavn Høybukthoen - BØF 1 (gammelt)	3 170 076	78 890 714	7 889 071	8 332 771	833 277	5 552 273
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	670 656	17 289 157	5 186 747	1 762 867	528 860	5 044 951
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	613 116	15 844 669	4 753 401	1 611 619	483 486	4 623 771
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1 032 360	23 996 956	4 799 391	2 713 632	542 726	4 309 758
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	890 001	23 097 793	4 619 559	2 339 431	467 886	4 197 444
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	1 089 270	23 312 337	4 662 467	2 863 224	572 645	4 145 842
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	566 720	14 665 791	2 933 158	1 489 664	297 933	2 664 371
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	717 108	15 007 688	3 001 538	1 884 970	376 994	2 661 423
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	1 704 080	39 145 152	3 914 515	4 479 296	447 930	2 658 365
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	2 129 960	40 050 695	4 005 070	5 598 752	559 875	2 434 985
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	455 525	11 788 245	2 357 649	1 197 380	239 476	2 141 600
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	266 784	5 709 657	1 141 931	701 261	140 252	1 015 400
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	165 228	3 780 337	756 067	434 314	86 863	677 702

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Avstand fra deponi

Det er pr dags dato kun tre deponier med tillatelse til å ta imot PFAS-holdige masser;

- Lindum Oredalen i Drammen
- Perpetuum Balsfjord i Tromsø
- Franzefoss Lia i Trondheim

Også Iris Vikan i Bodø har levert en søknad om tillatelse til mottak av PFAS-holdige masser, og det kan antas at det vil komme flere søknader.

Lokaliteter med beregnet mengde PFOS i undersøkt område, og lokalisering av de tre deponiene med tillatelse er vist i Figur 1. For lokaliteter som ligger i nærheten av sjø og kaianlegg vil avstand til deponi være av mindre betydning for kostnader for transport. Det er kun Røros og Fargernes som ligger i indre Østland som har høyere transportkostnader.

3.2.3 Priser og kostnader

3.2.3.1 Avstand fra rullebane

Lokalitetens avstand til rullebanen vil ha betydning for anleggsarbeider. Avinor har satt begrensninger på hindringer ut ifra avstand til rullebanens senterlinje. Innenfor 140 meter fra senterlinje rullebane er det restriksjoner for faste hinder (bygg/containere/parkerte anleggsmaskiner ol.), og innenfor 60 meter for bevegelige hinder (eksempelvis anleggsmaskiner/kjøretøy i drift). Hvilken avstand lokaliteten har til rullebanen kan derfor påvirke om det kan utføres anleggsarbeider på dag eller natt, og for større lufthavner med flytrafikk også på natten vil anleggsarbeider måtte tilpasses dette. Det er gjort en gjennomgang av lokalitetenes avstand til rullebane, som vist i Tabell 11. Avstanden er målt (i kart) fra nærmeste prøvepunkt med påvist PFAS-forurensning til senterlinjen av rullebanen. I Tabell 11 er lokaliteter som er lenger enn 140 meter fra senterlinjen på rullebanen vist med grønt, lokaliteter mellom 60 og 140 meter fra rullebanen er vist med gult, og lokaliteter nærmere enn 60 meter er vist med rødt. For gule og røde lokaliteter antas det at det tilkommer merkostnader siden tiltak må tilpasses flytrafikk. Ekstra kostnader for gravetiltak for at en lokalitet er nær rullebanen vil være variable, ettersom det er variasjoner på flytrafikk for hver enkelt lufthavn. Utredning av påvirkningen avstand til rullebanen har på anleggsarbeider for hver enkelt lokalitet anses som en del av detaljplanleggingen ved evt. tiltak. På grunn av forventninger om økt tidsbruk i anleggsarbeidene, stabiliseringstiltak, ol. er det for de overordnede kostnadsberegningene som er gjort i denne rapporten tillagt en faktor på to på kostnader for anleggsarbeidene for gule lokaliteter, og en faktor på tre for røde lokaliteter.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 11: Lokalitetenes avstand fra rullebane.

Lufthavner og lokaliteter	Avstand fra rullebane (m)
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	650
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	500
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	320
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	290
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	260
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	250
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	220
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	150
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	140
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	100
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	100
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	90
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	75
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	70
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	70
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	60
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	60
Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - Driftsområdet	60
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	55
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	45
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	45
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	40
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	40
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	40
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	35
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	25
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	20
Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - BØF 1 (gammelt)	20
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	20
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	20
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	20
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	20

3.2.3.2 «Pump and treat»

Beregning av kostnader for tiltak i forurensset grunnvann er forutsatt en kombinasjon med tiltak i masser i umettet sone, og vil således bli et tilleggstiltak til tildekking eller oppgraving og eksternt deponering. Dersom tiltaket skal baseres på naturlig utlekking fra umettet sone over tid, vil tiltaket måtte gå over svært langt tid, og det må utføres nåverdiberegning. Til dette anses kartleggingsgrunnlaget å være for dårlig, og usikkerheten ved en slik beregning vil være for stor til at det er noen hensikt å gjøre det.

Estimerte kostnader for «pump and treat» tiltak for Lakselv BØF 3 (aktivt) er vist i Tabell 12 og for Stavanger BØF 2 (gammelt) i Tabell 13 og Røros lufthavn i Tabell 14. Kostnader for «pump and treat» tiltak har sammenheng med massetype, pumperater, konsentrasjoner og mengder PFAS-forurensning i grunnvann ved de ulike lokalitetene. For beregninger av kostnader er det tatt utgangspunkt i forventede pumperater med lokalitetenes massetype og hydraulisk ledningsevne (K) (ref. kap. 3.2.2.1). Pumperaten er begrenset av massenes hydrauliske ledningsevne, og for å øke pumperaten må det etableres flere brønner.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Størrelsesorden til etableringskostnader for renseanlegg og pumpebrønner er basert på erfaringstall for et lite og et stort renseanlegg på Oslo lufthavn Gardermoen (OSL). Tallene er tilpasset den informasjonen som foreligger om stedsspesifikke forhold ved Lakselv BØF 3, Stavanger BØF 2 og Røros lufthavn. Det er forventet at kostnadene for etablering av renseanlegg og drift av anlegget vil øke med økende pumpefor rater over 1,5 l/s.

Ved pumpefor rater som er 1,5 l/s eller lavere er det tatt utgangspunkt i et lite renseanlegg som omfatter én kontainer, ett kullfilter, én sedimenteringskontainer og ett nettbasert overvåkningssystem. Estimert etableringskostnad for dette anlegget inkludert et aktivt kullfilter med kapasitet til å rense inntil 2 kg Σ PFAS er ca. 2,1 MNOK. Beregnede pumpefor rater ved Stavanger BØF 2 og Røros BØF 1 er lavere enn 1,5 l/s selv ved pumping av 9 brønner, og det forventes at et lite renseanlegg vil dekke behovet. Økning i etableringskostnaden ved disse lokalitetene skyldes flere brønner og nedgraving av vannledninger for å unngå frost. For Stavanger BØF 2 er PFAS-konsentrasjonene i grunnvannet høyere enn ved de to andre lokalitetene, samt at det er en større beregnet mengde Σ PFAS i mettet sone (ca. 3 kg). Det er derfor lagt inn en ekstra kostnad for et aktivt kullfilter med kapasitet til å rense totalt 4 kg Σ PFAS. For Lakselv BØF 3 er pumpefor ratene betydelig høyere, og det er tatt høyde for at det er behov for å øke renseanleggets kapasitet med økende pumpefor rate.

Driftskostnadene er inkludert strøm, og er forventet å øke med antall brønner. For Lakselv BØF 3 er det i tillegg tatt høyde for økte driftskostnader med økende størrelse på renseanlegget. Kostnader til vedlikehold av brønner og pumper, samt analysekostnader er ikke inkludert i kostnadsberegningen, dette anses som en del av detaljutredning.

Tabell 12: Estimerte kostnader for «pump and treat» tiltak ved Lakselv lufthavn BØF 3 (aktivt).

Lakselv BØF 3		1 brønn	3 brønner	6 brønner	9 brønner
Q (pumpefor rate)	l/s	0,74	2,2	4,4	6,7
Overvåkningsbrønner og grunnvannskartlegging	kr	500 000	500 000	500 000	500 000
Etableringskostnader renseanlegg og pumpebrønner	kr	2 000 000	3 000 000	6 000 000	10 000 000
Driftskostnader pr år	kr	96 000	192 000	384 000	516 000
Ett års drift	kr	2 596 000	3 692 000	6 884 000	11 016 000
To års drift	kr	2 692 000	3 884 000	7 268 000	11 532 000
Tre års drift	kr	2 788 000	4 076 000	7 652 000	12 048 000
Fem års drift	kr	2 980 000	4 460 000	8 420 000	13 080 000
Ti års drift	kr	3 460 000	5 420 000	10 340 000	15 660 000
Tjue års drift	kr	4 420 000	7 340 000	14 180 000	20 820 000

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 13: Estimerte kostnader for «pump and treat» tiltak ved Stavanger lufthavn BØF 2 (gammelt).

Stavanger BØF 2		1 brønn	3 brønner	6 brønner	9 brønner
Q (pumperate)	l/s	0,15	0,5	0,9	1,4
Overvåkningsbrønner og grunnvannskartlegging	kr	500 000	500 000	500 000	500 000
Etableringskostnader renseanlegg og pumpebrønner	kr	2 235 000	2 435 000	2 735 000	3 035 000
Driftskostnader pr år	kr	136 000	184 000	232 000	328 000
Ett års drift	kr	2 871 000	3 119 000	3 467 000	3 863 000
To års drift	kr	3 007 000	3 303 000	3 699 000	4 191 000
Tre års drift	kr	3 143 000	3 487 000	3 931 000	4 519 000
Fem års drift	kr	3 415 000	3 855 000	4 395 000	5 175 000
Ti års drift	kr	4 095 000	4 775 000	5 555 000	6 815 000
Tjue års drift	kr	5 455 000	6 615 000	7 875 000	10 095 000

Tabell 14: Estimerte kostnader for «pump and treat» tiltak ved Røros lufthavn

Røros lufthavn		1 brønn	3 brønner	6 brønner	9 brønner
Q (pumperate)	l/s	0,015	0,05	0,09	0,14
Overvåkningsbrønner og grunnvannskartlegging	kr	500 000	500 000	500 000	500 000
Etableringskostnader renseanlegg og pumpebrønner	kr	2 117 500	2 317 500	2 617 500	2 917 500
Driftskostnader pr år	kr	136 000	184 000	232 000	328 000
Ett års drift	kr	2 753 500	3 001 500	3 349 500	3 745 500
To års drift	kr	2 889 500	3 185 500	3 581 500	4 073 500
Tre års drift	kr	3 025 500	3 369 500	3 813 500	4 401 500
Fem års drift	kr	3 297 500	3 737 500	4 277 500	5 057 500
Ti års drift	kr	3 977 500	4 657 500	5 437 500	6 697 500
Tjue års drift	kr	5 337 500	6 497 500	7 757 500	9 977 500

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

3.2.3.3 Tildekking/avskjerming

For kostnadsberegninger ved tildekking av forurensede masser i umettet sone, så det tatt utgangspunkt i priser som oppgitt i Tabell 15.

Tabell 15: Priser for tildekkingstiltak omfatter avretting av terreng, membran og graving og legging av membran i grøfter rundt BØF.

Del av tiltak	Avretting av terreng	Tilkjøring av rene masser til å ha under og over membran	Intern transport og utlegging av rene masser	Membran inkludert utrulling	Graving og legging av membran i grøfter rundt BØF
Enhet	kr/m ²	kr/tonn	kr/m ³	kr/m ²	kr/m ²
Priser	33	115	100	200	700

Tildekking med membran forutsetter at området er relativt flatt, og at det ikke er skarpe masser som kan punktere membranen. Det er derfor antatt at det må tilføres et lag på ca. 20 cm med rene egnede underlagsmasser og utføres noe avretting av terrenget før membran legges ut. Membranen må deretter beskyttes, og det er tillagt kostnader for utlegging av ca. 30 cm rene egnede masser over membranen.

3.2.3.4 Gravetiltak

Det er for kostnadsberegninger ved gravtiltak tatt utgangspunkt i priser som oppgitt i Tabell 16.

Tabell 16: Priser for gravetiltak, sortering av masser, transport og deponering av forurensede masser, og tilkjøring av rene masser.

Del av tiltak	Oppgraving av masser	Sortering med skuff	Opplasting på bil	Transport og deponiavgift	Tilkjøring av rene masser fra lokalt grustak	Intern transport av rene masser, utlegging og komprimering
Enhet	kr/m ³	kr/m ³	kr/m ³	kr/tonn	kr/tonn	kr/m ³
Priser	30	70	30	930-1310*	115	150

*Priser for transport og deponiavgift er avhengig av lufthavnens lokalisering i landet.

Innspill til priser for transport og deponiavgift er gitt av Perpetuum og Lindum, og er basert på båttransport av de forurensede massene. Røros og Fagernes ligger i indre Østland, forholdsvis langt unna sjø, og har derfor de høyeste transportkostnadene.

Vannrensing ved graving under grunnvannstand

For 14 av lokalitetene er rapportert grunnvannsnivå høyere enn antatt gravedybde for tiltaket (Tabell 17). Det vil være behov for vannrensing for å holde gravegropa tørr ved disse lokalitetene i tiltaksperioden. Graving under grunnvannstand vil føre til en mobilisering av PFAS-forbindelser og forhøyede konsentrasjoner i vann i gravegropa. Det er estimert kostnader for at vannet i gravegropa renses med et mobilt (containerbasert) renseanlegg med aktivt kullfilter (Tabell 18), både for fjerning av Σ PFAS for å forhindre spredning av forbindelsene, og slik at det kan legges tilbake rene masser uten betydelig rekontaminering. For 13 av

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

lokalitetene er det antatt behov for rensing av PFAS-holdig anleggsvann vann i en måned, med en estimert kostnad for rensing på 604 000 kr, mens det for Ålesund er estimert en kostnad på ca. 1,7 MNOK for rensing i tre måneder.

Det er kun vurdert kostnader for de lokaliteter der det er sannsynlig at det skal graves under grunnvannstand. Vurderinger av eventuelle kostnader ved behov for håndtering av lensevann forårsaket av nedbør/overflateavrenning til anleggsgrop anses som en del av detaljplanleggingen for alle lokalitetene. Det er ikke vurdert plassbehov og om det er alternative plasseringer av et slikt anlegg ved de ulike lokalitetene.

Mengden vann som må renses avhenger av graveareal, forventet gravedyp under grunnvannstand, tilsig av vann til gropa, og tiden utgravingen tar. Graveareal vil avhenge av til hvilken konsentrasjonsgrense tiltaksgrensen settes ved de ulike lokalitetene. For halvparten av lokalitetene er forventet gravedyp under grunnvannstand mindre enn 1 meter, for seks av lokalitetene er det mellom 1-1,5 meter, og for Ålesund er den størst med 1,9 meter. Ålesund er også den lokaliteten med størst undersøkt forurenset areal (Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1), og de høyeste påviste konsentrasjonene av Σ PFAS i grunnvann (Tabell 17). Av alle lokalitetene vil Ålesund derfor være den med behov for å rense mest vann og over lengst tid.

Ettersom vannet må ha en viss oppholdstid i kullet er det lagt til grunn en hydraulisk kapasitet i renseanlegget på 5 l/s. Dette antas å være tilstrekkelig kapasitet for rensning av vann i en måned for alle lokalitetene, med unntak av Ålesund hvor det er antatt et behov for å rense vann i tre måneder.

Rensekapasiteten for aktivt kull benyttet i anlegget vil avhenge av konsentrasjonene av Σ PFAS og evt. annen forurensning eller partikler i vannet som skal renses, og avhenger av graden av forbehandling av vannet. Konsentrasjonene av Σ PFAS i grunnvannet forventes å ha nær korrelasjon med partikler og organisk innhold i vannet. De fleste grunnvannsbrønnene som ble etablert i forbindelse med DP2-prosjektet ble etablert i gravesjakter. Prøvetaking av grunnvann i nyetablerte grunnvannsbrønner i gravesjakter forventes å ha forhøyede konsentrasjoner av PFAS pga. mobilisering, på samme måte som ved prøvetaking av vann i gravesjakt. Det er derfor gjort en gjennomgang av målte konsentrasjoner i grunnvann for de lokalitetene hvor det er aktuelt med graving under grunnvannstand, og de prøver som antas å vise konsentrasjoner i grunnvann ved økt mobilisering er valgt ut og vist i Tabell 17. For de lokaliteter hvor det ikke er tatt prøver som representerer mobilisering av PFAS i grunnvann, er det vist evt. grunnvannsprøver tatt lengre tid etter etablering. For fire av lokalitetene er det ikke tatt prøver av grunnvann. I kostnadsestimatet er det lagt til grunn at vannet først ledes til en forbehandling som består av sedimentering/utjevning og oljeutskilling, og deretter et finstoff-filter. Basert på konsentrasjonene som er målt i grunnvann er det i pris for rensing i en måned benyttet en renskapasitet for aktivt kull på inntil ca. 2 kg Σ PFAS, for Ålesund er det (pga. de høye konsentrasjonene i grunnvann) benyttet en renskapasitet på inntil 12 kg Σ PFAS over tre måneder.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

Tabell 17: Lokalteter hvor omfang av gravetiltak omfatter graving under grunnvannstand, og påviste konsentrasjoner av Σ PFAS i grunnvannsprøver i sjakt, eller brønn samme år som etablering.

Lufthavn og lokalitet	Ca. dyp til grunnvann	Antatt gravedyp	Gravedyp under grunnvannstand	Konsentrasjoner Σ PFAS i grunnvannsprøver	Kommentar
	Meter	Meter	Meter	ng/l	
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	2	3,35	1,4	58 000-261 000	Prøver fra to brønner tatt i mai 2012, ved etablering. Fra 2014 er kons. mellom 48 000-175 000.
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	2,5	3,2	0,7	30 000-67 500	Basert på de fire grunnvannsprøvene med høyest konsentrasjon, en er tatt i sjakt resten i brønner.
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	0,55	1,2	0,7		Ingen prøver av grunnvann.
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,5	1	0,5	16-308	Prøver fra tre brønner. Usikkert om det er ved etablering. Lave konsentrasjoner, svært permeable masser.
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	1,75	2,3	0,6		Inger prøver av grunnvann.
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	0,5	1,1	0,6	527	En prøve fra sjakt.
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	1	2,5	1,5	7 610-36 600	Tre prøver fra brønner rett etter etablering.
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	2,5	4	1,5		Ingen prøver av grunnvann.
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2	3	1,0	4 140-15 400	Alle prøver av grunnvann har konsentrasjoner på relativ likt nivå.
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	2	3,9	1,9	446 000-1 450 000	To prøver tatt i samme brønn, høyeste kons. ved etablering og den er kun målt for PFOS. Lavere kons. for sum PFAS ett år etter (446 000 ng/l).
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	1,8	2,6	0,8	1 030	Grunnvann brønn i sjakt ett år etter etablering, men brønn litt "oppstrøms".
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	0,5	1,8	1,3	49 800	Grunnvann i en sjakt nær/på BØF.
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,4	3	1,6	275-658	Grunnvannsprøver i to sjakter på BØF, ett år etter etablering.
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	1,5	2,2	0,7		Ingen prøver av grunnvann.

Tabell 18: Grunnlag for beregning av pris på rensing av PFAS-holdig anleggsvann.

Rensing av PFAS-holdig vann krever:	Pris for en mnd. (kr)	Pris for tre mnd. (kr)
Mobilisering/demobilisering av mobilt anlegg	250 000	250 000
Månedssleie	65 000	195 000
Aktivt kull	117 500*	705 000*
Finstoff filter	90 000	270 000
Operatør kostnad	15 000	45 000
Dieselaggregat	22 500	67 500
Diesel	38 400	115 200
Forbrenning av kull	3 500	10 500
Deponering av masser fra sandfilter	735	2 205
Deponering av slam	1 250	3 750
Sum	603 885	1 664 155

*I pris for rensing i en måned er det benyttet en rensekapasitet på inntil ca. 2 kg PFAS, for Ålesund er det (pga. de høye konsentrasjonene i grunnvann) benyttet en rensekapasitet på ca. 12 kg PFAS over tre måneder.

Aktive brannøvingfelt

Av lufthavnene omfattet av Miljødirektoratets pålegg er det per i dag 11 lufthavner som har aktive BØF. Det er Haugesund, Molde, Alta, Lakselv, Tromsø, Ålesund, Florø, Kristiansund, Stavanger, Kirkenes og Trondheim.

Tre av disse, Tromsø, Alta og Ålesund planlegges nedlagt etter øvingssesongen 2019.

Det vil bli en betydelig merkostnad å gjøre gravetiltak på lokaliteter med aktive brannøvingfelt som skal videreføres/reetableres etter tiltak. For gravetiltak på aktive brannøvingfelt må eksisterende plattform rives helt eller delvis for å grave under plattform, og deretter bygges opp igjen. I tillegg må øvingen flyttes et annet sted i mellomtiden. Kostnaden for dette antas å være relativt konstant uansett om tiltaket omfatter et stort eller lite volum masser. Det er derfor satt en fast kostnad for gravetiltak på aktive brannøvingfelt som er lagt til øvrige tiltaksomkostninger på disse lokalitetene, uavhengig av hvilke konsentrasjoner man velger å rydde ned til. Basert på erfaringstall fra Avinor på kostnader for å bygge nytt brannøvingfelt, er merkostnad for aktive brannøvingfelt satt til 80 MNOK. For prioriteringen vil det derfor påvirke rekkefølgen om lokaliteten er aktiv eller ikke. Det er ikke lagt til en slik kostnad for de tre aktive feltene som planlegges nedlagt innen 2020.

Aktive brannøvingfelt har en betydelig merkostnad for gravetiltak. Et alternativt tiltak for disse lokalitetene er rensing av vann fra oljeutskiller. Basert på beregnede årlige utslippsmengder fra oljeutskiller ved 12 aktive BØF i risikovurderingsrapportene (Bergen aktiv er nedlagt etter 2016) vil dette tiltaket imidlertid kun redusere Σ PFAS utslippet med mellom 1-50 g/år for PFOS og mellom 6-155 g/år for Σ PFAS per lokalitet. Samlet sett vil det basert på de estimerte utslippsmengdene redusere utslippet med ca. 100 g PFOS per år og ca. 580 g PFAS per år. På grunn av at det forventes lav tiltakseffekt er det ikke vurdert kostnader for rensing av vann fra oljeutskiller ved aktive brannøvingfelt.

3.2.4 Stedsspesifikke tiltaksgrenser

3.2.4.1 Lokaliteter hvor data tilsier at andre PFAS-forbindelser utgjør en betydelig del av grunnforurensningen

Åtte av lokalitetene som det er beregnet mengder i jord for er vurdert å ha indikasjon på at forurensningen er mer enn 20 % større på grunn av andre PFAS-forbindelser (vist i Tabell 1). For disse lokalitetene er det lagt til 20 % til mengden PFOS i vurderingen av tiltakseffektivitet og stedsspesifikke tiltaksgrenser for tildekking og gravetiltak med ekstern deponering. Ved disse lokalitetene vil kostnad per kg forurensning fjernet være lavere enn dersom man kun ser på forurensning av PFOS. For mengder i grunnvann er det beregnet for Σ PFAS.

3.2.4.2 Usikkerhet i beregningene

Som beskrevet i kap. 2.1.3 skal usikkerheten for beregningene av mengder i jord kvantifisere de mengder som ikke er avdekket gjennom undersøkelsene, og mengder som kan være et over/underestimert basert på undersøkelsen. Positiv usikkerhet fremkommer gjennom en skjønnsbasert vurdering av hvor stort areal og dyp som ikke er avgrenset av undersøkelsen, vist som kileareal i kartfigurene i Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1. For de lokaliteter som vurderes aktuelle for tiltak i etterkant av at Avinor har rapportert på Miljødirektoratets pålegg, vil det først og fremst være behov for å redusere denne usikkerheten med supplerende prøvetaking. Etter supplerende prøvetaking kan det vurderes om kostnader for tiltak for en større del av kildeområdet vil være mer eller mindre kostnadseffektivt enn det som legges til grunn her. Kostnad for opprydding av totale mengder Σ PFAS inkludert positiv usikkerhet er beregnet og vist i tabell 2 og 3 i Vedlegg E, men er ikke tatt med i vurderingen av stedsspesifikk tiltaksgrense for hver lokalitet.

Usikkerhet for beregning av mengder Σ PFAS i grunnvann er høy som beskrevet i kap. 3.2.2.1, den er ikke forsøkt kvantifisert. Beregnede mengder i grunnvann antas som beskrevet i kap. 3.2.2.1 å være en overestimering. Andre feilkilde for beregningene av kost/effekt er:

- Konsentrasjoner i grunnvann. Antagelsen om at alt grunnvannet som pumpes opp har den gjennomsnittskonsentrasjonen som analyser av grunnvann i brønnene på de aktuelle brannøvingsfeltene viser. Dette fører til en reduksjon i kostnad per kg Σ PFAS fjernet.
- Hydraulisk ledningsevne. En liten endring i hydraulisk ledningsevne vil ha stor innvirkning på mengdene vann som kan pumpes og mengdene Σ PFAS som fjernes. Antagelsen om at de finkornede massene ved Stavanger BØF 2 og Røros lufthavn har lav hydraulisk ledningsevne fører derimot til en økning i kostnad per kg Σ PFAS fjernet.
- Endringer over tid. Effektiviteten av rens tiltaket reduseres med tiden ettersom konsentrasjonene i grunnvannet reduseres.

3.2.4.3 «Pump and treat»

Tabell 1 i Vedlegg E viser beregnede kostnader for «pump and treat»-tiltak for å fjerne PFAS-forurensning i mettet sone ved lokalitetene Lakselv BØF 3, Stavanger BØF 2 og Røros lufthavn. Tabellen gir en oversikt over beregnede mengder Σ PFAS (kg) i grunnvann/mettet sone, estimerte mengder som fjernes ved pumping med ulike pumperater (antall brønner) og over ulik tid (antall år), og kost/effekt (kroner per kg fjernet) over tid. For Lakselv BØF 3 og Røros BØF 1 er det antatt at hoveddelen av beregnede mengder forurensning i jord er i umettet sone. For Stavanger BØF 2 er det antatt at ca. 30 % av den beregnede totale mengden PFOS i jord (1,6 kg av 5,4 kg) ved BØF 2 er i mettet sone. Total mengde i mettet sone for denne lokaliteten blir da 3 kg. Med det eksisterende kartleggingsgrunnlag anses kost/effekt-beregningene kun som en

mulighetsstudie der kostnader grovt skisseres. Som beskrevet i kap. 3.2.3.2 er beregning av kostnader for tiltak i forurenset grunnvann forutsatt en kombinasjon med tiltak i masser i umettet sone. Det er ikke satt stedsspesifikke tiltaksgrenser for «pump and treat»-tiltak, men det er markert med gult i Tabell 1 i Vedlegg E til hvilket tiltaksomfang og hvilken driftstid det er estimert 100 % opprydding i mettet sone/grunnvann (gitt ingen ny tilførsel fra umettet sone).

Som vist i Tabell 19 viser beregningene at det vil ta under ett år å fjerne mengden Σ PFAS i grunnvann ved Lakselv BØF3, fra 1,6-5 år ved Stavanger BØF 2 og fra 44-132 år ved Røros lufthavn.

Tabell 19: Antall år for å fjerne Σ PFAS ved 3, 6 og 9 brønner for de tre aktuelle lokalitetene.

Lokalitet	Lakselv BØF 3	Stavanger BØF 2	Røros lufthavn
Pumperater (Q)	0,74	0,15	0,015
Mengde Σ PFAS i grunnvann/mettet sone	1,1	3,0	1,2
Beregnet mengde fjernet per år	0,4	0,2	0,003
Antall år ved 3 brønner	0,9	5	132
Antall år ved 6 brønner	0,4	2	66
Antall år ved 9 brønner	0,3	1,6	44

3.2.4.4 Tildekking/avskjerming

Tildekking vil omfatte tiltak for mengden i umettet sone. Det er ikke beregnet mengder PFOS i masser i umettet og mettet sone separat (kap. 3.2.2.1).

Det er beregnet kostnader for tildekking/avskjerming ved de fire lokalitetene Narvik BØF nord og fylling, Røros BØF 1, Lakselv BØF 3 og Stavanger BØF 2. Ved Lakselv BØF 3 og Stavanger BØF 2 antas tildekking i hovedsak å være egnet i kombinasjon med «pump and treat»-tiltak. For Lakselv skyldes dette tidevannspåvirkning og fluktuasjon av grunnvannsnivå, og for Stavanger er en betydelig del av forurensningen i jord i mettet sone. For tildekking ved Lakselv BØF 3 lagt til grunn at den beregnede mengden i jord i hovedsak er i umettet sone, og for Stavanger BØF 2 er det antatt at ca. 70 % av den beregnede forurensningen i jord er i umettet sone.

Tabell 2 i Vedlegg E viser beregnede kostnader for tildekking av mengden PFOS/ Σ PFAS over de ulike konsentrasjonsgrensene for de fire lokalitetene som antas egnet. Tabellen gir en oversikt over beregnede mengder PFOS/ Σ PFAS (kg) i jord, forurenset areal (m²) og dybde, tiltakseffektivitet (g/m³), pris for tildekking av forurensning og kost/effekt (kroner per kg fjernet) over de ulike konsentrasjonsgrensene, samt tiltakspris (totalkostnad). Det er også vist kostnader for tiltak på total mengde inkludert positiv usikkerhet, men som beskrevet i kap. 3.2.4.2 har dette ikke vært en del av vurderingen av stedsspesifikke tiltaksgrenser. Det er kommentert i tabellen for de lokalitetene hvor det er lagt 20 % til mengden PFOS pga. indikasjon på betydelig forurensning av andre PFAS-forbindelser.

For hver lokalitet er foreslått stedsspesifikk tiltaksgrense satt til den konsentrasjonsgrensen hvor mengden PFOS/ Σ PFAS fjernet blir betydelig redusert, og/eller kostnad per kg fjernet går betydelig opp. Det er markert med gult i tabell 2 i Vedlegg E – Tiltaksgrenser, hvor tiltaksgrensen er foreslått for hver lokalitet. For alle lokalitetene ligger foreslått tiltaksgrense for tildekking på 150 $\mu\text{g/kg}$.

3.2.4.5 Gravetiltak og ekstern deponering

Tabell 3 i Vedlegg E viser beregnede kostnader for gravetiltak for mengden PFOS/ Σ PFAS over de ulike konsentrasjonsgrensene for de 32 lokalitetene det er beregnet mengder for. Tabellen gir en oversikt over mengder PFOS/ Σ PFAS (kg), volum masser (m^3), tiltakseffektivitet (g/m^3) pris for fjerning av forurensning og kost-effekt (kroner per kg fjernet) over de ulike konsentrasjonsgrensene, samt tiltakspris (total kostnad). Det er også vist kostnader for tiltak på total mengde inkludert positiv usikkerhet, men som beskrevet i kap.

3.2.4.2 har dette ikke vært en del av vurderingen av stedsspesifikke tiltaksgrenser.

Det er kommentert i tabellen for de lokalitetene hvor det er lagt 20 % til mengden PFOS pga. indikasjon på betydelig forurensning av andre PFAS-forbindelser. Det er også kommentert for de lokalitetene hvor det er lagt til kostnader for rensning av vann i gravegrop under grunnvannstand og merkostnader for aktive brannøvingsfelt (unntatt for Tromsø, Ålesund og Alta som skal legges ned fra 2020).

Et utdrag av tabellen for kostnadsberegninger i Vedlegg E er vist i Tabell 20 for lokalitetene Tromsø BØF 2, Ålesund BØF 2, Molde BØF 1 og Rørvik BØF 2. I tillegg er oppsummering for alle lokalitetene i del 2 vist. Oppsummeringen er summen av mengder, summen av volum og total kostnad for fjerning av mengder over hver konsentrasjonsgrense ved alle lokalitetene, samt gjennomsnittlig tiltakseffektivitet og kost/effekt.

For hver lokalitet er foreslått stedsspesifikk tiltaksgrense satt til den konsentrasjonsgrensen hvor mengden PFOS/ Σ PFAS fjernet blir betydelig redusert, og/eller kostnad per kg fjernet går betydelig opp. Det er markert med gult i tabell 3 i Vedlegg E hvor tiltaksgrensen er foreslått for hver lokalitet. For de fleste lokalitetene ligger foreslått tiltaksgrense på 150 $\mu\text{g/kg}$. Kun på to lokaliteter ligger den høyere (> 500 $\mu\text{g/kg}$ for Rørvik BØF 2 og Kristiansund BØF B), og på to lokaliteter (Kirkenes driftsområdet og Ørsta-Volda BØF 1) er det ikke beregnet å være masser med mengder over 150 $\mu\text{g/kg}$ slik at tiltaksgrensen er foreslått satt ved >30 $\mu\text{g/kg}$. Ved Florø BØF 1 er tiltaksgrensen foreslått satt til >30 $\mu\text{g/kg}$ på bakgrunn av at det er så små mengder med konsentrasjoner >150 $\mu\text{g/kg}$. Oppsummeringen i Tabell 20 viser at også gjennomsnittlig kost/effekt for de ulike konsentrasjonsgrensene er lavest for konsentrasjoner > 150 $\mu\text{g/kg}$, på ca. 8,6 MNOK per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet. Figurer som viser mengden PFOS/ Σ PFAS fjernet og kostnad per kg fjernet for alle lokalitetene er vist i Vedlegg E, med unntak av de to som ikke har mengder over 150 $\mu\text{g/kg}$.

For Tromsø BØF 2 viser Figur 17 at ved >150 $\mu\text{g/kg}$ har kurven som viser mengden PFOS/ Σ PFAS flatet ut, og kostnadene per kg fjernet øker betydelig. Ved denne grensen er det estimert at 98 % (96 av 97 kg) Σ PFAS i undersøkt volum kan fjernes til en pris på ca. 533 000 kroner per kg, og en total kostnad beregnet til ca. 51 MNOK. Fra konsentrasjoner >150 $\mu\text{g/kg}$ til >30 $\mu\text{g/kg}$ øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 180 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 18,4 MNOK. Mengden Σ PFAS som fjernes er kun en kg mer (fra 96 til 97 kg).

For Ålesund BØF 2 viser Figur 18 at ved >150 $\mu\text{g/kg}$ begynner kurven som viser mengden PFOS/ Σ PFAS å flate ut, og kostnadene per kg fjernet øker betydelig. Ved denne grensen er det estimert at 94 % (47 av 51 kg) Σ PFAS i undersøkt volum kan fjernes til en pris på ca. 1,86 MNOK per kg, og en total kostnad beregnet til ca. 88 MNOK. Fra konsentrasjoner >150 $\mu\text{g/kg}$ til >30 $\mu\text{g/kg}$ øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 920 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 51,8 MNOK. Mengden Σ PFAS som fjernes er tre kg mer (fra 47 til 50 kg).

For Rørvik BØF 2 er tiltaksgrensen satt til >500 $\mu\text{g/kg}$, det er estimert at 94 % av PFOS/ Σ PFAS fjernes ved denne grensen. Figur 19 viser at ved >500 $\mu\text{g/kg}$ begynner kurven som viser mengden PFOS/ Σ PFAS å flate

ut, og kostnadene per kg fjernet øker for mengder over høyere konsentrasjonsgrenser. Fra konsentrasjoner $>500 \mu\text{g/kg}$ til $>150 \mu\text{g/kg}$ øker kostnadene per kg ΣPFAS fjernet med ca. 64 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 1,7 MNOK. Mengden ΣPFAS som fjernes er en kg mer (fra 21 til 22 kg).

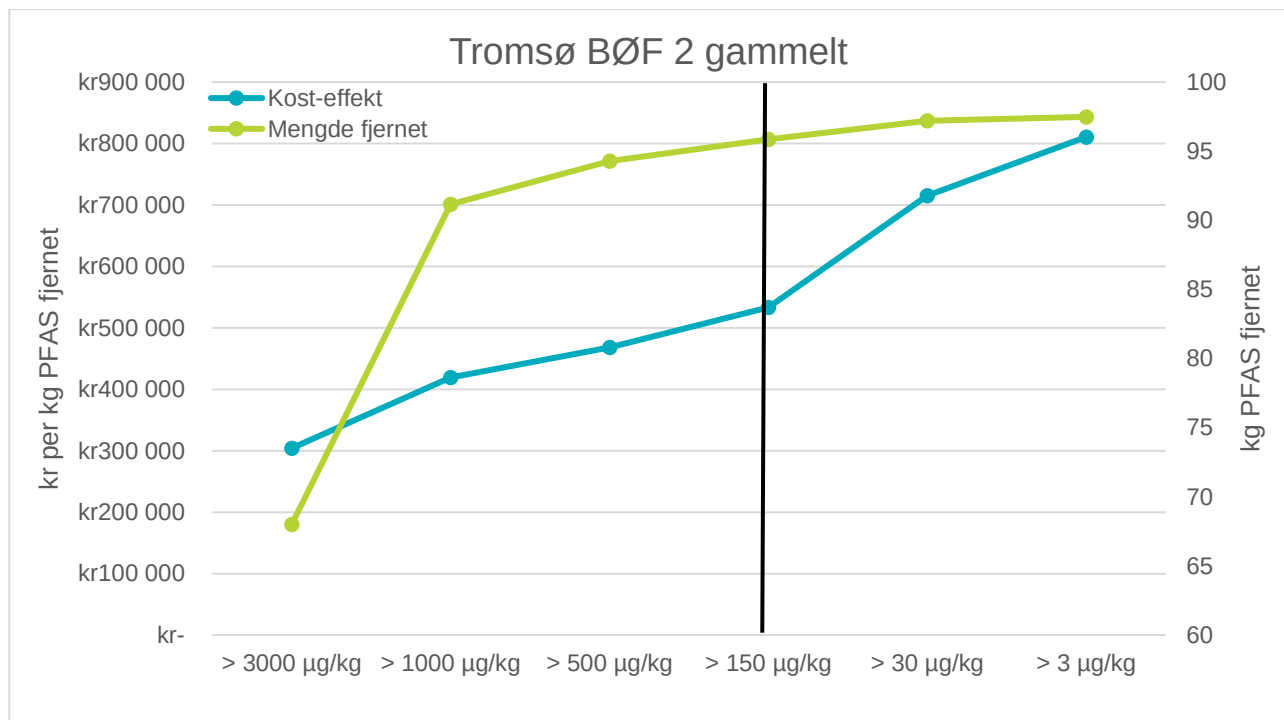
For lokaliteter med aktivt brannøvingsfelt som skal videreføres etter eventuelt tiltak er en kostnad på 80 MNOK tillagt den totale kostnaden for tiltak ved hver konsentrasjonsgrense. For Molde BØF 1 som er både gammelt og aktivt samme sted, viser Figur 20 at ved $>150 \mu\text{g/kg}$ flater kurven som viser mengden PFOS/ ΣPFAS ut, mens kurven for kostnadene per kg fjernet har sitt laveste punkt.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

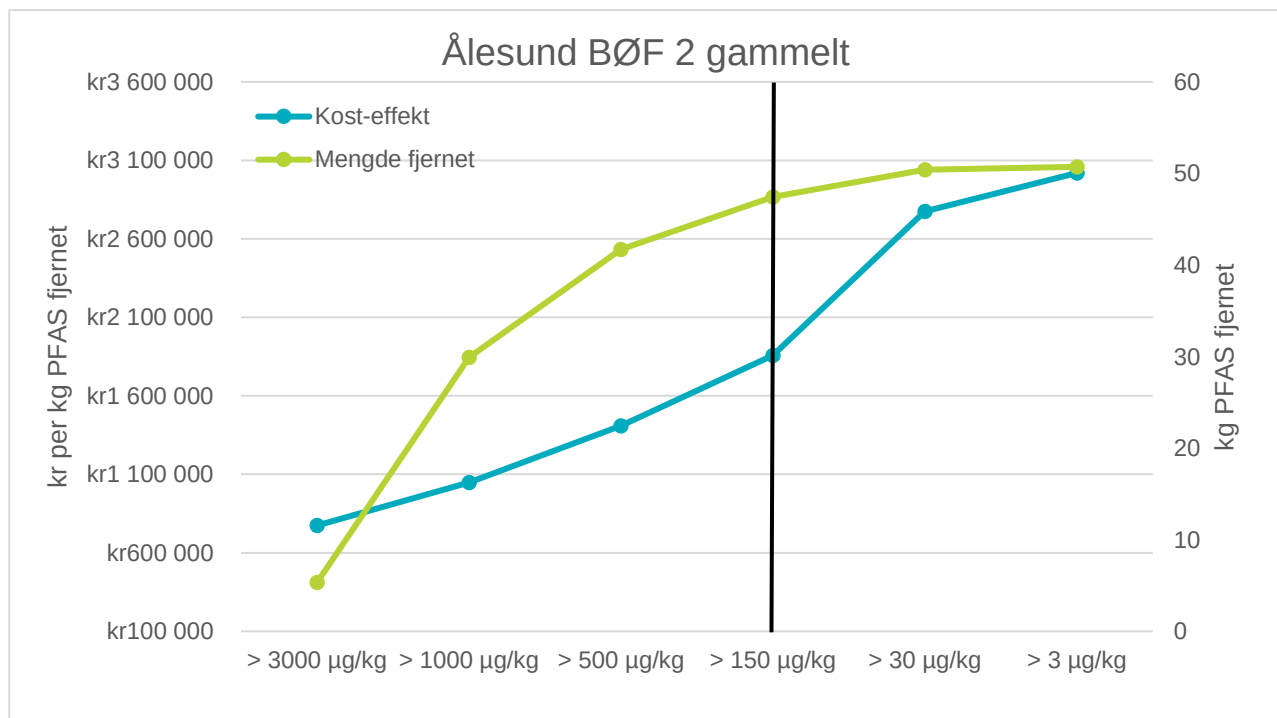
Tabell 20: Oversikt over mengder PFOS/ΣPFAS (kg), volum masser (m³), tiltakseffektivitet (g/m³), tiltakspris, pris for fjerning av all forurensning og kosteffekt (kroner per kg fjernet) over de ulike konsentrasjonsgrensene for fire av lokalitetene. Oppsummeringen for alle lokaliteter del 2 viser summen av mengder, volum og pris for fjerning for alle lokalitetene, samt gjennomsnittlig tiltakseffektivitet og kost/effekt. Resterende lokaliteter er vist i Vedlegg E.

Lufthavn og lokalitet	Enhet	Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	Oppsummering alle lokaliteter del 2 (n= 32)
Kommentar til beregningen		Lagt til PFAS og vannrensing	Lagt til vannrensing	Beregnet for PFAS (i del 1 av pålegget), lagt til kost. for aktiv	Lagt til vannrensing	Inkluderer tillagt PFAS for åtte lokaliteter
Mengde PFOS/ΣPFAS inkludert positiv usikkerhet	kg	223	131	20	55	869
Volum masser	m ³	75 849	181 920	26 684	10 610	1 495 542
Tiltakseffektivitet	g/m ³	2,9	0,7	0,8	5,2	0,7
Tiltakspris	kr/m ³	kr 2 313	kr 2 122	kr 2 161	kr 2 377	
Pris for fjerning av all PFOS/ΣPFAS	kr	kr 176 049 092	kr 387 615 626	kr 137 651 702	kr 25 821 024	kr 3 569 541 399
Kost/effekt	kr/kg	kr 789 727	kr 2 953 452	kr 6 841 655	kr 470 073	kr 16 584 383
Mengde PFOS/ΣPFAS > 3 µg/kg	kg	97	51	9,3	22	338
Volum masser	m ³	33 902	71 417	12 714	4 365	641 307
Vekt jord totalt i undersøkt volum	tonn	54 243	104 983	22 886	6 984	1 042 348
Tiltakseffektivitet	g/m ³	2,9	0,7	0,7	5,1	0,7
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Tiltakspris	kr/m ³	kr 2 313	kr 2 122	kr 2 161	kr 2 377	
Pris for fjerning	kr	kr 79 021 819	kr 153 178 018	kr 107 469 788	kr 10 977 397	kr 1 712 547 179
Kost/effekt	kr/kg	kr 810 634	kr 3 019 617	kr 11 506 807	kr 490 135	kr 20 402 690
Mengde PFOS/ΣPFAS > 30 µg/kg	kg	97	50	9,2	22	332
Volum masser	m ³	29 792	65 153	11 127	4 365	441 582
Tiltakseffektivitet	g/m ³	3,3	0,8	0,8	5,1	0,8
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	100 %	99 %	98 %	100 %	94 %
Tiltakspris	kr/m ³	kr 2 313	kr 2 122	kr 2 161	kr 2 377	
Pris for fjerning	kr	kr 69 514 032	kr 139 889 941	kr 104 039 278	kr 10 977 397	kr 1 279 537 818
Kost/effekt	kr/kg	kr 715 210	kr 2 774 701	kr 11 347 246	kr 490 135	kr 15 932 740

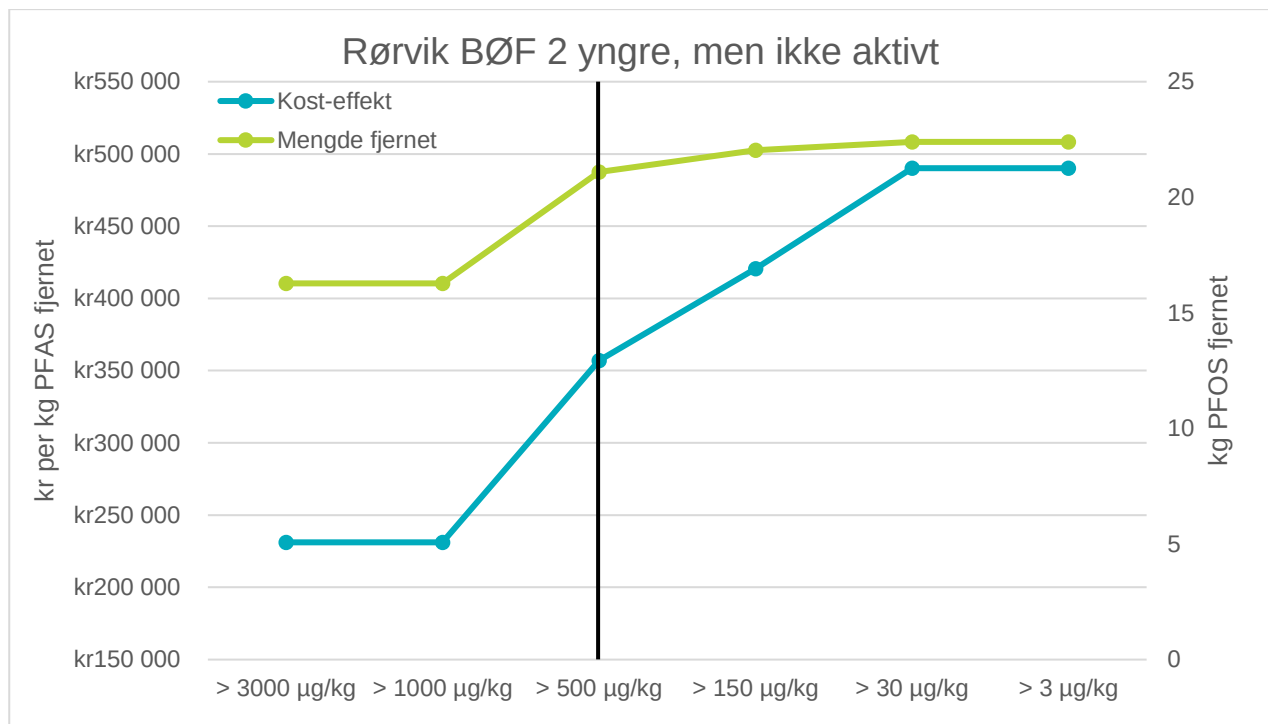
Lufthavn og lokalitet	Enhet	Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	Oppsummering alle lokaliteter del 2 (n=32)
Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	kg	96	47	8,9	22	310
Volum masser	m3	21 835	40 747	8 486	3 644	233 477
Tiltakseffektivitet	g/m3	4,4	1,2	1,0	6,0	1,2
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	98 %	94 %	95 %	98 %	78 %
Tiltakspris	kr/m3	kr 2 313	kr 2 122	kr 2 161	kr 2 377	
Pris for fjerning	kr	kr 51 110 614	kr 88 111 121	kr 98 335 229	kr 9 265 035	kr 756 949 224
Kost/effekt	kr/kg	kr 533 210	kr 1 857 336	kr 11 106 693	kr 420 582	kr 8 619 239
Mengde PFOS/ΣPFAS > 500 µg/kg	kg	94	42	6,9	21	257
Volum masser	m3	18 810	26 930	4 282	2 915	105 586
Tiltakseffektivitet	g/m3	5,0	1,5	1,6	7,2	1,9
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	97 %	82 %	74 %	94 %	57 %
Tiltakspris	kr/m3	kr 2 313	kr 2 122	kr 2 161	kr 2 377	
Pris for fjerning	kr	kr 44 113 440	kr 58 796 266	kr 89 252 092	kr 7 531 760	kr 398 490 171
Kost/effekt	kr/kg	kr 467 916	kr 1 409 705	kr 12 892 707	kr 356 957	kr 12 731 414
Mengde PFOS/ΣPFAS > 1000 µg/kg	kg	91	30	4,6	16	204
Volum masser	m3	16 261	14 001	1 698	1 329	51 702
Tiltakseffektivitet	g/m3	5,6	2,1	2,7	12,2	3,3
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	94 %	59 %	50 %	73 %	52 %
Tiltakspris	kr/m3	kr 2 313	kr 2 122	kr 2 161	kr 2 377	
Pris for fjerning	kr	kr 38 216 598	kr 31 367 888	kr 83 669 250	kr 3 761 950	kr 277 555 883
Kost/effekt	kr/kg	kr 419 202	kr 1 048 489	kr 18 068 565	kr 231 147	kr 25 437 273
Mengde PFOS/ΣPFAS > 3000 µg/kg	kg	68	5,3	1,4	16	115
Volum masser	m3	8 680	1 158	284	1 329	14 843
Tiltakseffektivitet	g/m3	7,8	4,6	4,9	12,2	6,8
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	70 %	10 %	15 %	73 %	40 %
Tiltakspris	kr/m3	kr 2 313	kr 2 122	kr 2 161	kr 2 377	
Pris for fjerning	kr	kr 20 681 046	kr 4 121 539	kr 80 613 378	kr 3 761 950	kr 117 383 669
Kost/effekt	kr/kg	kr 304 098	kr 773 846	kr 58 171 675	kr 231 147	kr 6 196 491



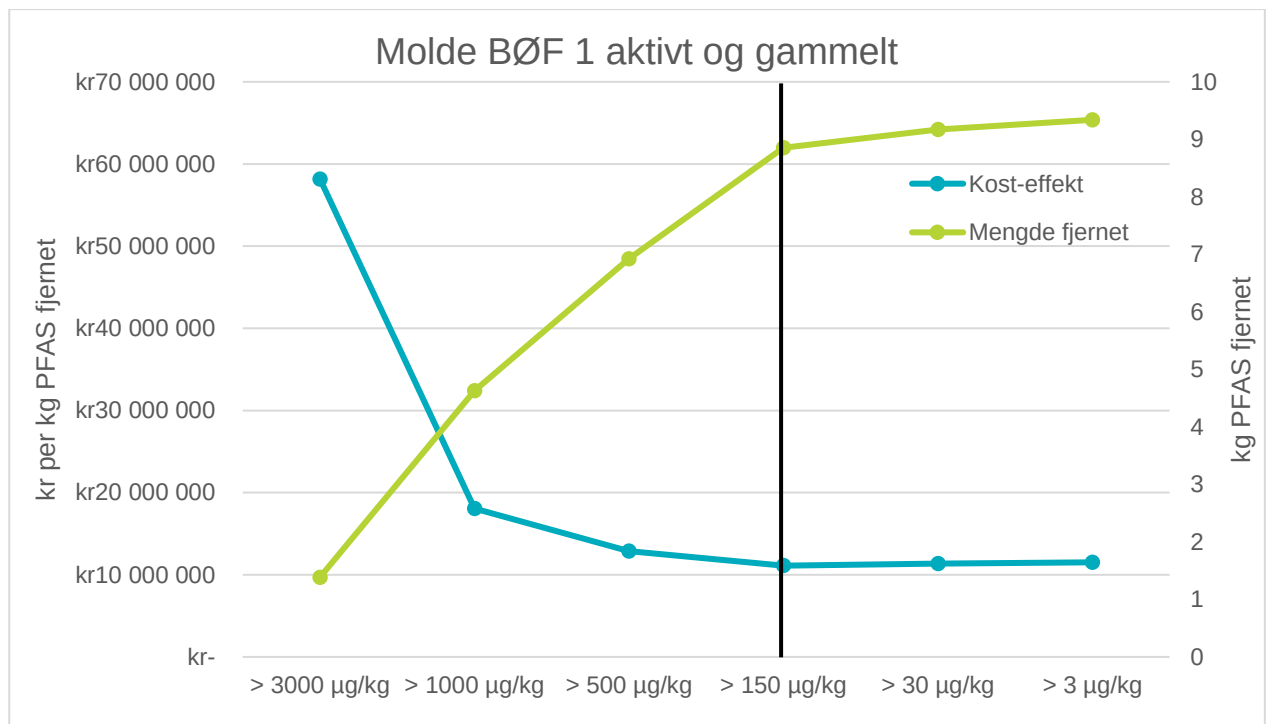
Figur 17: Kostnad per kg PFAS fjernet (kr) og mengde PFAS fjernet (kg) ved de ulike konsentrasjonsgrensene for Tromsø BØF 2. Tiltaksgrensen er markert med sort strek.



Figur 18: Kostnad per kg PFAS fjernet (kr) og mengde PFAS fjernet (kg) ved de ulike konsentrasjonsgrensene for Ålesund BØF 2. Tiltaksgrensen er markert med sort strek.



Figur 19: Kostnad per kg PFAS fjernet (kr) og mengde PFAS fjernet (kg) ved de ulike konsentrasjonsgrensene for Rørвик BØF 2.



Figur 20: Kostnad per kg PFAS fjernet (kr) og mengde PFAS fjernet (kg) ved de ulike konsentrasjonsgrensene for Molde BØF 1.

3.2.5 Prioriteringsrekkefølge

Prioriteringsrekkefølge basert på estimert kostnad per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet ved tiltak i undersøkt volum på PFAS-forurensede lokaliteter ved Avinors lufthavner er vist i Tabell 21.

Det er kun tre lokaliteter (Lakselv BØF 3, Stavanger BØF 2 og Røros BØF 1) som på bakgrunn av kartleggingsgrunnlaget antas å være egnet for tiltaksmetoden «pump and treat». Det er som beskrevet i kap. 3.2.2.1 høy usikkerhet ved de beregnede mengdene Σ PFAS i grunnvannet. Usikkerheten for beregninger av kostnader for gjennomføring av tiltak med «pump and treat», vil følgelig også være høy. Andelen av PFAS-forurensning i grunnvann av total mengde (i jord og grunnvann) ved de aktuelle lokalitetene er beregnet å være ca. 8 % for Lakselv BØF 3, ca. 23 % for Røros lufthavn, og for Stavanger BØF 2 i jord i mettet sone og grunnvann ca. 56 % av total beregnet mengde ved lokaliteten. Kun for Stavanger BØF 2 vil tiltak i mettet sone alene kunne gi en betydelig tiltakseffekt sammenlignet med oppgraving og ekstern deponering eller tildekking. På grunn av den høye usikkerheten er imidlertid ikke kostnadsberegningen for «pump and treat» direkte sammenliknbar med tildekking og oppgraving med ekstern deponering. På bakgrunn av dette, samt for mest mulig sammenliknbar kost/nytte-vurdering mellom ulike lokaliteter og tiltaksomfang, er det i prioriteringsrekkefølgen lagt til grunn tildekking og oppgraving med ekstern deponering for PFAS-forurensede masser som tiltaksmetoder. Kostnader for «pump and treat» og kombinasjonstiltak («pump and treat» og tildekking) er et mulighetsstudie der det grovt skisserer kostnader, disse er inkludert i Tabell 21.

Lokaliteten med lavest kostnad per kg PFOS/ Σ PFAS fjernet, og høyest prioritering for tiltak, er Rørvik BØF 2, etterfulgt av Kristiansund BØF B og Tromsø BØF 2. Tromsø BØF 2 er den lokaliteten med den største mengden PFOS/ Σ PFAS fjernet (96 kg) av alle, og på grunn av relativt stort volum masser (22 000 m³) vil totale kostnader for tiltak også være relativt høye.

Figur 21 viser lokalitetene i prioritert rekkefølge (som vist i Tabell 21) med mengde PFOS/ Σ PFAS fjernet, akkumulert mengde fjernet og akkumulert kostnad for tiltak (usikkerhet for mengde er ikke vist i figuren). Ved å gjøre tiltak ved de ti lokalitetene med høyest prioritering vil totalt beregnet mengde fjernet være ca. 192 kg, med en total kostnad på ca. 137 MNOK, ca. 700 000 kr per kg Σ PFAS fjernet. Ved å rangere lokalitetene i rekkefølge etter størst forventet mengde fjernet, vil til sammenligning de sju øverste lokalitetene på listen (alle med mengder over 10 kg) ha 242 kg, men total kostnad for tiltak på disse vil være ca. 400 MNOK, ca. 1,65 MNOK per kg Σ PFAS fjernet.

Kurven for akkumulert mengde fjernet stiger relativt bratt fra lokalitet nr. 1 (Rørvik BØF 2) til lokalitet nr. 12 (Ålesund BØF 2) i prioriteringsrekkefølgen. Etter lokalitet nr. 12 er total mengde fjernet 242 kg, og kurven flater ut før den gjør et mindre sprang fra lokalitet nr. 16 til 17 (henholdsvis Røst BØF 1 og Kirkenes BØF 1). Etter lokalitet nr. 17 er total mengde fjernet 271 kg, og kurven flater igjen ut. Da er det 37 kg fordelt på de resterende 15 lokalitetene.

Kurven for akkumulert kostnad for tiltak gjør et lite sprang mellom lokalitet nr. 11 og 12 (Sørkjosen BØF 1 og Ålesund BØF 2), og på samme måte som kurven for akkumulert mengde, mellom lokalitet nr. 16 og 17 i prioriteringsrekkefølgen. Akkumulert kostnad etter lokalitet nr. 12 er på 230 MNOK, og stiger jevnt frem til lokalitet nr. 16. Etter lokalitet nr. 17 flater den på ny ut på ca. 400 MNOK, frem til den igjen gjør et betydelig sprang fra lokalitet nr. 27 på listen, og total kostnad fordobles fra ca. 450 MNOK til 850 MNOK fordelt på de siste fem lokalitetene i rekken (nr. 28 til 32).

For alle lokalitetene i rekkefølgen kan det være forhold som ikke er vurdert og som kan føre til at prisen på opprydding vil endres. Dette gjelder for eksempel usikkerhet i beregningene av mengde, og avstand til rullebane. Rørvik BØF 2 og Tromsø BØF 2 er mindre enn 40 meter fra rullebanens ytterkant, og Kristiansund BØF B er mellom 60-120 meter fra rullebanen.

For lokaliteter som har høy prioritering for tiltak, men har høy usikkerhet for beregningene av mengde, kan bedre kartlegging og avgrensning av forurensningen føre til endringer i beregnet mengde i grunnen, tiltaksgrense, pris per kg fjernet og totale kostnader for tiltak.

Det presiseres at andre tiltaksmetoder enn gravetiltak med ekstern deponering og tildekking, evt. kombinasjon av tiltak kan være aktuelle løsninger. Ny og bedre egnet teknologi for tiltak kan komme på markedet, eller noen type tiltaksmetoder som på nåværende tidspunkt er «pilot» kan komme «i bruk». Ved å gjøre en bedre kartlegging av grunnvann- og grunnvannsforurensning, for eksempel for Lakselv BØF 3, Stavanger BØF 2 og Røros lufthavn som har påvist relativt høye konsentrasjoner av Σ PFAS i grunnvannsprøver, vil det kunne redusere usikkerhet i beregningene av mengder i grunnvann og kostnader for tiltak slik at det kan utføres prioritering basert på denne metoden eller kombinasjon av andre tiltak med denne.

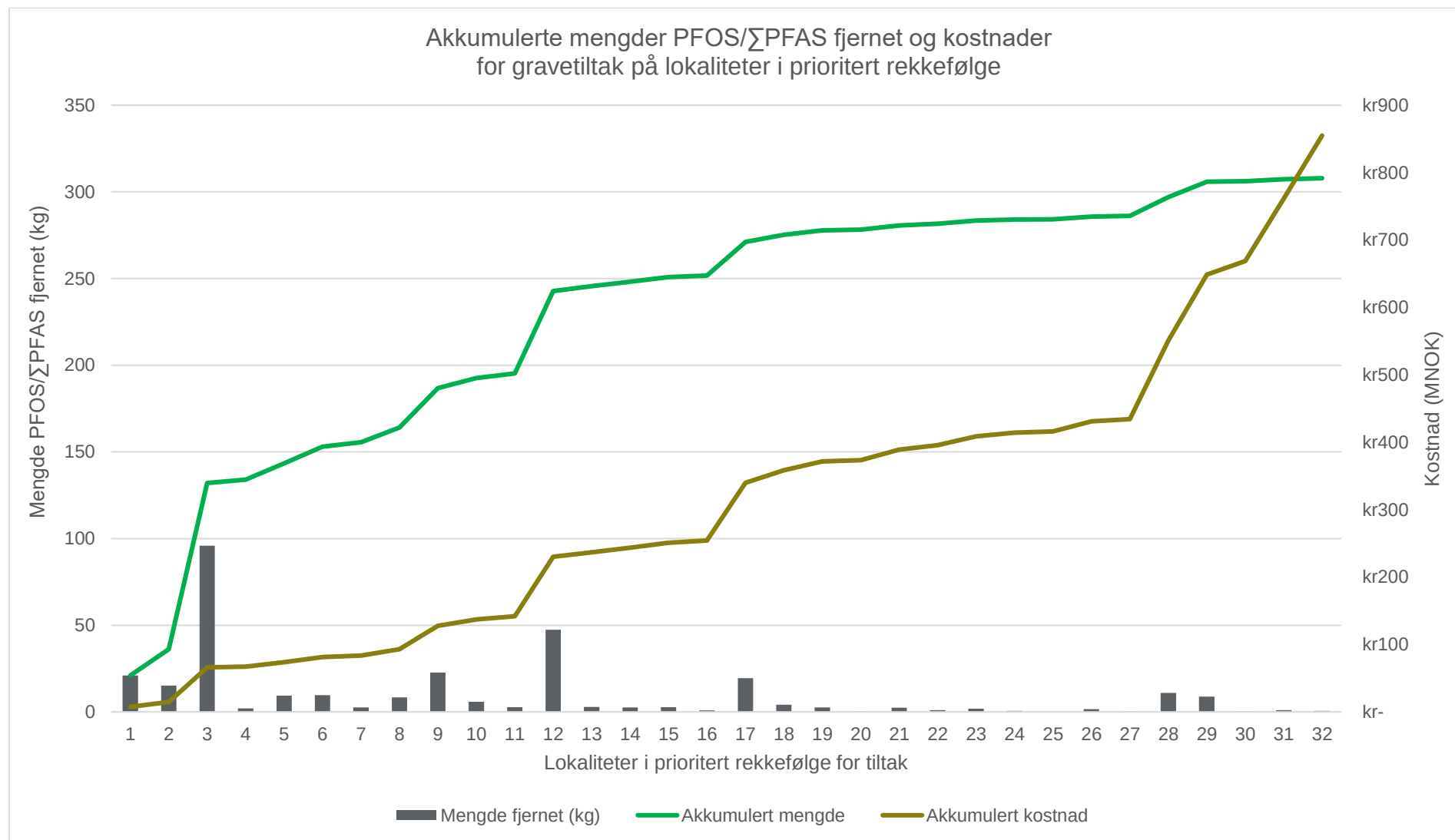
Tabell 21: Prioriteringsrekkefølge basert på kostnad per kg PFOS/ΣPFAS fjernet ved gravetiltak eller tildekkingstiltak ved de tiltaksgrenser som er satt, og for PFAS-forurensede lokaliteter ved Avinors lufthavner. Tiltaket «pump and treat» eller tiltak i kombinasjon med dette er ikke en del av prioriteringen.

Prioritet	Lufthavn og lokalitet	Total mengde PFOS/ΣPFAS i jord (kg)	Tiltakstype	Tiltaksgrense	Mengde fjernet (kg)	Fjernet andel av total mengde PFOS/ΣPFAS i jord (kg)	Kostnad (NOK)	Kostnad per kg PFOS/ΣPFAS fjernet (NOK)
1	Rørvik lufthavn Ryum – BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 500 µg/kg	21	94 %	kr 7 531 760	kr 356 957
2	Kristiansund lufthavn Kvernberget – BØF B (gammelt)	17	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 500 µg/kg	15	88 %	kr 7 294 081	kr 481 846
3	Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	97	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	96	98 %	kr 51 110 614	kr 533 210
4	Narvik lufthavn Framnes – BØF nord (ikke aktivt) og fylling	3,2	Tildekking	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,1	67 %	kr 1 244 716	kr 584 483
			Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,1	67 %	kr 6 449 347	kr 3 028 427
5	Bergen lufthavn Flesland – BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	9,4	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	9,4	100 %	kr 6 656 301	kr 707 037
6	Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	10	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	10	96 %	kr 7 521 908	kr 778 876
7	Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt) 4,5 og 5,7	4,5	Tildekking	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,5	56 %	kr 2 163 092	kr 850 985
			Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,5	56 %	kr 12 024 042	kr 4 730 395
		5,7*	Pump and treat og tildekking		5*	88 %*	kr 12 140 592	kr 2 413 637
8	Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	9,4	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	8,4	90 %	kr 9 553 281	kr 1 132 313
9	Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	24	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	23	96 %	kr 34 657 373	kr 1 525 122
10	Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	6,1	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	5,8	95 %	kr 9 287 603	kr 1 596 612
11	Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	2,8	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,7	99 %	kr 4 980 900	kr 1 817 672
12	Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	51	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	47	94 %	kr 88 111 121	kr 1 857 336

Prioritet	Lufthavn og lokalitet	Total mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	Tiltakstype	Tiltaksgrense	Mengde fjernet (kg)	Fjernet andel av total mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	Kostnad (NOK)	Kostnad per kg PFOS/ΣPFAS fjernet (NOK)
13	Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	3,2	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,8	88 %	kr 6 477 516	kr 2 315 714
14	Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	3,1	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,6	82 %	kr 6 862 373	kr 2 656 722
15	Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	3,4	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,7	81 %	kr 7 303 552	kr 2 677 224
16	Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	1,0	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	0,8	82 %	kr 3 572 446	kr 4 396 752
17	Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - BØF 1 (gammelt)	21	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	19	94 %	kr 85 723 776	kr 4 422 371
18	Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	5,4	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	4,1	77 %	kr 18 554 370	kr 4 475 194
		6,8*	Pump and treat og tildekking		5,9*	87 %*	kr 4 518 140	kr 765 497
19	Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3,8	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,6	70 %	kr 12 908 080	kr 4 891 245
20	Svolvær lufthavn Helle - BØF B (ikke aktivt)	0,5	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	0,3	67 %	kr 1 994 424	kr 6 090 298
21	Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	4,5	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	2,4	53 %	kr 15 547 282	kr 6 534 280
22	Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2,5	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	1,0	40 %	kr 6 633 500	kr 6 617 077
23	Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	2,1	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	1,9	88 %	kr 13 056 506	kr 6 986 301
24	Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,1	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	0,6	53 %	kr 5 334 372	kr 9 006 187
25	Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,6	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	0,1	23 %	kr 1 829 760	kr 9 647 867
26	Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	0,8	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	0,2	23 %	kr 1 829 760	kr 9 647 867
27	Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	1,6	53 %	kr 15 134 422	kr 9 701 972

Prioritet	Lufthavn og lokalitet	Total mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	Tiltakstype	Tiltaksgrense	Mengde fjernet (kg)	Fjernet andel av total mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	Kostnad (NOK)	Kostnad per kg PFOS/ΣPFAS fjernet (NOK)
28	Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	13	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	11	84 %	kr 116 347 940	kr 10 472 890
		14*	Pump and treat og tildekking		12*	86 %*	kr 5 435 910	kr 449 249
29	Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	8,9	95 %	kr 98 335 229	kr 11 106 693
30	Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - Driftsområdet	1,0	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 30 µg/kg	0,3	33 %	kr 20 026 739	kr 62 360 037
31	Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	1,1	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 30 µg/kg	1,1	95 %	kr 91 977 436	kr 85 045 636
32	Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	0,7	Graving og deponering	Mengde PFOS/ΣPFAS > 30 µg/kg	0,6	96 %	kr 94 202 831	kr 150 261 580

* For «pump and treat» og tildekking ved Røros BØF 1, Stavanger BØF 2 og Lakselv BØF 3 er det oppgitt beregnet total mengde i jord og grunnvann, fjernet mengde i jord og grunnvann og fjernet andel av total mengde PFOS/ΣPFAS i jord og grunnvann.



Figur 21: Lokaliteter ved Avinors lufthavner i prioritert rekkefølge (Tabell 21) med mengde PFOS/ Σ PFAS fjernet (kg), akkumulert mengde fjernet (kg) og akkumulert kostnad (kroner).

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

4 Referanser

- [1] Miljødirektoratet, «Pålegg om samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner,» Miljødirektoratet, 2018.
- [2] Norconsult, «Rapportering for del 3 av Miljødirektoratet pålegg: "Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner" - rapportnummer: 5185352-Miljø03-D02,» Avinor, 2019.
- [3] Miljødirektoratet, «Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn,» Miljødirektoratet, 1999.
- [4] Sweco, «Miljøprosjektet - DP2, Miljøtekniske grunnundersøkelser ved Avinors lufthavner - Rapport nr 168180-1,» Avinor, 2012.
- [5] Norconsult, «Prøveinnsamling av fisk for analyse av PFAS - Fagernes lufthavn Leirin - rapport nr 5176193-03-J05,» Avinor, 2017a.
- [6] Norconsult, «Prøveinnsamling av fisk for analyser av PFAS - Narvik lufthavn Framnes - rapport 5175350-02-J04,» Avinor, 2017b.
- [7] Norconsult, «Analyser av PFAS i overflatevann og fisk ved Sogndal lufthavn høsten 2016 - notatnr. 5154075-1-J02,» Avinor, 2016.
- [8] Rambøll, «Narvik lufthavn, Framnes, forurenset grunn revidert datarapport - Rapport nr. M-Rap-002-1350021368,» Avinor, 2018a.
- [9] Rambøll, «Narvik lufthavn, Framnes, tiltaksplan for planlagte arbeider høsten 2017 - rapport nr. M-Rap-003-1350021368,» Avinor, 2017.
- [10] Rambøll, «Narvik lufthavn, Framnes, sluttrapport for gjennomførte arbeider høst 2017/vinter 2018 - rapport nr. M-Rap-004-1350021368,» Avinor, 2018b.
- [11] EFSA, «European Food Safety Authority,» 13 Desember 2018a. [Internett]. Available: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5194>.
- [12] EFSA, «European Food Safety Authority - Contaminants update: first of two opinions on PFAS in food,» 2018b. [Internett]. Available: <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/181213>.
- [13] Finansdepartementet, «Felles begrepsapparat KS 2 - Kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjekteralternativ. Versjon 1.1,» 2008.
- [14] NIBIO, «Metodeutvikling for bruk av biota i risikovurdering av PFAS forurensede lokaliteter,» i *PFAS-forurensning i grunnen - Oppsummering fra workshop 26.11.15*, 2015.
- [15] A. M. Nordskog, «Leaching of PFCs from soil polluted by firefighting activities,» Universitetet i Oslo, 2013.
- [16] I. H. Nygård, «Perfluoroktylsulfonat (PFOS) sin transport og binding i grunnvannets fluktuasjonssone og kapillærsone,» Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 2017.

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

5 Vedlegg

Alle vedleggene A-E er i et separat dokument på grunn av størrelse. Her følger en oversikt:

Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1

Vedlegg B - Norgeskart med beregnede mengder PFOS/ Σ PFAS i jord

Vedlegg C- Tiltaksmetoder

Vedlegg D - Vurdering av lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene «pump and treat» og tildekking/avskjerming

Vedlegg E – Tiltaksgrenser

Rapportering for del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg: «Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner»

VEDLEGG A-D

Vedlegg A - Rapporteringsskjemaer for del 1

Vedlegg B - Norgeskart med beregnede mengder PFOS/ΣPFAS i jord

Vedlegg C- Tiltaksmetoder

Vedlegg D - Vurdering av lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene «pump and treat» og tildekking/avskjerming

Vedlegg E – Tiltaksgrenser

VEDLEGG A - Rapporteringsskjemaer

- 1 - Alta Lufthavn – s. 1-11
- 2 - Bergen lufthavn – s. 12-28
- 3 – Berlevåg lufthavn – s. 29-36
- 4 – Brønnøysund lufthavn – s. 37-42
- 5 – Båtsfjord lufthavn – s. 43-50
- 6 – Fagernes lufthavn – s. 51-60
- 7 – Florø lufthavn – s. 61-73
- 8 – Førde lufthavn – s. 74-81
- 9 – Hammerfest lufthavn – s. 82-94
- 10 – Hasvik lufthavn – s. 95-102
- 11 – Haugesund lufthavn – s. 103-118
- 12 – Honningsvåg lufthavn – s. 119-126
- 13 – Kirkenes lufthavn – s. 127-141
- 14 – Kristiansund lufthavn – s. 142-156
- 15 – Lakselv lufthavn – s. 157-166
- 16 – Leknes lufthavn – s. 167-177
- 17 – Mehamn lufthavn – s. 178-185
- 18 – Mo i Rana lufthavn – s. 186-193
- 19 – Molde lufthavn – s. 194-207
- 20 - Mosjøen lufthavn – s. 208-218
- 21 – Namsos lufthavn – s. 219-226
- 22 – Narvik lufthavn – s. 227-243
- 23 – Røros lufthavn – s. 244-254
- 24 – Rørвик lufthavn – s. 255-265
- 25 – Røst lufthavn – s. 266-278
- 26 – Sandane lufthavn – s. 279-288
- 27 – Sandnessjøen lufthavn – s. 289-298
- 28 – Sogndal lufthavn – s. 299-311

- 29 – Stavanger lufthavn – s. 312-322
- 30 – Stokmarknes lufthavn – s. 323-327
- 31 – Svolvær lufthavn – s. 328-337
- 32 – Sørkjosen lufthavn – s. 338-350
- 33 – Tromsø lufthavn – s. 351-369
- 34 – Trondheim lufthavn – s. 370-377
- 35 – Vadsø lufthavn – s. 378-387
- 36 – Vardø lufthavn – s. 388-399
- 37 – Værøy lufthavn og Værøy helikopterhavn – s. 400-407
- 38 – Ørsta/Volda lufthavn – s. 408-416
- 39 – Ålesund lufthavn – s. 417-435

1 Alta lufthavn



Alta lufthavn
(ENAT)

Oversiktskart inkl.
brannøvingsfelt

Jord og sediment

PFOS/PFOA jord (ug/kg)*

■ <100 (normverdi)
■ 100-250
■ 250-6700
■ >6700

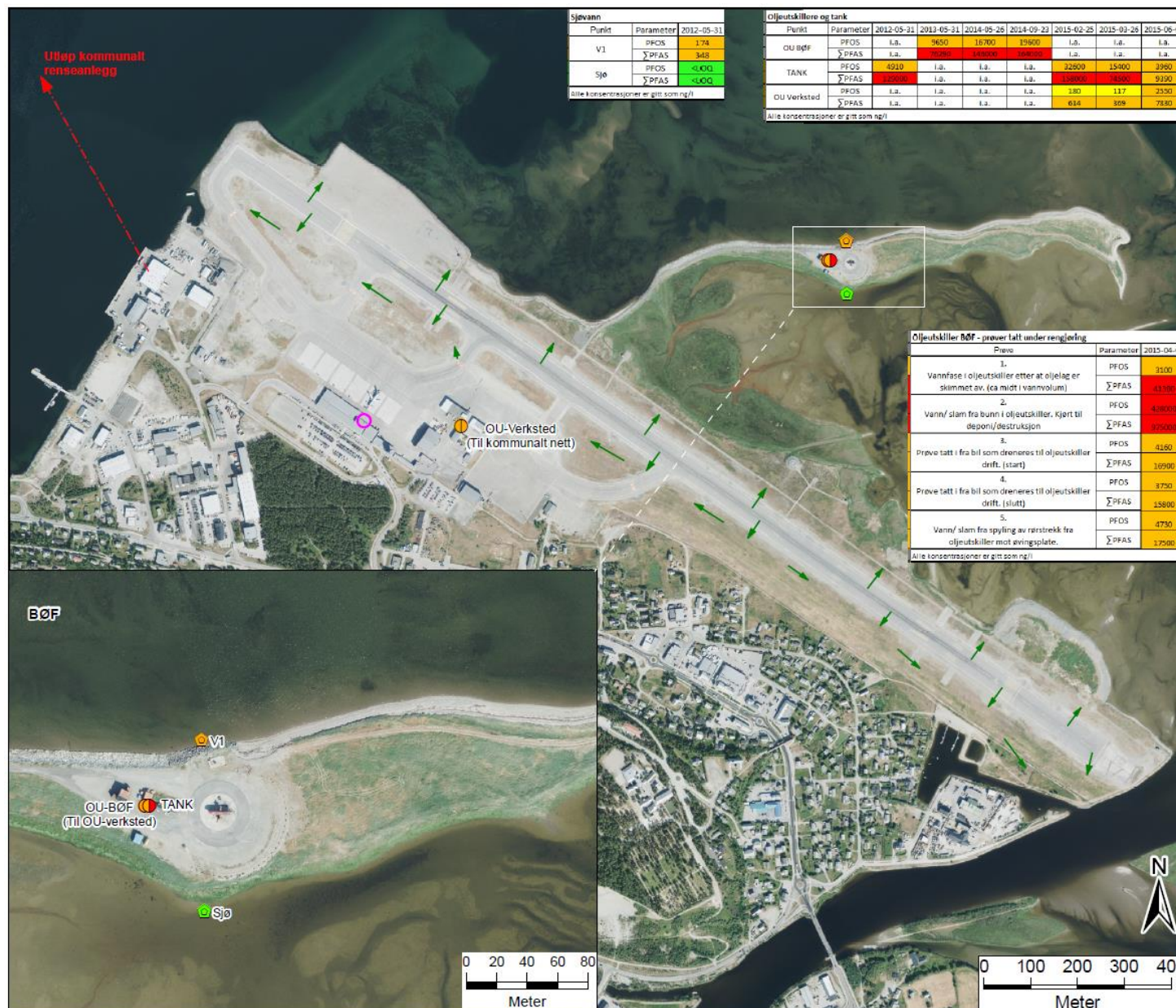
□ Ikke analysert

PFOS sediment marint (ug/kg)

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

* PFOS er dominerende parameter

AVINOR COWI
SWECO



Alta lufthavn
(ENAT)

Oversiktskart inkl.
brannøvingsfelt

Vann

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊖ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS sjøvann (ng/l) **

⊖ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-23

23-7 200

>7 200

Avløpsledning

Avløp annet

Spillvann

Pumpespillvannsledning

Overvann

Glykolholdig spillvann

Glykolholdig overvann

Drensvann

Avløp felles

Avrenning

Deponi glykolforurensset sne

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

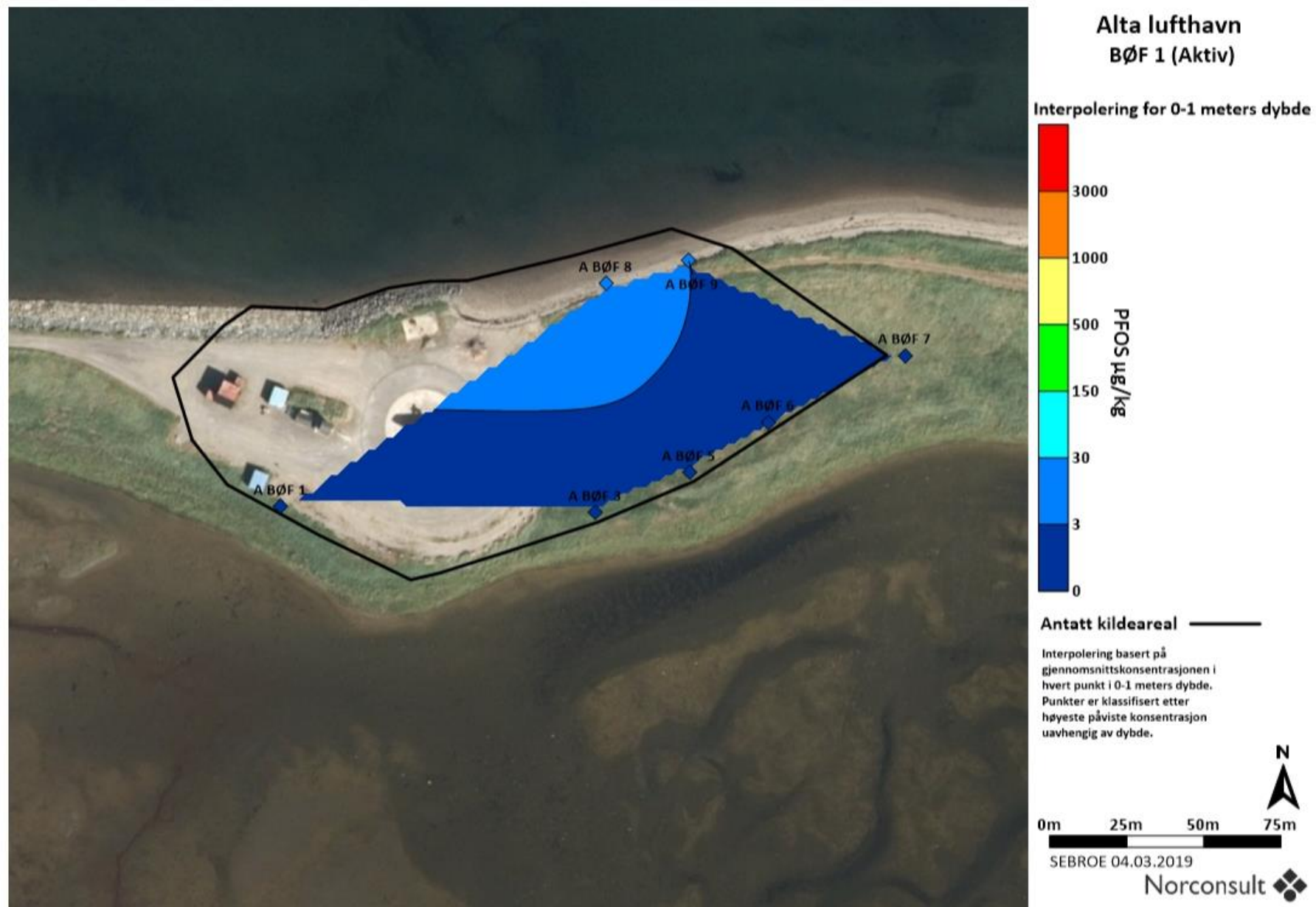
Overvannssystem

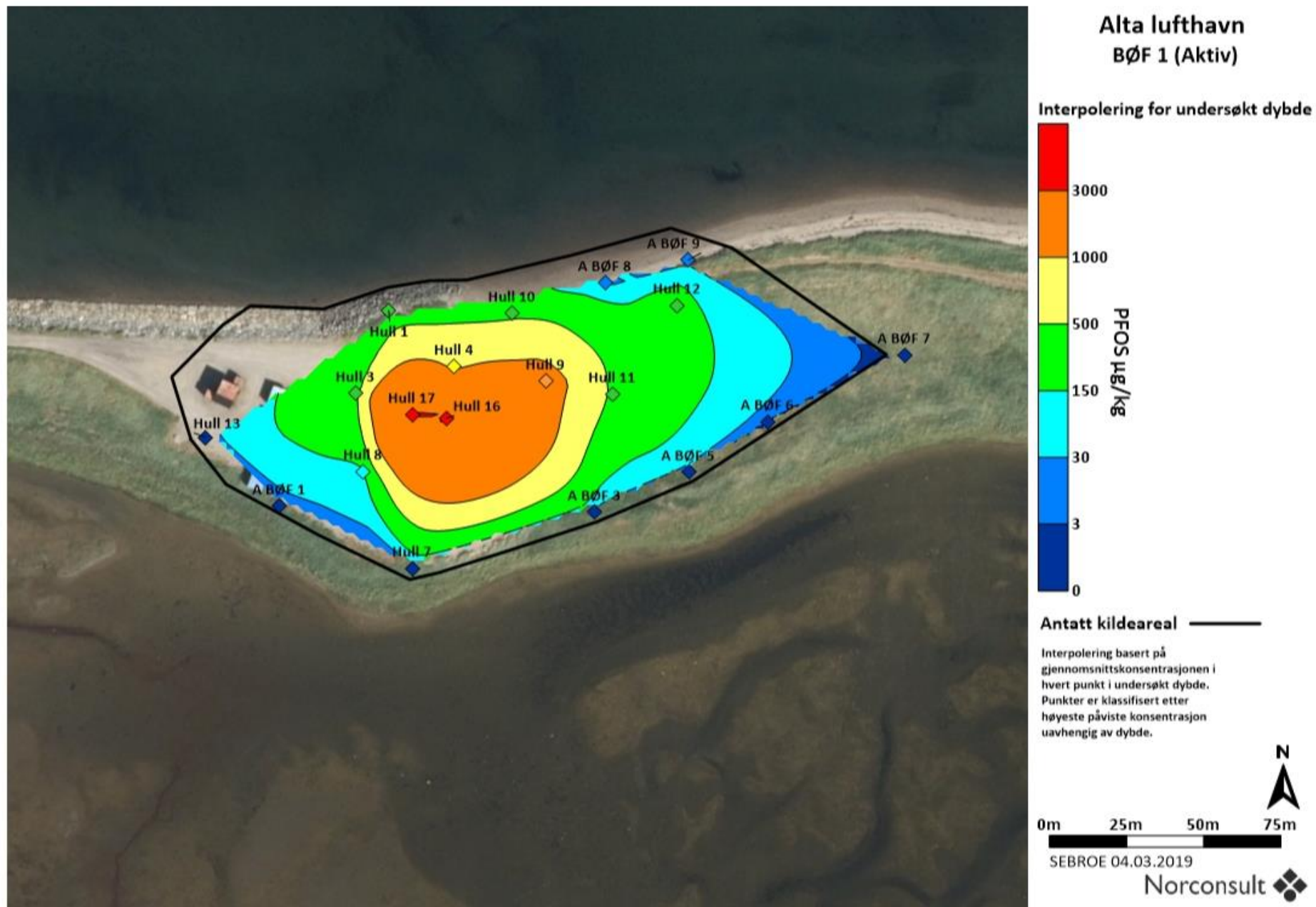
Vannskille rullebane

Antatt avrenningsveg baneavising

i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense





1.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (aktivt)
	Feltet har vært brukt siden 1968. Det ble etablert asfalt rundt betongplata i 2010. Avinor har besluttet at det aktive brannøvingsfeltet på Alta skal stenges etter øvingssesongen 2019.

1.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

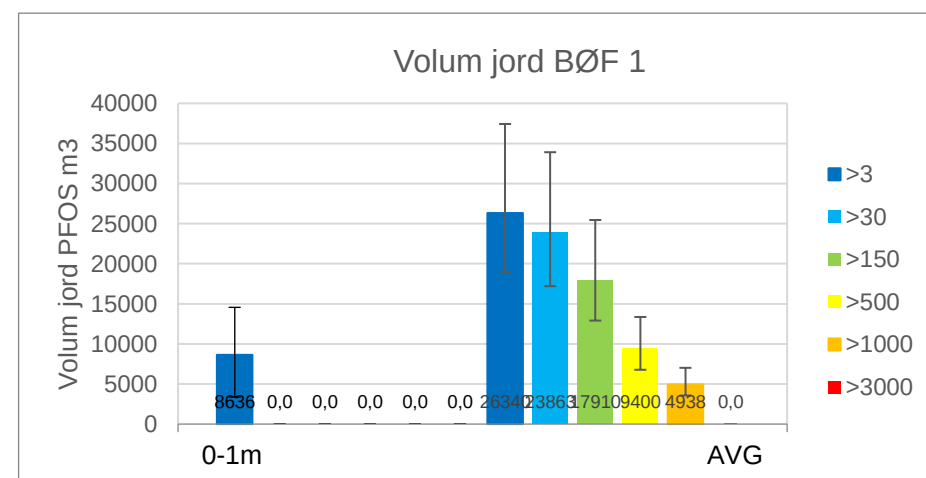
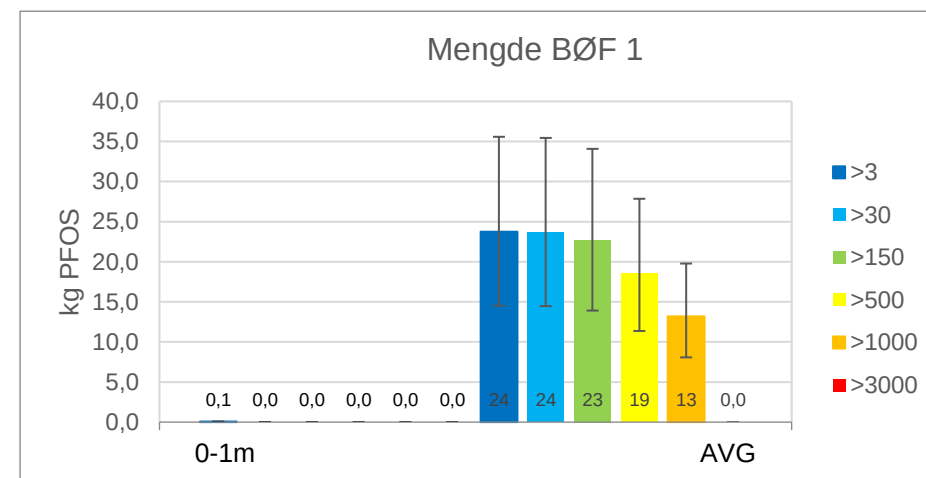
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	900
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 1978 til og med 2001.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	150
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 2002-2012. Avinor har ikke benyttet PFAS-holdig skum på sine lufthavner etter 2012.

1.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	18
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	En prøve fra dypereliggende masser er blandprøve fra H16 og H17. De sju prøver av toppjord er tatt på mellom 10 og 20 cm dybde, resterende prøver er i varierende dybder innenfor 100-230 cm.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	7
Antall jordprøver under 1 m	11
Kommentar/usikkerhet	Området ligger på elveavsetninger, og består i hovedsak av sandige masser.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	3130
Hvor	Blandprøve hull 16 og 17
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	3143,9
Hvor	Blandprøve hull 16 og 17
Kommentar/usikkerhet	Prøven «blandprøve hull 16 og 17» er kun analysert for PFOS og PFOA. Totalt to prøver er analysert for 11 PFAS forbindelser. Det er ikke påvist andre forbindelser enn PFOS i disse to.

1.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	563
Areal (m2)	11452
Mengde jord (tonn)	42143
Mengde PFOS (kg)	24
Usikkerhet -	9,2
Usikkerhet +	12
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	619
Areal (m2)	10375
Mengde jord (tonn)	38180
Mengde PFOS (kg)	24
Usikkerhet -	9,2
Usikkerhet +	12
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	793
Areal (m2)	7787
Mengde jord (tonn)	28656
Mengde PFOS (kg)	23
Usikkerhet -	8,8
Usikkerhet +	11
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1235
Areal (m2)	4087
Mengde jord (tonn)	15040
Mengde PFOS (kg)	19
Usikkerhet -	7,2
Usikkerhet +	9,3



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1669
Areal (m2)	2147
Mengde jord (tonn)	7901
Mengde PFOS (kg)	13
Usikkerhet -	5,1
Usikkerhet +	6,6
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	I risikorapporten fra 2016 er det beregnet en restmengde på 20 ± 7 kg PFOS i jorden. Det er benyttet et kildeområde på $11\,000 \pm 500$ m ² , og en dybde på $2 \pm 0,4$ meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	BØF ligger på Naustneset som er en tange/halvøy som går ut i Altafjorden. Ved BØF er tangen på det bredeste 100 meter, slik at i nord og sør er løsmassene på land avgrenset av sjø. Ytterpunkt mot øst og sørøst er overflateprøver (A BØF 3, 5, 6 og 7) som ikke har påvist PFOS. Ytterpunkt mot sør (Hull 7 i 150-170 cm) og mot vest (Hull 13 i 160-180 cm og overflateprøve A BØF 1) har heller ikke påvist PFOS. Mot nord er det ikke avgrenset.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. BØF ligger ca. 2,5 moh. Det er tatt prøver i masser fra grunnvannsdyp som ligger mellom 1,5-2 m (vist i Rambøll sin rapport fra 2011 som er vedlagt DP2 rapporten). De høyeste konsentrasjonene er i de dypeste prøveintervallene. Konsentrasjonene antas å avta med dybde under grunnvannsspeil.
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke satt ned grunnvannsbrønner så konsentrasjon av PFOS/PFAS i grunnvannet er ikke kjent.

1.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	I sjøvann på stranda og i lagune, oljeutskillerer og tankanlegg.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Ikke prøvetatt
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	Ikke prøvetatt
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	174
Hvor	Sjøvann fra et manuelt gravd hull i sanden på strand mot fjord, V1
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	348
Hvor	Sjøvann fra et manuelt gravd hull i sanden på strand mot fjord, V1
Kommentar/usikkerhet	Vannprøvene er analysert for 11 PFAS-forbindelser. Påvist innhold av PFAS i sjøvann i hullet som er gravd på stranden kan skyldes mobilisering ved graving i forurenset sand, og/eller partikler i vannprøven. Det ble ikke påvist PFAS i sjøvann i lagune sør for BØF. På brannøvingsfeltet ledes alt vann (brannskum, regnvann, etc.) via oljeutskiller til en tett tank på ca. 12 m3. Denne tømmes av sugebil etter hver øvelse, samt ved behov. Innholdet i tanken tømmes via enda en oljeutskiller i verkstedet, og ledes deretter til kommunalt nett og derfra ut i Bukta i Altafjorden vest for lufthavnen. Vannprøver fra oljeutskiller anses ikke som representative for overvann i området. I prøver tatt i perioden mai 2013 til april 2015 er konsentrasjoner av PFOS i vannprøvene fra oljeutskiller på BØF mellom 9650-32780 ng/l, og for PFAS mellom 74869-164000 ng/l. Avinor har ikke benyttet PFAS-holdig skum på sine lufthavner etter 2012, og oljeutskillerer tømmes og rengjøres en gang i året (med mindre de produserer < 1kg olje i løpet av året), evt oftere ved behov. Etter en grundig rengjøring av oljeutskilleren i 2015, har konsentrasjonene gradvis gått ned. I perioden juni 2015 til oktober 2017 er gjennomsnitt av PFOS i 11 prøver på 5239 ng/l og PFAS på 33218 ng/l. I seks prøver fra 2018 er gjennomsnitt PFOS på 2133 ng/l og PFAS på 6417 ng/l. Det analyseres fra 2017 på 23 PFAS forbindelser, slik at resultatene er ikke direkte sammenlignbare med tidligere år.

Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	200-400
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet (0,58)*
Til hvilken resipient	Altafjorden og Altaelvas delta ved Rafsbotn, og kommunalt nett*
Beregnet fra vann eller jordkons.	Jordkonsentrasjon, vannkonsentrasjon*
	*Avinor har beregnet spredning via oljeutskiller til kommunalt nett for 2018. Grensen for utslipp er 3 g (fra i brev til fylkesmannen i Troms og Finnmark den 8.2.19).

1.6 Biotaprøvetaking

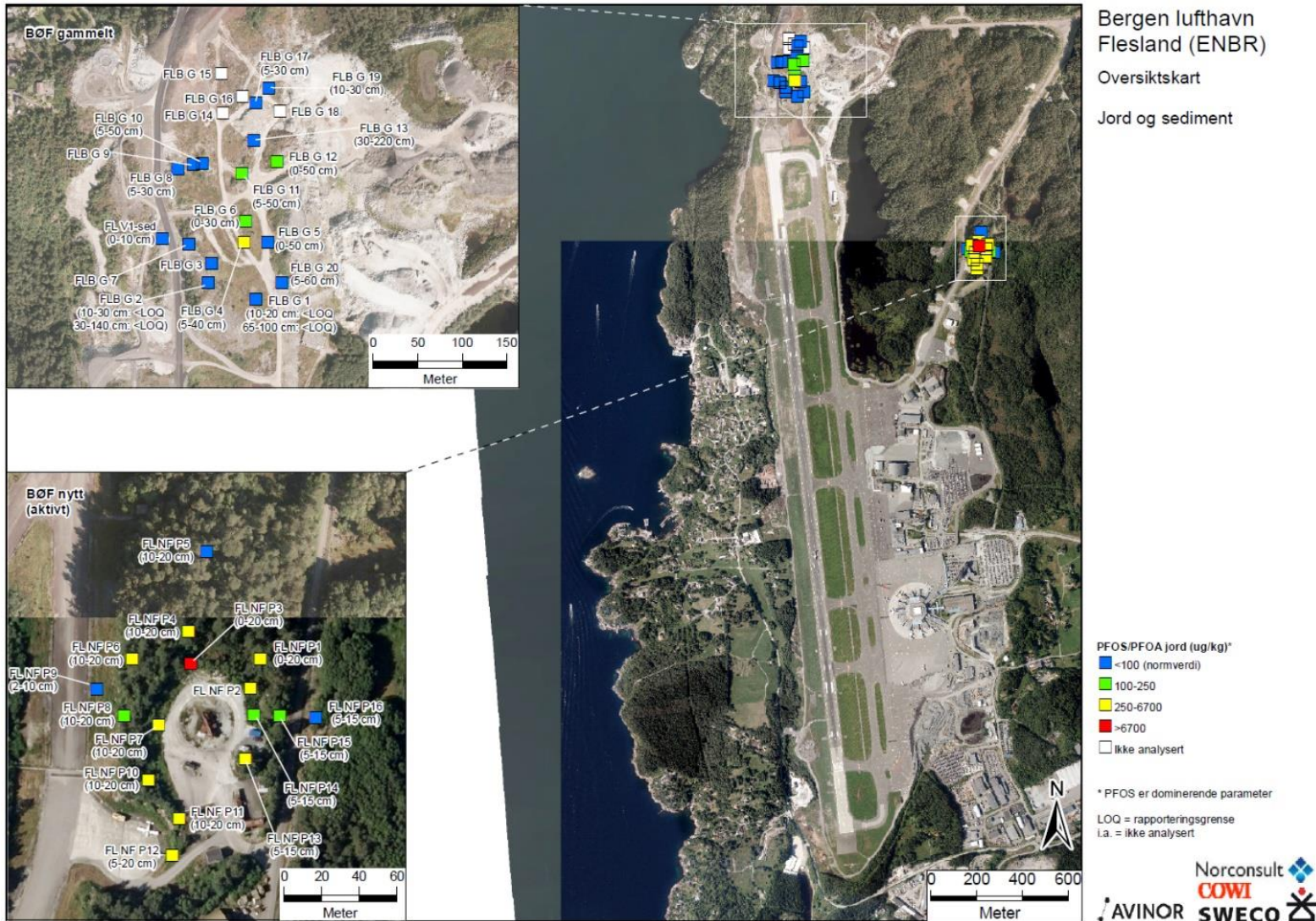
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Flerbørstemark (stor og liten), Skrubbe (stor og liten), Blåskjell, Torsk
Hvor mange prøver?	48
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	110
Hvor	Flerbørstemark (stor), blandprøve n=18, Naustneset nord
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	247
Hvor	Flerbørstemark (stor), blandprøve n=18, Naustneset nord
Mediankonsentrasjon (µg/kg vv) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	I to blandprøver av mangelbørstemark tatt i sjø rett utenfor ny BØF og i bukta sørvest for rullebanen ved Tromsø lufthavn er snittkonsentrasjonen av PFOS på 5,15 µg/kg og av PFAS på 19 µg/kg. Hentet fra Avinor rapport fra 2016, Tromsø lufthavn; Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota.
Kommentar/referanse	Det er tatt mange biotaprøver ved Alta lufthavn, totalt er det 27 ulike prøver, og for skrubbe og torsk er det analysert både på hel fisk og muskelprøver. Antall analyserte prøver blir derfor 48. PFAS er påvist i 34 prøver. Prøvene av hel fisk har generelt høyere konsentrasjoner enn muskelprøver, og gjennomsnitt for hel torsk er for PFOS 3,6 µg/kg, og for PFAS 3,9 µg/kg. Gjennomsnitt for hel skrubbe er for PFOS 13,3 µg/kg og for PFAS 15,1 µg/kg.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i tre blandprøver av børstemark i indre Oslofjord var på 1,35 µg/kg vv. Kilde: Miljødirektoratets rapport M-812, 2017.

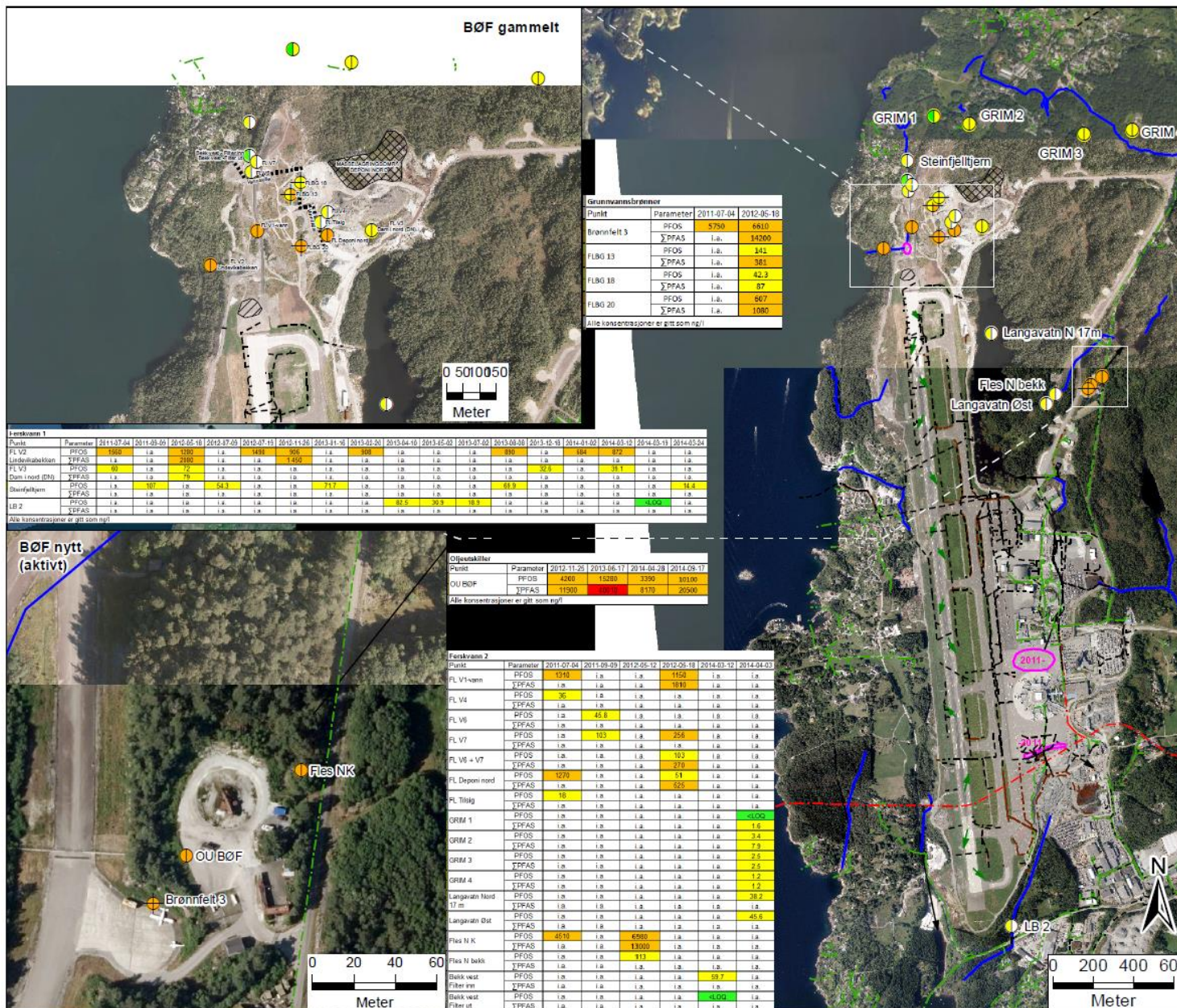
1.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert, da det ikke er prøver av grunnvann. Det er sannsynlig at det har pågått og pågår en utlekking av PFAS til sjø, og 34 av 48 prøver av biota tatt i sjø nær BØF viser forhøyede verdier. De høyeste konsentrasjonene av PFAS i stasjonær biota (flerbørstemark) er fra nordsiden av BØF, sammenlignet med prøve fra sørsiden. For skrubbe som er en relativt stasjonær fisk kan det se ut til at de høyeste konsentrasjoner er ved prøvestasjon som er øst for BØF, sammenlignet med prøver fra stasjon mot nord. Stasjonen mot øst er nærmere Altaelvas utløp.
Vurderinger	Det er ikke tatt prøver av grunnvann, og i sjøvann som er tatt prøve av ved å grave i sanden på stranden mot nord (V1), er det sannsynlig at påvist PFAS innhold skyldes mobilisering av forbindelser i sanden ved graving. Det er også påvist PFAS i sediment i sjøen på nordsiden av BØF, og i jord i de nordligste prøvepunktene Hull 1 fra 200-300 cm dyp (362 µg/kg) og Hull 10 fra 190-220 cm dyp (439 µg/kg). Noe som tyder på en forurensningsutstrekning og/eller spredning mot nord. Fra 2016 rapport: Promitek kontrollerte brannøvingområdet september 2010 og utarbeidet en tilstandsrapport for oljeutskilleranlegget. Det ble påvist flere feil og mangler ved anlegget, som at feltet har ikke konsesjon for utslipp til sjøen og til Altaosen naturreservat, lufthavnen kunne ikke dokumentere vannkvalitet på drenevannet som føres til sjøen og Altaosen naturreservat, samt at brannfeltet ikke var tett. I 2012 skal feltet ha blitt tettet. Plassen skal være konstruert slik at væske på betong og asfalt skal renne mot sluk i betongområdet. Det er dårlig fall på asfalt inn mot sluk og det antas at væske kan både renne utover og innover på plata. Avrenning fra feltet kan dermed sannsynligvis gå direkte til grunnen rundt feltet samt til sjø. Det er etablert en nedgravd tank på 12 m3 i en voll nord for kontrollbua. Slukene på plassen drenerer til denne tanken. Tanken tømmes etter hver øvelse og når den er full.
Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?	Det er ikke oppgitt noen øvrige kjente lokaliteter på lufthavnen hvor det forekommer PFAS-forurensning, men dette kan ikke utelukkes.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	

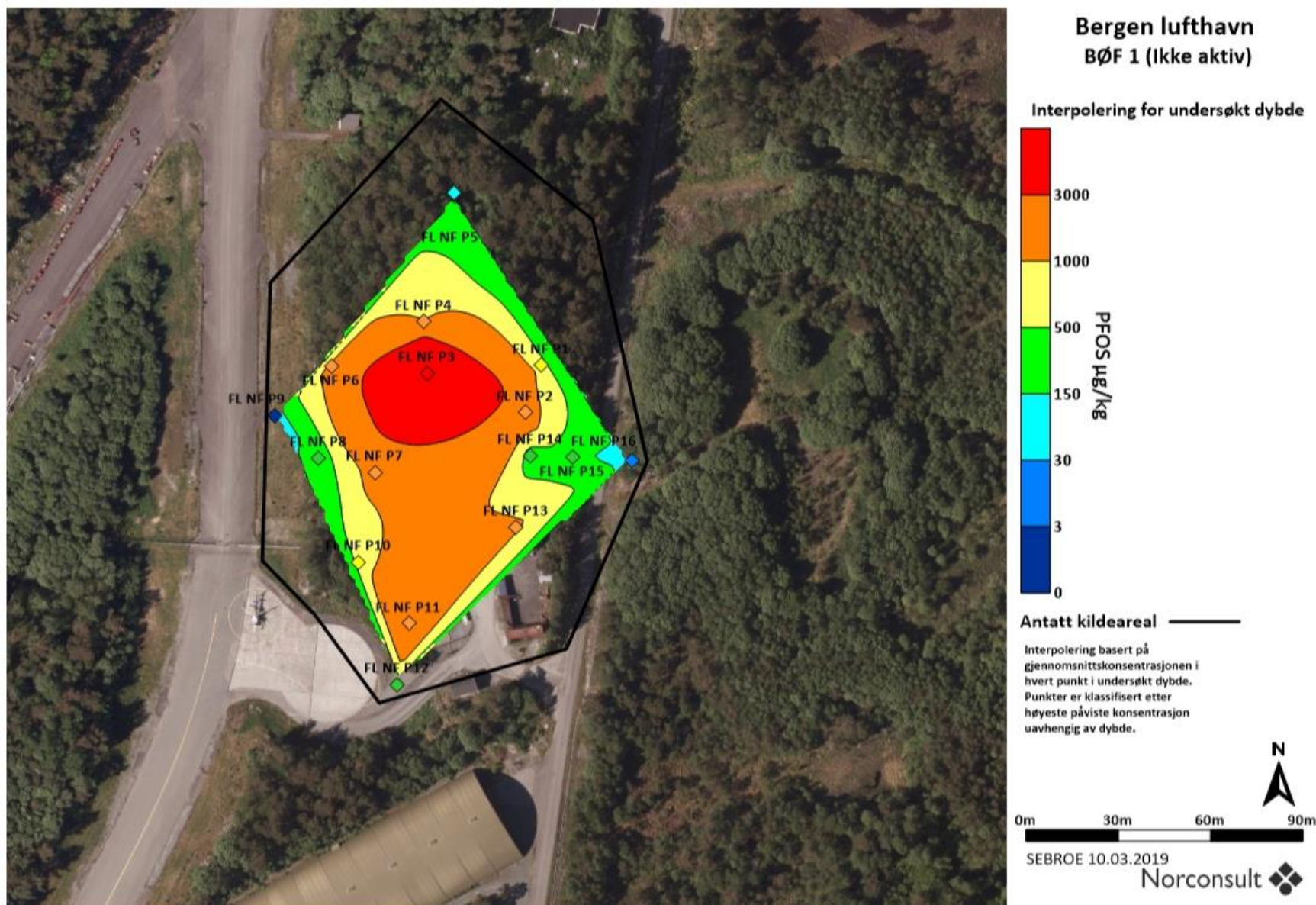
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Flyplassen ligger i umiddelbar nærhet til Altaosen/Rafsbotn, hvor det er registrert mange viktige arter (en rekke fugler) og naturtyper med svært viktig verdi (www.naturbase.no). Naustneset hvor BØF ligger er registrert med Hettemåke. Et vernet område, Latharimoen naturreservat, ligger ca. 1,2 km mot øst. Ande-, vade-, måke- og alkefugler med særlig stor forvaltningsinteresse har yngle, beite, myte, og/eller rasteområde i fjorden utenfor lufthavnen. Altaelvas delta og utløp er registrert som et svært viktig friluftsområde i naturbase. Alta lufthavn er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 3, som betyr sårbare resipienter, høyest prioritet og nivå på anlegg. Altaelva som renner ut rett ved lufthavnens østre del er en av Norges beste elver for sportsfiske etter laks. I hull 16 og 17 sentralt på BØF er det påvist alifater i tilstandsklasse 3 i to jordprøver, og tilstandsklasse 4-5 i fem jordprøver.
--	--

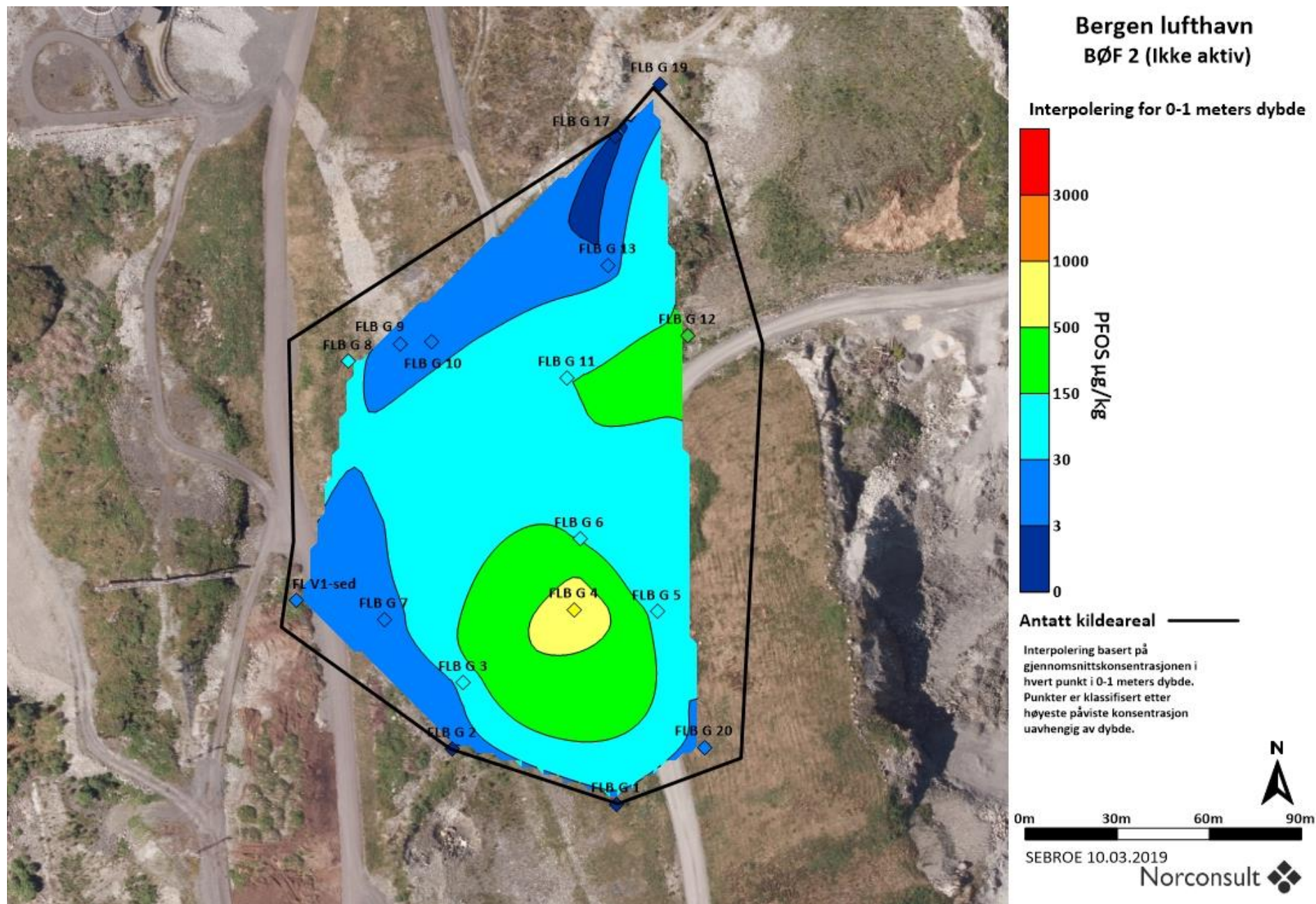
2 Bergen lufthavn Flesland

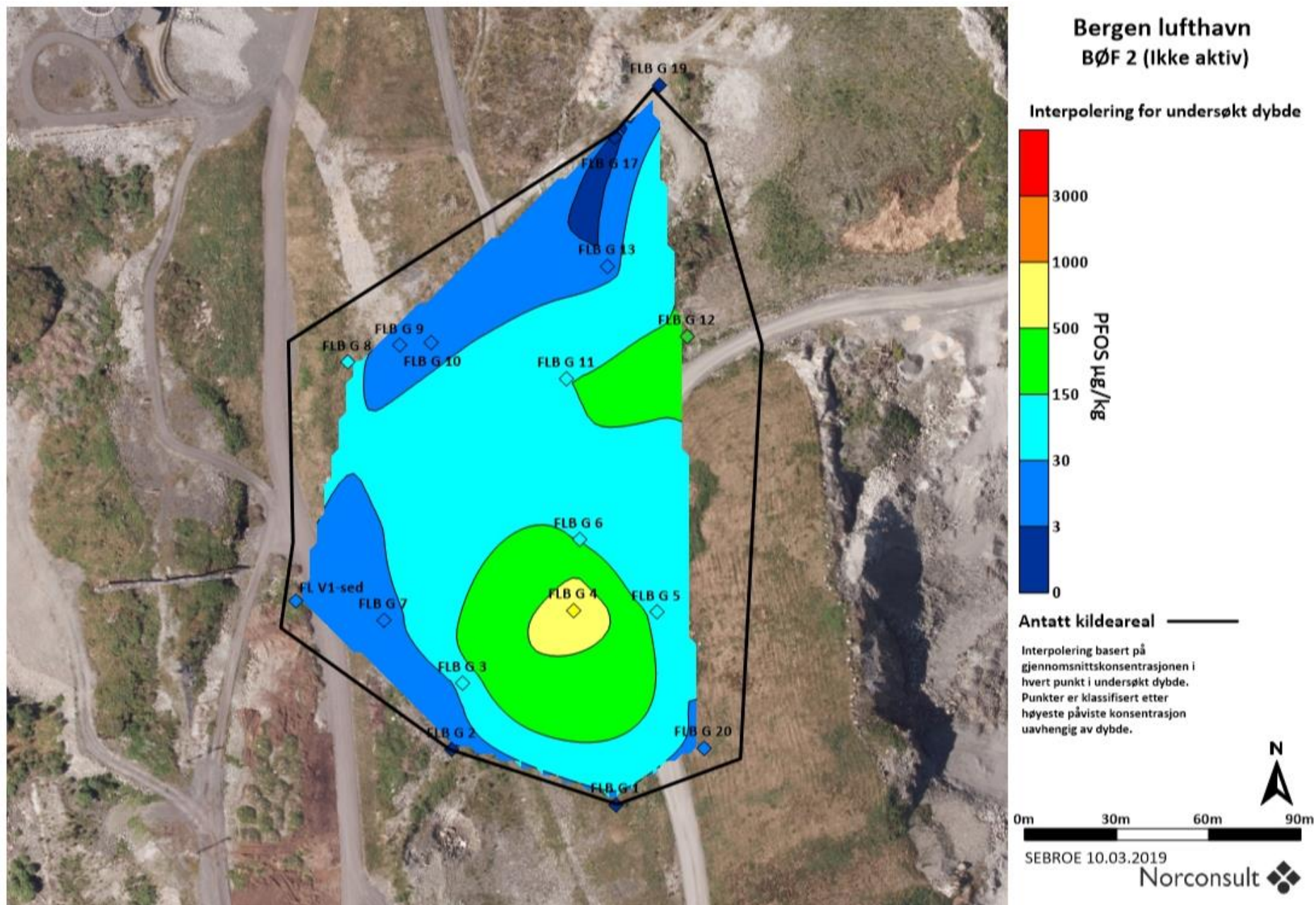




• *Principles*







2.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	BØF 2 (gammelt)
	BØF 1 har vært i bruk mellom 1995-2018. BØF 1 ble stengt høsten 2018. Feltet er etablert med oppsamling av vann og kjemikalier til en oljeutskiller og deretter til kommunalt nett med utløp i Raunefjorden. BØF 1 ligger ca. 55 moh.	BØF 2 har vært i bruk 1957-1993. BØF 2 har vært brukt av Forsvaret og kommunalt brannvesen i tillegg til av lufthavnen selv. BØF 2 ligger ca. 55 moh.

2.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

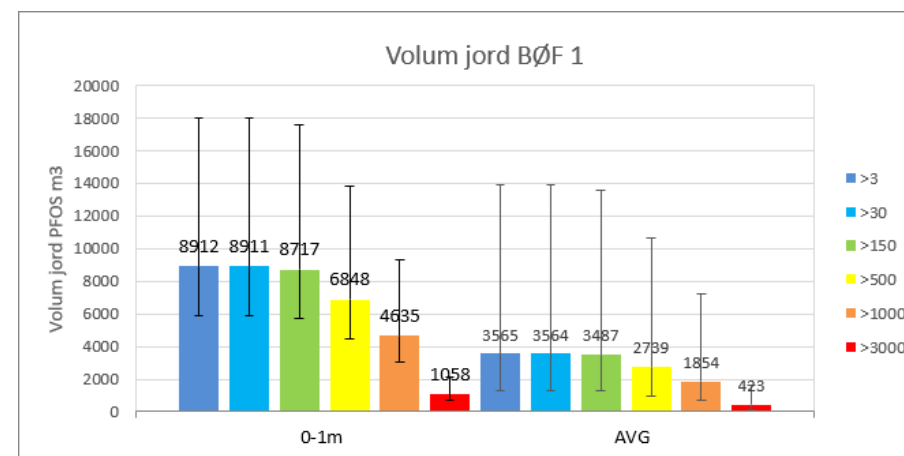
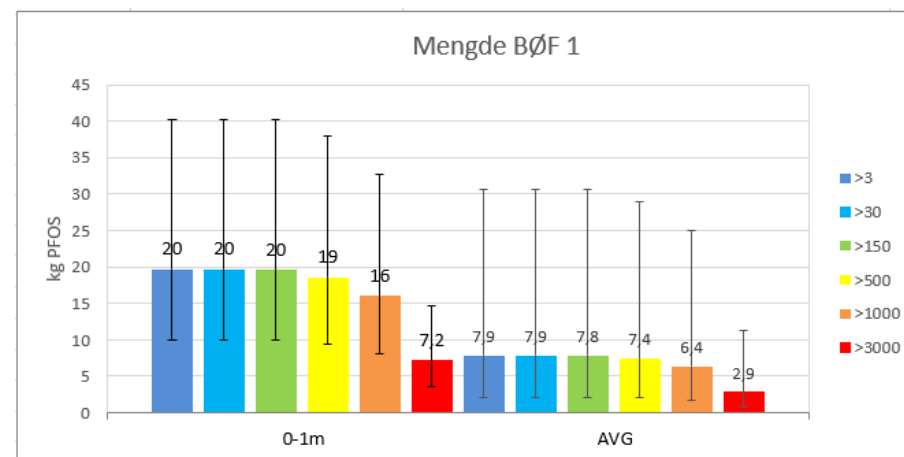
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	580	1450
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 1995 til 2001. Estimert årlig skumforbruk er 2300 liter.	Estimert forbruk i perioden 1957 til 1993. Estimert årlig skumforbruk er 2300 liter.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	430	
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 2001 til 2011/2012. Bruk av skum med PFAS-forbindelser ved Avinors lufthavner ble faset ut i 2012.	Det skal ikke være benyttet nyere type skum uten PFOS som hovedkomponent.

2.3 Jordprøvetaking

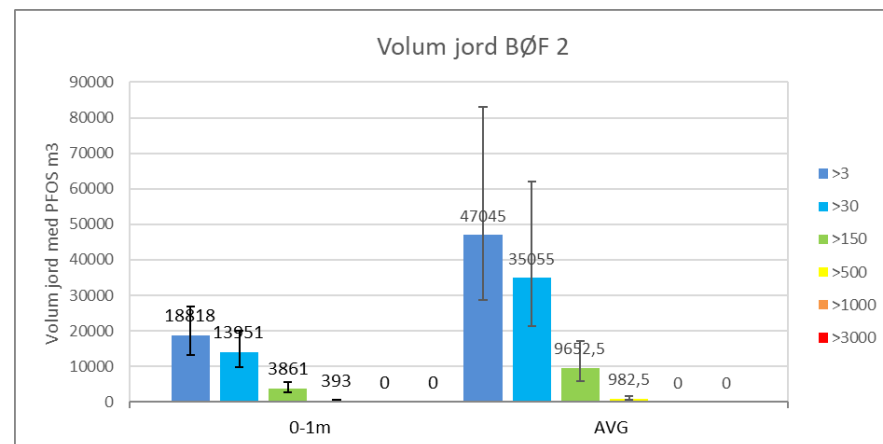
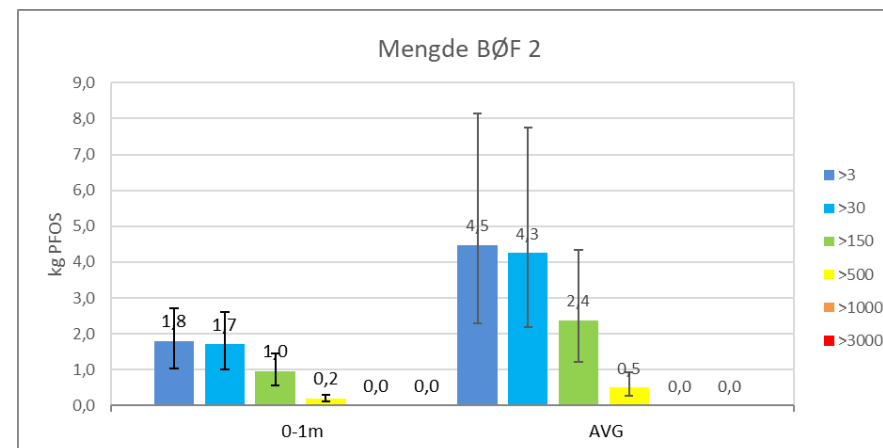
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Antall jordprøver totalt	17	23
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Ingen prøver er tatt dypere enn 0,4 m dyp. 15 av prøvene (ca. 90 %) er prøvetatt mellom 0-0,2 m under terreng).	7 av prøvene (ca. 30 %) er overflateprøver tatt fra sjiktet 0-0,3 meters dyp. Dypeste prøve er tatt ned til 2,5 meters dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	17	22
Antall jordprøver under 1 m	0	5
Kommentar/usikkerhet	Massene i prøvetakingspunktene er oppgitt å bestå av jord. Nærmere beskrevet ligger området for brannøvingsfeltet i et område omgitt av skog, sør for liten skogkledd kolle. Ut over selve øvingsplattformen er det kun tynne organiske masser over fjell.	Totalt antall jordprøver er 27 når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m. Massene i prøvetakingspunktene er oppgitt å bestå av jord i tabell 7 i DP2 rapporten, og som grus i tabell 9 i den samme rapporten. Nærmere beskrevet ligger feltet på en flate vest for en liten fjellkolle. Det er grunt til fjell i området, fjelloverflaten stiger mot øst, mot vest er det steinfylling med økende mektighet mot Lindevika.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	8250	875
Hvor	FLNF P3 (0-0,2 m). Prøven består av jord.	FL B G 4 (0,05-0,4 m). Prøven består av jord.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	8250	878
Hvor	FLNF P3 (0-0,2 m). Prøven består av jord.	FL B G 4 (0,05-0,4 m). Prøven består av jord.
Kommentar/usikkerhet	Prøven FL-NF-P3 er kun analysert for PFOS og PFOA. Av de 17 prøvene tatt ved BØF 1 er 6 prøver analysert for 12 ulike PFAS-forbindelser, mens 11 av prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA. PFOS er den dominerende forbindelsen i prøvene, men det er betydelige konsentrasjoner av andre forbindelser som 6:2 FTS, 8:2 FTS, PFBA, PFHxS, PFHxA, PFPeA i enkelte av prøvene.	Prøven FL B G 4 er kun analysert for PFOS og PFOA. Av de 23 prøvene tatt ved BØF 2 er 2 analysert for 12 ulike PFAS forbindelser. PFOS er den dominerende forbindelsen, men det er påvist PFHxS, 8:2 FTS, PFHxA og PFNA.

2.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	BØF 1	BØF 2
Konsentrasjon (µg/kg)	1471	112
Areal (m2)	8912	18818
Mengde jord (tonn)	5347	79977
Mengde PFOS (kg)	7,9	4,5
Usikkerhet -	5,7	2,2
Usikkerhet +	23	3,7
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1471	143
Areal (m2)	8911	14022
Mengde jord (tonn)	5347	59594
Mengde PFOS (kg)	7,9	4,3
Usikkerhet -	5,7	2,1
Usikkerhet +	23	3,5
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1500	290
Areal (m2)	8717	3861
Mengde jord (tonn)	5230	16409
Mengde PFOS (kg)	7,8	2
Usikkerhet -	5,7	1,2
Usikkerhet +	23	2,0
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1809	608
Areal (m2)	6848	393
Mengde jord (tonn)	4109	1670
Mengde PFOS (kg)	7,4	0,5
Usikkerhet -	5,4	0,2
Usikkerhet +	22	0,4



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	2303	
Areal (m2)	4635	
Mengde jord (tonn)	2781	
Mengde PFOS (kg)	6,4	
Usikkerhet -	4,7	
Usikkerhet +	19	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	4531	
Areal (m2)	1058	
Mengde jord (tonn)	635	
Mengde PFOS (kg)	2,9	
Usikkerhet -	2,1	
Usikkerhet +	8,3	



Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Kommentar til beregningene	I risikovurderingen er det antatt at det forurensede området har et areal mellom 9 500-15 000 m². Mektigheten på de forurensede massene er anslått til $1 \pm 0,25$ m. Med en gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS på 1480 µg/kg og en tetthet på massene på 1000 ± 300 kg/m³, er det beregnet at det ligger igjen mellom 10 og 30 kg PFOS ved feltet. I beregningen fra 2019 er det estimert at det ligger igjen ca 8 kg PFOS innenfor det undersøkte området ved lokaliteten (ca 9000 m²), og at det kan være opptil 30 kg totalt innenfor det antatte kildeområdet (ca. 18000 m²). Hovedårsaken til at beregningen fra 2019 gir et noe lavere tall for gjenværende mengde PFOS er at det er beregnet med undersøkt dybde som er 0,4 meter. Dette antas også å være en representativ gjennomsnittsdyp for mektigheten til de forurensede massene, ettersom de er et tynt løsmassedekke på en fjellkolle.	I risikovurderingen er det antatt at det forurensede området har et areal på $21\,000 \pm 5\,000$ m². Mektigheten på de forurensede massene er satt til 3 ± 1 meter. Tettheten til massene er satt til 1600 ± 400 kg/m³, og det er beregnet at gjennomsnittskonsentrasjonen er 112 µg/kg. Dette gir en mengde gjenværende PFOS på ca 10 ± 5 kg. I beregningen fra 2019 er det beregnet at det ligger igjen 4,5 kg PFOS innenfor det undersøkte området ved BØF 2. Det er i beregningen fra 2019 brukt omtrent samme dybde, konsentrasjon og areal som i risikovurderingen, men det er tatt ut den forventede andelen større fraksjoner som ikke er forurensset av PFOS. Andel finstoff er i beregningen satt til 50 % pga grusige fyllmasser av sprengstein.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Det er kun påvist konsentrasjoner av PFOS under deteksjonsgrensen i ett ytterpunkt (FLNF P9), mot vest. I resten av ytterpunktene er det påvist konsentrasjoner mellom 30-270 µg/kg. I risikovurderingen står det at det forurensede området ikke er godt avgrenset ved prøvetakingen. Avinor har opplyst om at skum kommer utenfor plattformen ved øvelser. Den høyeste konsentrasjonen er påvist ca. 10 meter nord for plattformen.	Ytterpunkter mot nord (overflateprøver FL B G 17 og 19) og mot sør (FL B G 1 og 2 med prøver mellom 10 til 140 cm dyp) har konsentrasjoner av PFOS < 3 µg/kg. I ytterpunkter mot øst og vest er det påvist konsentrasjoner mellom 10,8- 189 µg/kg. Det har vært en del forflytning av masser i området, med antageligvis både utgraving, mellomlagring og tilførsel av nye masser.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Det er beskrevet i risikovurderingen at det er generelt tynt løsmasselag over fjell i området hvor BØF 1 ligger. Nøyaktig dyp til fjell er ikke kjent, men er antageligvis mellom 0,2-1 meter. Det er synlig fjell i dagen rett nord for BØF. På BØF er dybden til fjell usikker ettersom det ikke er gravd der, men det antas å være fylt ut et tynt lag med masser for etablering av feltet.	Nei, det er påvist PFOS konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i flere av de dypeste prøvene, og det er usikkert hvor mye dypere forurensningen strekker seg. De høyeste konsentrasjonene (> 100 µg/kg) er påvist i prøvepunkter hvor det ikke er tatt prøver av dypereliggende masser. Det er i tillegg relativt få prøver av dypere masser.
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke tatt prøver på selve BØF, kun overflateprøver i løsmasser rundt selve plattformen.	Det står i DP2 rapporten at det er tatt tre prøver fra grunnvannsnivå, uten at det er spesifisert hvilke. Den dypeste prøven er på 2,5 meter, det betyr at grunnvannsnivå er mindre enn 2,5 meter under terreng.

2.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Ja
Hvor	Det er plassert en grunnvannsbrønn ved BØF 1. I tillegg er det tatt prøver av overflatevann i bekker og i Langavatn.	Det er satt ned tre grunnvannsbrønner i selve brannøvingsfeltet. Disse er prøvetatt en gang (18.5.12). I tillegg er det tatt prøver av overflatevann i bekker, en dam, Langavatn og Steinfjelltjern.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	6 610	607
Hvor	Brønnfelt 3 (18-05-2012)	FL B G 20 (prøvetatt 18.5.12)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	14 200	1 080
Hvor	Brønnfelt 3 (18-05-2012)	FL B G 20 (prøvetatt 18.5.12)
Kommentar/usikkerhet	Vannprøven er analysert for 11 PFAS forbindelser. I tillegg til PFOS ble det påvist høye konsentrasjoner av 6:2 FTS, PFHxS og PFPeA i grunnvannet, samt at de andre analyserte forbindelsene også var påvist.	Vannprøven er analysert for 11 PFAS forbindelser. I tillegg til PFOS ble det påvist en del PFHxS (260 ng/l) i prøven tatt i brønn FL B G 20, samt at seks andre PFAS-forbindelser var påvist. I de to andre grunnvannsprøvene ble det påvist omtrent like mye PFOS og PFHxS.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	6 980	1 560
Hvor	FLES NK (18-05-2012)	FL V2 / Lindevikabekken (04-07-2011)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	13 000	2080
Hvor	FLES NK (18-05-2012)	FL V2 / Lindevikabekken (18-05-2012)

Kommentar/usikkerhet	Vannprøven er analysert for 11 PFAS forbindelser. Prøvepunkt FLES NK er i en kum som ligger vest for BØF 1. Kummen har åpen bunn, og er en gjenværende installasjon etter et uhell med oljeforurensning på slutten av 90-tallet. Det er også tatt prøver av overvann fra en bekk (FLES N Bekk) som renner via Aurtjern til Langavatet og prøver av Langavtnet. Det er påvist PFOS i disse prøvene, men i lavere konsentrasjoner enn i kummen vest for BØF 1. Vannprøven i bekken er analysert for 11 PFAS forbindelser, og det er PFOS og 6:2 FTS som er de dominerende forbindelsene. BØF 1 er etablert med en oljeutskiller som er koblet til kommunalt spillvannsnett med utløp i Raunefjorden. Det er tatt prøver av vann fra oljeutskilleren 4 ganger i perioden 2012 til 2014, og samtlige prøver viser høye konsentrasjoner av sum PFAS. Forbindelsene 6:2 FTS og PFOS er de dominerende, og har relativt like konsentrasjoner. Konsentrasjonene av sum PFAS varierte mellom 8170 og 40010 ng/l. Avinor faset ut bruken av skum med innhold av PFAS i 2012, og brannøvingsfeltet ble nedlagt i 2018.	Prøve FL V2 er tatt av Lindevikabekken, som renner fra området ved BØF 2 og vestover i retning Lindevika. Vannprøven fra 2012 er den eneste (av totalt 8 prøver fra dette prøvepunktet) som er analysert for flere forbindelser enn PFOS og PFOA. Prøven er analysert for 11 forbindelser. Det er i tillegg tatt prøver av vann fra Steinfjelltjern, fra Langavatnet, fra en dam ved deponi nord, samt fra flere mindre bekker og tilsig i området rundt BØF 2. Det er påvist PFOS i samtlige prøver av overvann, med unntak av en prøve fra "bekk vest" i mars 2014. "Bekk vest" renner nordover fra området ved BØF 2, og representerer avrenning fra et mindre område nord for det gamle brannøvingsfeltet, som renner til Steinfjelltjern via denne bekken. Avrenningen fra Steinfjelltjern ledes mot boligområdet Kvitura som benytter grunnvann til drikkevann. Dette er årsaken til fokuset på denne avrenningsretningen. Bergen lufthavn har etablert organoclay filter for å redusere transporten av PFOS/PFAS til Steinfjelltjern (referert til COWI notat juni 2012 i risikovureringsrapporten fra 2016).
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	170 (15)*	180
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet (30)*	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Områdene som ligger øst for rullebanen vil ha avrenning mot Langavatnet. Fra Langavatnet går vannet via en åpen kulvert under rullebanen til Fleslandselva og ut i Raunefjorden.	En større del av avrenningen fra området ved BØF 2 går til Lindevika og Raunefjorden. En mindre del går til Steinfjelltjern og til Langavatnet.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon. Tallene med * er, basert på vannkonsentrasjoner i oljeutskilleren, estimert mengde PFOS og PFAS som ledes til kommunalt nett per år.	Vannkonsentrasjon

2.6 Biotaprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja	Ja
Hva for biota?	Ferskvannsarter: ørret (muskel). Marine arter: torsk (muskel), lyr (muskel), zooplankton og kuskjell.	Ferskvannsarter: ørret (muskel). Marine arter: torsk (muskel), lyr (muskel), zooplankton og kuskjell.
Hvor mange prøver?	22	22
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	100	100
Hvor	B37: ørret muskel	B37: ørret muskel
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	105,7	105,7
Hvor	B37: ørret muskel	B37: ørret muskel
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Gjennomsnittet av PFOS i muskel fra 13 ørret ved Fagernes lufthavn Leirin er på 12,3 µg/kg. Referanse: Fagernes lufthavn, Leirin. Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering, Norconsult og Sweco (16.3.16)	Gjennomsnittet av PFOS i muskel fra 13 ørret ved Fagernes lufthavn Leirin er på 12,3 µg/kg. Referanse: Fagernes lufthavn, Leirin. Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering, Norconsult og Sweco (16.3.16)
Kommentar/referanse	Det ble analysert til sammen 9 prøver av muskel fra ørret fra Langavatnet. Det ble påvist PFOS i alle prøvene i konsentrasjoner mellom 33-100 µg/kg, med en gjennomsnittskonsentrasjon på 59 µg/kg. Konsentrasjoner av sum PFAS var mellom 34,5 og 105,7 µg/kg, med gjennomsnitt på 62,4 µg/kg. PFOS var den dominerende forbindelsen i alle prøvene (utgjør gjennomsnittlig 94,6 %), men det er også påvist noe PFHxS. I marine arter, prøvetatt rett utenfor utløpet til Fleslandselven (torsk, lyr, zooplankton og kuskjell), ble det kun påvist PFOS i en prøve av muskel fra lyr. Påvist konsentrasjon av PFOS var på 1,8 µg/kg.	Det ble analysert til sammen 9 prøver av muskel fra ørret fra Langavatnet. Det ble påvist PFOS i alle prøvene i konsentrasjoner mellom 33-100 µg/kg, med en gjennomsnittskonsentrasjon på 59 µg/kg. Konsentrasjoner av sum PFAS var mellom 34,5 og 105,7 µg/kg, med gjennomsnitt på 62,4 µg/kg. PFOS var den dominerende forbindelsen i alle prøvene (utgjør gjennomsnittlig 94,6 %), men det er også påvist noe PFHxS. I marine arter, prøvetatt rett utenfor utløpet til Fleslandselven (torsk, lyr, zooplankton og kuskjell), ble det kun påvist PFOS i en prøve av muskel fra lyr. Påvist konsentrasjon av PFOS var på 1,8 µg/kg.

Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Miljøkvalitetsstandard i organismer i Miljødirektoratets veileder M-608; 9,1 µg/kg våtvekt. Biotaprøvene ved Flesland viser høyere konsentrasjoner enn dette. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI- tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2018. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.	Miljøkvalitetsstandard i organismer i Miljødirektoratets veileder M-608; 9,1 µg/kg våtvekt. Biotaprøvene ved Flesland viser høyere konsentrasjoner enn dette. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI- tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2018. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.
---	---	---

2.7 Usikkerhet og øvrige forhold

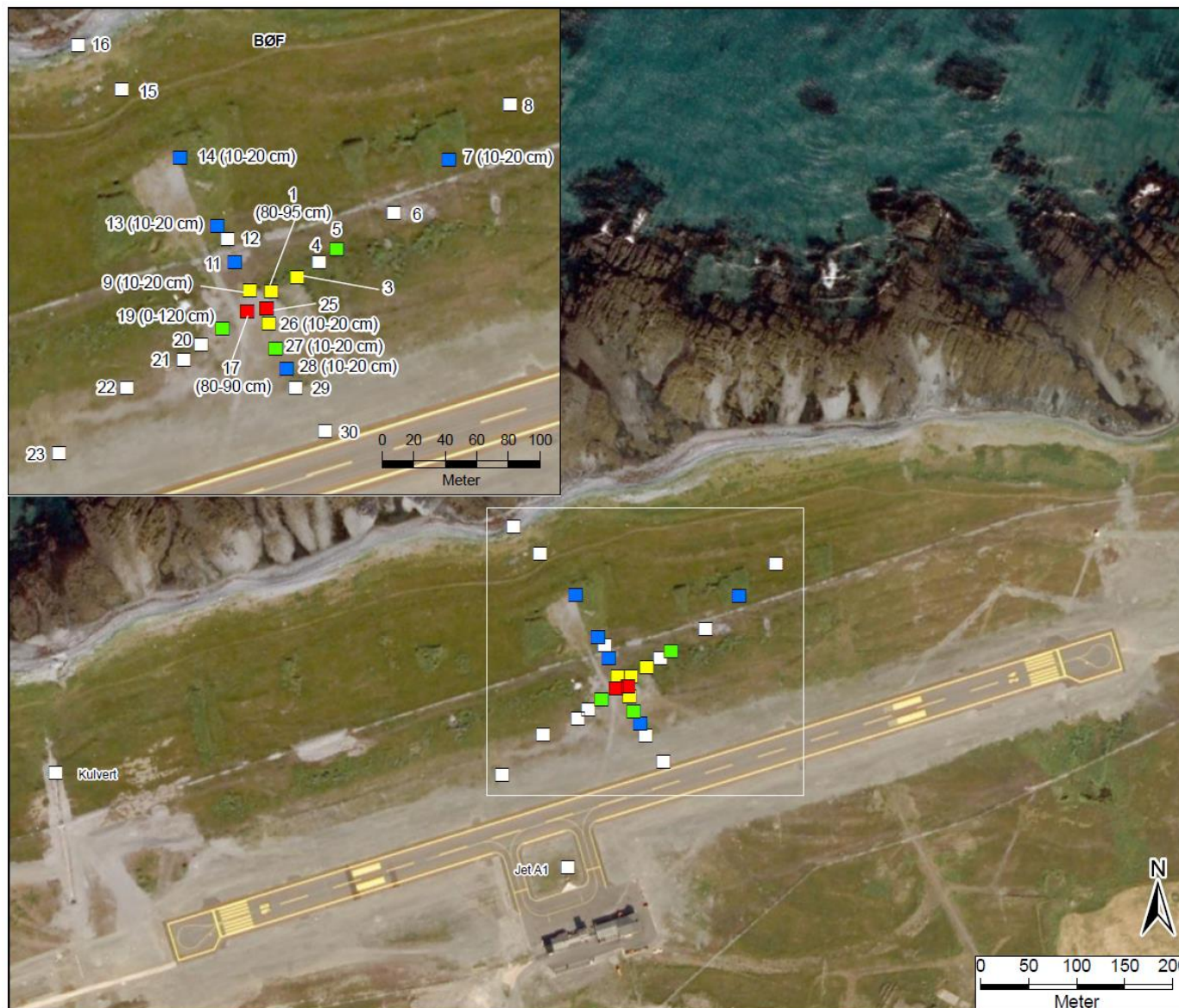
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert. Vurderingen viser at det er sannsynlig at det har lekket ut store mengder PFOS og andre PFAS fra lokaliteten over tid, og at spredning fortsatt pågår. Dette reflekteres i påviste konsentrasjoner i vann og biota i Langavatnet.	Kan ikke vurderes sikkert. Vurderingen viser at det er sannsynlig at store mengder av PFOS allerede har lekket ut og blitt spredt til ulike resipienter. Biotaprøver fra sjø viser liten påvirkning, men de er tatt noe lenger sør enn området som antas påvirket av BØF.

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Vurderinger	Det er påvist høye konsentrasjoner av PFOS i jord, de fleste prøvene har konsentrasjoner over 100 µg/kg, og det er også betydelige konsentrasjoner av andre forbindelser som 6:2 FTS, 8:2 FTS, PFBA, PFHxS, PFHxA, PFPeA i enkelte av prøvene. Det er også påvist høye konsentrasjoner av PFOS, 6:2 FTS, PFHxS og PFPeA i grunnvannet fra prøven "brønnfelt 3" ved BØF 1. Det er også påvist relativt høye konsentrasjoner av de samme forbindelsene i prøven "FLES NK", som er tatt fra kummen vest for BØF. Samt i bekken fra Auretjern som renner videre ut i Langavatnet. Prøver tatt i Langavatnet er kun analysert for PFOS, og det er påvist PFOS i disse. Det er skogbunn med mye organisk materiale over bart fjell rundt BØF 1. Denne typen jord vil ha en sterk adsorpsjon av PFOS, noe som kan føre til at spredningen av PFOS fra BØF 1 til bekken går sakte. Det er sannsynlig at hoveddelen av utlekking skjer i forbindelse med snøsmelting eller kraftig nedbør. Det er påvist relativt høye konsentrasjoner av PFOS i biotaprøvene av ørret som er tatt fra Langavatnet. Det er også påvist PFHxS i lavere konsentrasjoner i alle prøvene, og i tre av prøvene 8:2 FTS. Forbindelsen PFHxS hadde også høye konsentrasjoner i grunnvannsprøven og i prøve fra bekken ved BØF 1. Langavatnet har tilførsel av avrenning fra det aktive brannøvingsfeltet, men også fra deponiområdene nord for Langavatnet, og fra den østlige delen av området for gammel BØF. Ørreten i Langavatnet er mest sannsynlig stasjonær, og satt i sammenheng med påviste PFAS konsentrasjoner i jord- og vannanalyser, er det en tydelig påvirkning på biota i Langavatnet. I risikovurderingsrapporten er det beskrevet at det er tydelig at det fortsatt er en spredning av PFAS/PFOS fra BØF 1 og til biota i Langavatnet. Det er estimert at det er benyttet 580 kg PFOS ved BØF 1, og at det ligger igjen ca. 8 kg i det undersøkte området. Dette viser at mesteparten av PFOS allerede er lekket ut og spredt til resipienter og overvannsnettet.	Det er påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS i jord ved BØF 2, men det er fire prøvepunkter med konsentrasjoner over 100 µg/kg, og den høyeste konsentrasjonen er 875 µg/kg. Kun to av prøvene er analysert for andre PFAS forbindelser enn PFOS, og i disse prøvene er PFOS dominerende, og deretter er det PFHxS i lavere konsentrasjoner. Det er beskrevet i risikovurderingen at de lave konsentrasjonene i jord kan skyldes at forurensningen er vasket ned i jordprofilen og videre til grove sprengsteinsfyllinger under. Det er også beskrevet i risikovurderingsrapporten at det er fjernet løsmasser ved gammelt BØF, men det er ikke spesifisert hvor. Det er grunnvann på mindre enn 2,5 meter under terreng, som kan bety at mye av forurensningen har blitt ført med grunnvannet til resipient. Konsentrasjonene av PFAS i grunnvannet ved BØF 2 er høyest i den brønnen (FLBG 20) som er nær prøvepunktene med de høyeste konsentrasjonene i jord, lavere i brønnene som ligger lengst mot nord. Det antas at en større del av avrenningen fra området ved BØF 2 går til Lindevika og Raunefjorden. En mindre del går til Steinfjelltjønn og til Langavatnet. Dette reflekteres i de mange overflatevannprøvene tatt i tilknytning til gammel BØF, som har påvist PFOS. Spesielt høye er konsentrasjonene i vannprøvene som er tatt vest for BØF, og disse har også påvist PFHxS i betydelige konsentrasjoner. Det er også påvist PFAS i lave konsentrasjoner (sum PFAS < 8 ng/l) i vannprøver tatt et stykke nord for BØF 2, mot boligområdet Grimstad. Området kan være påvirket av lufthavndriften og det er opplyst at Forsvaret tidligere kan ha hatt aktivitet her. Det ble påvist lite PFOS i de marine biotaprøvene som ble tatt ved utløpet av Fleslandsbekken, som renner ut i Kvernavika. I og med at Fleslandsbekken ligger et stykke sør for BØF 2 er det usikkert hvor mye forurensning som evt vil spres hit. I etterkant av biotaprøvetakingen ble det klart at det antageligvis er Lindevikabekken som drenerer BØF 2. Det er ikke tatt biotaprøver ved utløpet av Lindevikabekken. Det er estimert at det er benyttet 1450 kg PFOS ved BØF 2, og at det ligger igjen ca. 4,5 kg i det undersøkte området. Dette viser at mesteparten av PFOS har lekket ut av massene, men noe forurensede løsmasser kan også være fjernet.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Området langs veien sydvest for BØF 1 (taksebane Bravo) brukes til testing av skumkanonog innstilling av bildet på skumkanonen. Det er kun blitt benyttet vann til denne testingen, men det kan ikke utelukkes at det kan ha vært rester av skum i systemet. Avrenning herfra ledes til Langavatnet. Pumper og lignende på brannbilene har tidligere blitt vasket på den sentrale avisningsplattformen (fast dekke).	I DP2 prosjektet ble det tatt ut jordprøver i det området som ble oppgitt som det gamle brannøvingsfeltet. Senere kom det frem opplysninger om at et område som ligger under den nordlige delen av rullebanen også ble benyttet til brannøvelser fra ca. 1970 til tidlig 1990-tallet. Det er ikke tatt jordprøver i dette området. Begge områder har avrenning mot Lindevikabekken og Lindevika. Det er en masselagringsplass øst for BØF 2 (gammel) og nord for Langavatnet. Der ligger en mindre mengde masser/sedimenter fra området ved tidligere Lønningtjern, samt sedimenter fra Langavatnet og Skjenavatnet. Avrenning fra deponiområdet går til Langavatnet og det er påvist 30 – 50 ng PFOS/l i avrenningen. For mer informasjon om masselagringsområdet/deponiet og avrenning vises det til Multiconsults rapport 613002-RIGm-RAP-002. Området langs veien sydvest for BØF 1 (taksebane Bravo) brukes til testing av skumkanonog innstilling av bildet på skumkanonen. Det er kun blitt benyttet vann til denne testingen, men det kan ikke utelukkes at det kan ha vært rester av skum i systemet. Avrenning herfra ledes til Langavatnet. Pumper og lignende på brannbilene har tidligere blitt vasket på den sentrale avisningsplattformen (fast dekke).
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Utstrekningen til det forurensede området ikke er godt avgrenset, samt at det er ikke tatt prøver av masser i senter av BØF. Bruken av skumkanoner har antageligvis ført til spredning av skum i terrenget.	Utstrekningen av det forurensede området er lite avgrenset mot øst. Det er påvist lave konsentrasjoner i jord i forhold til mengden PFOS som er benyttet på feltet. Det er usikkert om dette skyldes at forurensede masser er flyttet til et annet sted, eller om det skyldes at mesteparten av PFOS har lekket ut til resipient. Det er ikke tatt biotaprøver ved utløpet av Lindevikabekken.

Generelt for lufthavnen	
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforekomster, verneområder etc.)	Fra naturbase: Det er registrert flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse rundt lufthavnen, samt i sjøområdet utenfor lufthavnen. Det er registrert et område med naturtypen "naturbeitemark" øst for terminalområdet. I tillegg er det registrert flere store gamle trær og hule eiker både øst og vest for lufthavnen. Vest for lufthavnen, i sjøen er det finnes det viktige naturtyper som tareskog (ved Alvøyna). Sør for lufthavnen finnes det også tarskog og større kamskjellforekomster. Både øst og øst, vest, nord og sør er det registrert svært viktige friluftslivområder, både på langd og i sjøen. Det er registrert flere lokaliteter med kulturminner ved Fleslandsvika, Setevikneset, samt sør og øst for lufthavnen. Nordvest for BØF 2, i Kvitura, ligger det et boligfelt. I forbindelse med prøvetaking av BØF 2 i 2011 ble det tatt prøver av drikkevann i borede brønner og overflatebrønner. Det ble påvist PFOS i enkelte av brønnene. Vannkvaliteten ble vurdert av kommunehelsetjenesten i 2011, og det ble konkludert med at nivåene av PFOS/PFAS i vannet ikke var foruroligende høye, men at det bakterologisk ikke var tilfredsstillende. Avinor har sørget for flaskevann til husstandene i det berørte området, og har samarbeidet med Bergen kommune om offentlig vannforsyning til Kvitura (ferdig etablert i 2014). Det er også etablert et filter for rensning av PFOS-holdig avrenning til overflatekilden (Steinfjelltjern). Det ble også tatt blodprøver av flere av beboerne i Kvitura. Resultatene viste at beboerne ikke hadde høyere nivåer av PFAS i blodet enn det som er funnet i andre studier fra Norge og Europa.

3 Berlevåg lufthavn

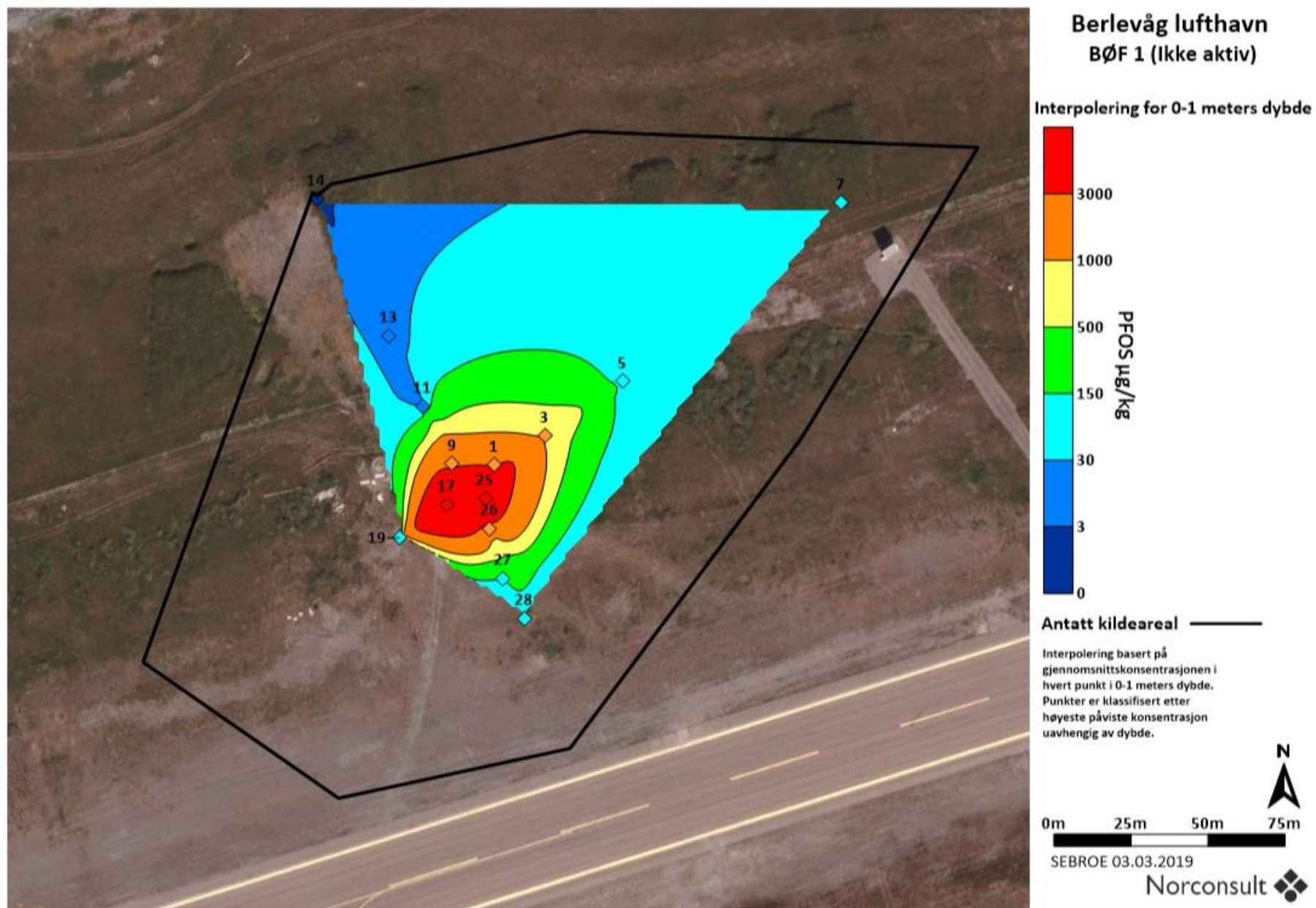


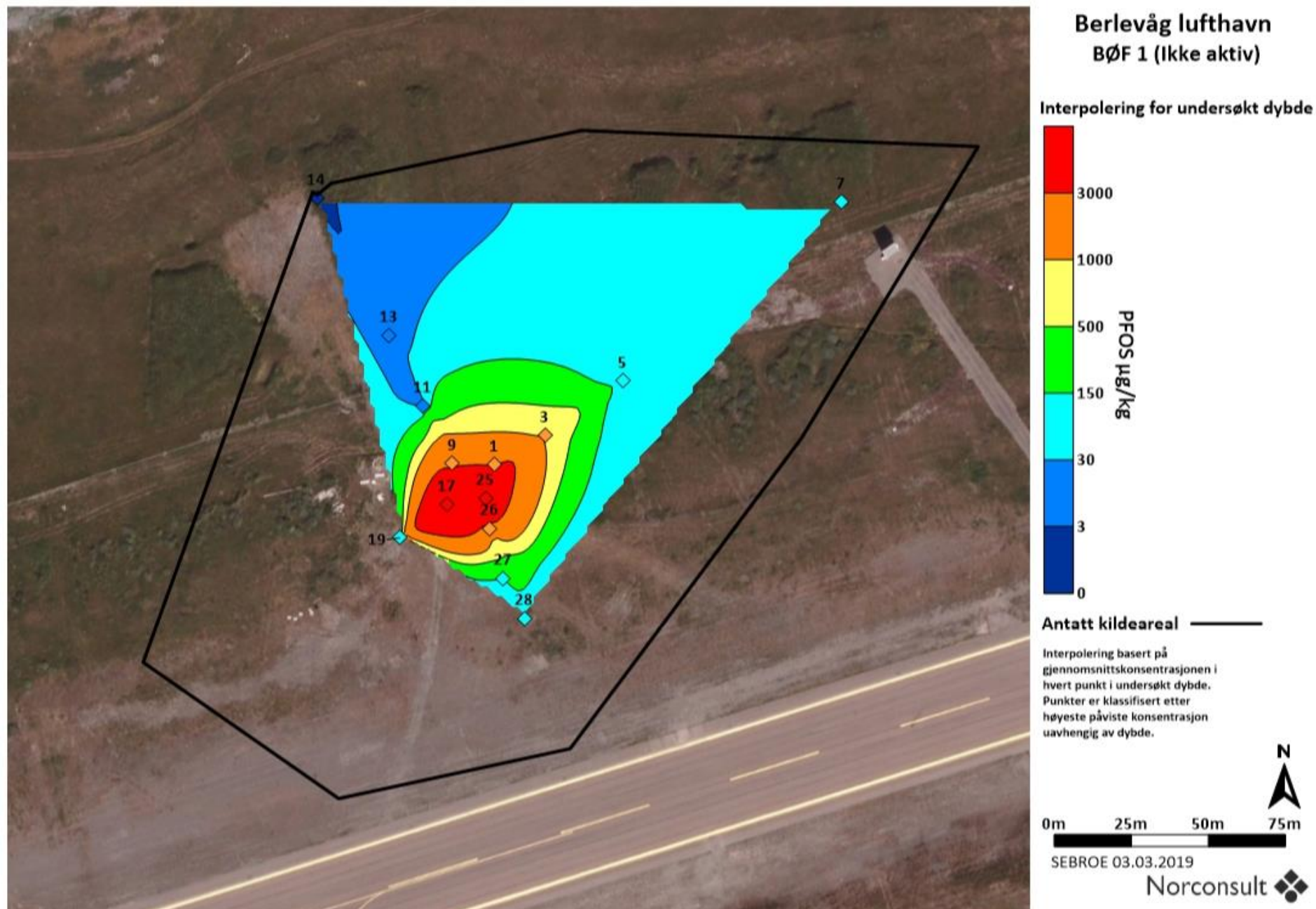
Berlevåg lufthavn
(ENBV)

Oversiktskart

PFOS/PFOA jord (ug/kg)

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





3.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	Brannøvingsfeltet har ikke vært i bruk etter 2000.

3.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

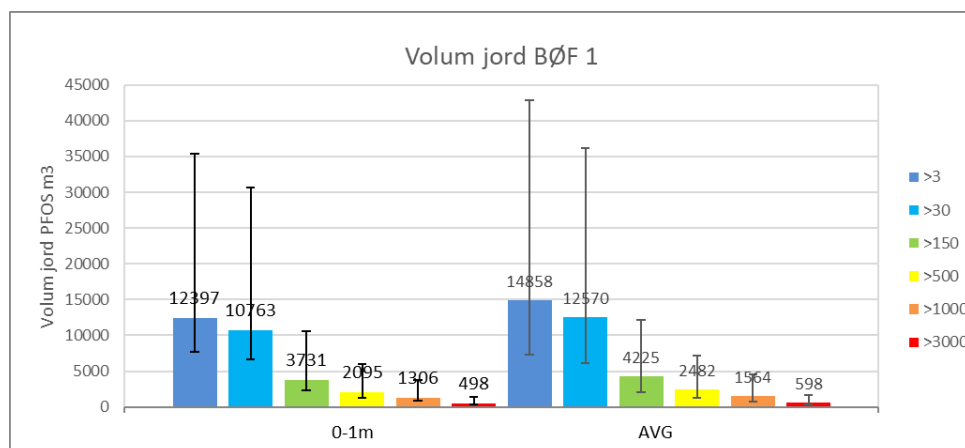
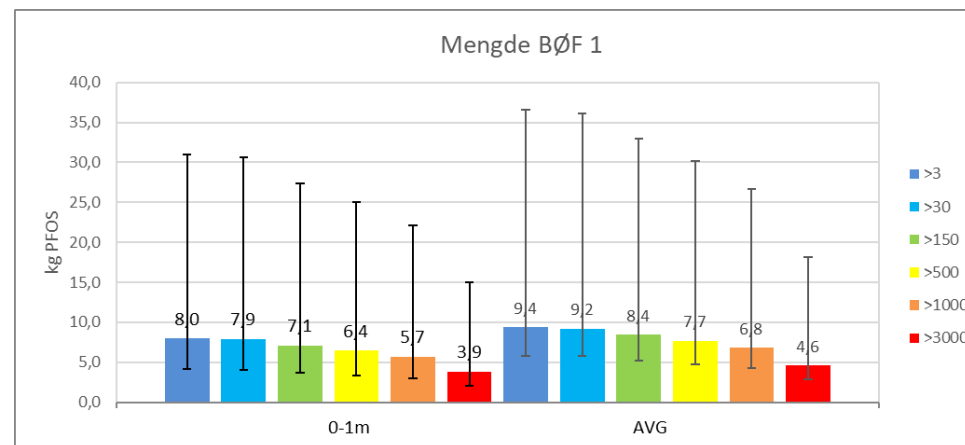
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

3.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	18
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	11 av prøvene er tatt fra 10-20 cm under terreng
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	16
Antall jordprøver under 1 m	3
Kommentar/usikkerhet	Totalt antall blir 19 når man deler opp prøven (Prøve 19) som går over intervallet 0-1 m og > 1 m.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	31000
Hvor	25-2 (90-100 cm). Prøven består av sand/torv.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	31041
Hvor	25-2 (90-100 cm). Prøven består av sand/torv.
Kommentar/usikkerhet	Alle jordprøvene er analysert for PFOS/PFOA. I tillegg er fem av prøvene analysert for ytterligere 9 PFAS forbindelser. Prøven 25-2 er kun analysert for PFOS/PFOA, men har allikevel den høyeste konsentrasjonen.

3.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	529
Areal (m2)	12382
Mengde jord (tonn)	25259
Mengde PFOS (kg)	9,4
Usikkerhet -	5,8
Usikkerhet +	18
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	617
Areal (m2)	10475
Mengde jord (tonn)	21369
Mengde PFOS (kg)	9,2
Usikkerhet -	5,7
Usikkerhet +	18
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1678
Areal (m2)	3521
Mengde jord (tonn)	7183
Mengde PFOS (kg)	8,4
Usikkerhet -	5,3
Usikkerhet +	16
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	2608
Areal (m2)	2068
Mengde jord (tonn)	4219
Mengde PFOS (kg)	7,7
Usikkerhet -	4,8
Usikkerhet +	15



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	3670
Areal (m2)	1303
Mengde jord (tonn)	2658
Mengde PFOS (kg)	6,8
Usikkerhet -	4,3
Usikkerhet +	13
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	6521
Areal (m2)	498
Mengde jord (tonn)	1016
Mengde PFOS (kg)	4,6
Usikkerhet -	2,9
Usikkerhet +	8,9

Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapporten beskrives følgende: Analyseresultatene viser at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på ca 120 * 60 m. Beregnet stoffmengde innenfor dette arealet er 3,36 kg PFOS, basert på en tykkelse på 10 cm (kun torvlaget). I beregningen utført nå i 2019 er det tatt utgangspunkt i et mye større areal for å avgrense forurensning ned til < 3 µg/kg, samt at det er tatt med at det er forurensset i sandmassene over torv også. I usikkerheten er det tatt med at det kan være forurensset også i skjellsand under torv som ikke er prøvetatt i det mest forurensede området.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Det forurensede området er minst avgrenset mot vest. Ytterpunkt mot nord (punkt 14) er under deteksjonsgrensen. Ytterpunkt mot øst er 80 µg/kg (punkt 7). Ytterpunkt mot sør (punkt 28) er på 54 µg/kg. Ytterpunkt mot vest (punkt 19) er på 100 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. Det eneste punktet som ser ut til å ha en vertikal avgrensning er punkt 11. Det er få prøver av dypereliggende masser.
Kommentar/usikkerhet	Det ser ut til at de høyeste konsentrasjonene av PFOS ligger i torvmassene. I tillegg er det påvist PFOS i sandmassene. Det er påvist lave konsentrasjoner av PFOS i skjellsanden, noe som kan tyde på at PFOS i liten grad har trengt gjennom torvlaget over. Det er imidlertid kun prøver av skjellsand i prøvepunkt 5 og 11, hvor prøver av masser over ikke har spesielt høye PFOS konsentrasjoner (henholdsvis 110 og 7 µg/kg). Det er ikke prøver av skjellsand i prøvepunkter med høyere PFOS konsentrasjoner i overliggende masser av sand og torv (500-31000 µg/kg).

3.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Nei
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	Det ble ikke påtruffet grunnvann under gravingen.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	5
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Austhavet
Beregnet fra vann eller jordkons.	Jordkonsentrasjoner
	Det er i DP2 rapporten beregnet en gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i grunnvannet basert på middel jordkonsentrasjon. Ut ifra dette, og basert på en Kd på 100, er årlig utslippsmengde beregnet.

3.6 Biotaprøvetaking

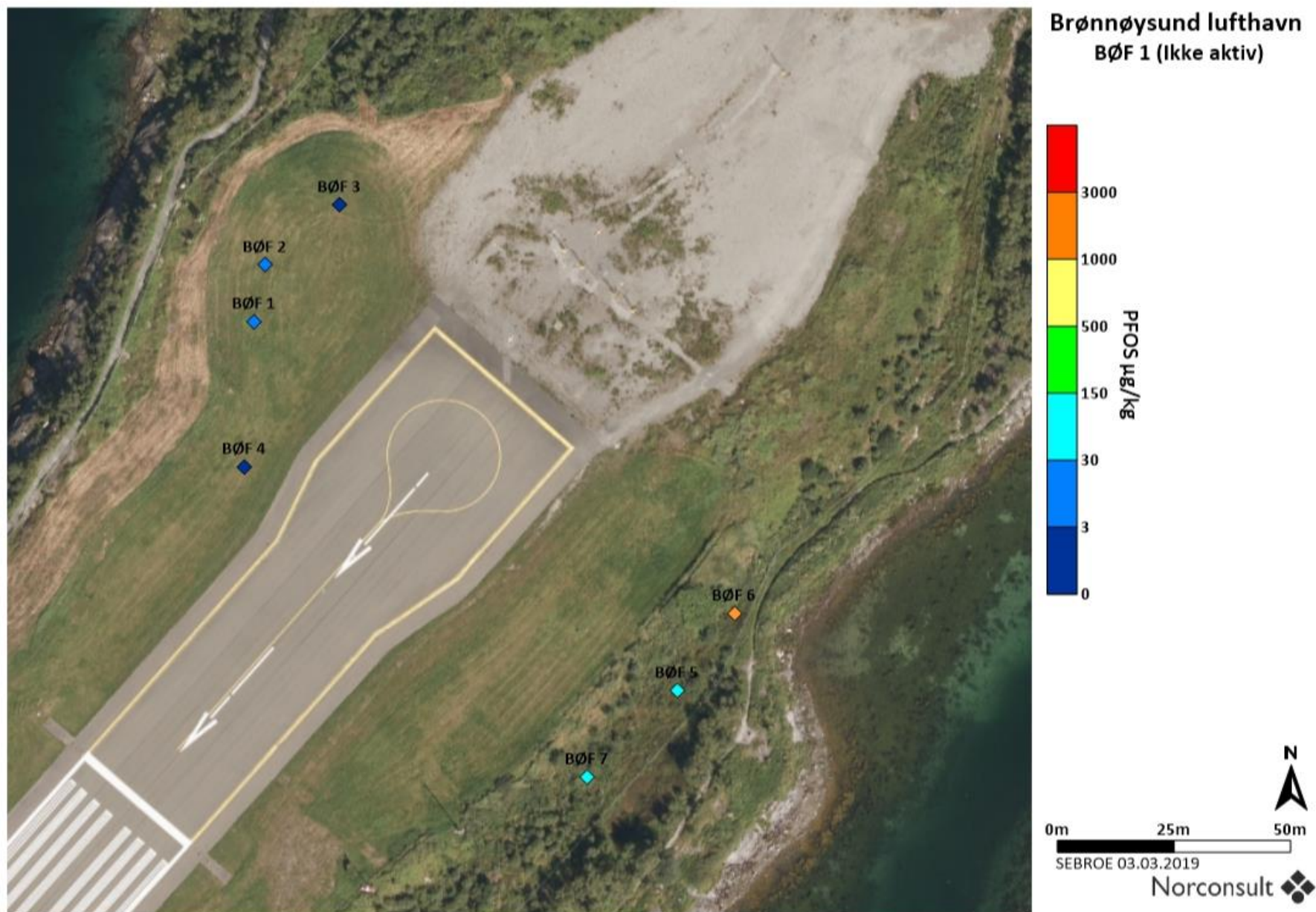
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

3.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes da det ikke er tatt prøver av vann eller biota.
Vurderinger	
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er ikke oppgitt at det er ytterligere kilder til PFOS på lokaliteten, eller på lufthavnen forøvrig, men det kan ikke utelukkes.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Forurensningen er ikke veldig godt kartlagt i vestlig/sørvestlig retning, eller i dybden i de mest forurensede prøvepunktene.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Ingen registrerte verneområder i Naturbase. BØF ligger på naturtypen "kalkrike områder i fjellet". Det er registrert flere fuglearter av særlig stor forvaltningsinteresse i området hvor BØF ligger, og i sjø-/strandområde rundt lufthavnen. Rett øst for lufthavnen ligger Nikolaivatnet-Kålvatnet som er en viktig naturtype. Det er på BØF påvist THC i tilstandsklasse 2-3 i seks prøver, og i tilstandsklasse 4 i to prøver. Det er torv i alle prøvene unntatt en, og det er usikkert hvorvidt det er gjort humusrens før analyse, og om analysene kan vise forhøyet innhold av THC pga organisk materiale.

4 Brønnøysund lufthavn Brønnøy





4.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (ikke aktivt)
	Det er ikke oppgitt bruksperiode for feltet, men det er ikke lenger i bruk ettersom den nordøstlige delen av rullebanen nå ligger over BØF.

4.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

4.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	7
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Det har ikke vært mulig å ta prøver i selve brannøvingsfeltet, da dette ligger under dagens rullebane. Prøvene er derfor tatt av overflatemasser utenfor rullebanen og utenfor selve BØF.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	7
Antall jordprøver under 1 m	0
Kommentar/usikkerhet	Alle prøvene er overflateprøver tatt fra 0-0,1 meter. Massene er utelukkende beskrevet som grus.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	2060
Hvor	BØF 6 (0-0,1 m). Massene består av grus
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	2065
Hvor	BØF 6 (0-0,1 m). Massene består av grus
Kommentar/usikkerhet	Prøven BØF 6 er analysert for PFOS og PFOA, det gjelder også for de andre jordprøvene.

4.4 Mengdeberegning

Det er ikke beregnet mengde.	Det er ikke beregnet mengde på denne lokaliteten, ettersom BØF er under rullebane og ikke godt nok undersøkt.
Kommentar	I DP2 rapporten er det antatt at det mest forurensede området ligger innenfor en sirkel med et areal på 1963 m ² , og at mektighet på de forurensede massene er 2 meter. Det er beregnet at det ligger 14,7 kg PFOS i disse massene, og 0,036 kg PFOA. Disse beregningene er kun basert på konsentrasjonen i jordprøve BØF 6. Denne prøven har den høyeste påviste PFOS konsentrasjonen (2060 ug/kg), til sammenligning har resterende prøver PFOS mellom <1,9-57 ug/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Det antas at prøvepunktene er lokalisert på nordvestre og sørøstre side av BØF. Mot nordvest er det ikke påvist PFOS i punktene BØF 3 og 4, og < 9 ug/kg i BØF 1 og 2. Mot sørøst er det påvist PFOS mellom 40-60 ug/kg i BØF 5 og 7. Det er imidlertid påvist en konsentrasjon på 2060 ug/kg ved punkt BØF 6, og det er usikkert hvor mye lengre denne forurensningen strekker seg. Det er ikke tatt noen prøver sørvest eller nordøst for BØF, så det forurensede området er heller ikke avgrenset i disse retningene.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. I og med at BØF ligger under rullebanen har det ikke blitt tatt prøver i senter av BØF, og de undersøkte prøvepunkter har kun overflateprøver. Man kan derfor ikke si noe om vertikal spredning.
Kommentar/usikkerhet	

4.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Ett prøvepunkt (V4) er plassert nedstrøms BØF. 4 prøvepunkter er plassert ved drenerør og rørutløp på sydsiden av rullebanen. Ett prøvepunkt er plassert på nordsiden av rullebanen.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Det er ikke tatt grunnvannsprøver
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	534
Hvor	V4 (nedstrøms BØF). Prøven er tatt 5.10.11
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	553
Hvor	V4 (nedstrøms BØF). Prøven er tatt 5.10.11. Prøven er analysert for PFOS og PFOA
Kommentar/usikkerhet	Det er også påvist PFOS konsentrasjoner (mellom 15 og 169 ng/l) i de øvrige vannprøvene (V1-V3, V5 og V6) som er tatt ved flyplassen, selv om noen av disse ligger langt unna BØF.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	2,8 (0,43)*
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	(0,57)*
Til hvilken resipient	Skillbotnfjorden / Ytrefjorden. Det antas at BØF kan ha avrenning både mot både nordvest til Svarthopen, og sørvest til Ytrefjorden.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Jordkonsentrasjoner og vannkonsentrasjoner*
	Det er i DP2 rapporten beregnet grunnvannskonsentrasjoner ut ifra middel jordkonsentrasjon og en Kd på 10. Det er basert på dette beregnet stoffutslipp fra grunnvann på 2,8 g/år. *Tallet vist med parentes og stjerne er beregnet stoffutslipp fra overvann basert på konsentrasjoner i vannprøve V4 nedstrøms BØF.

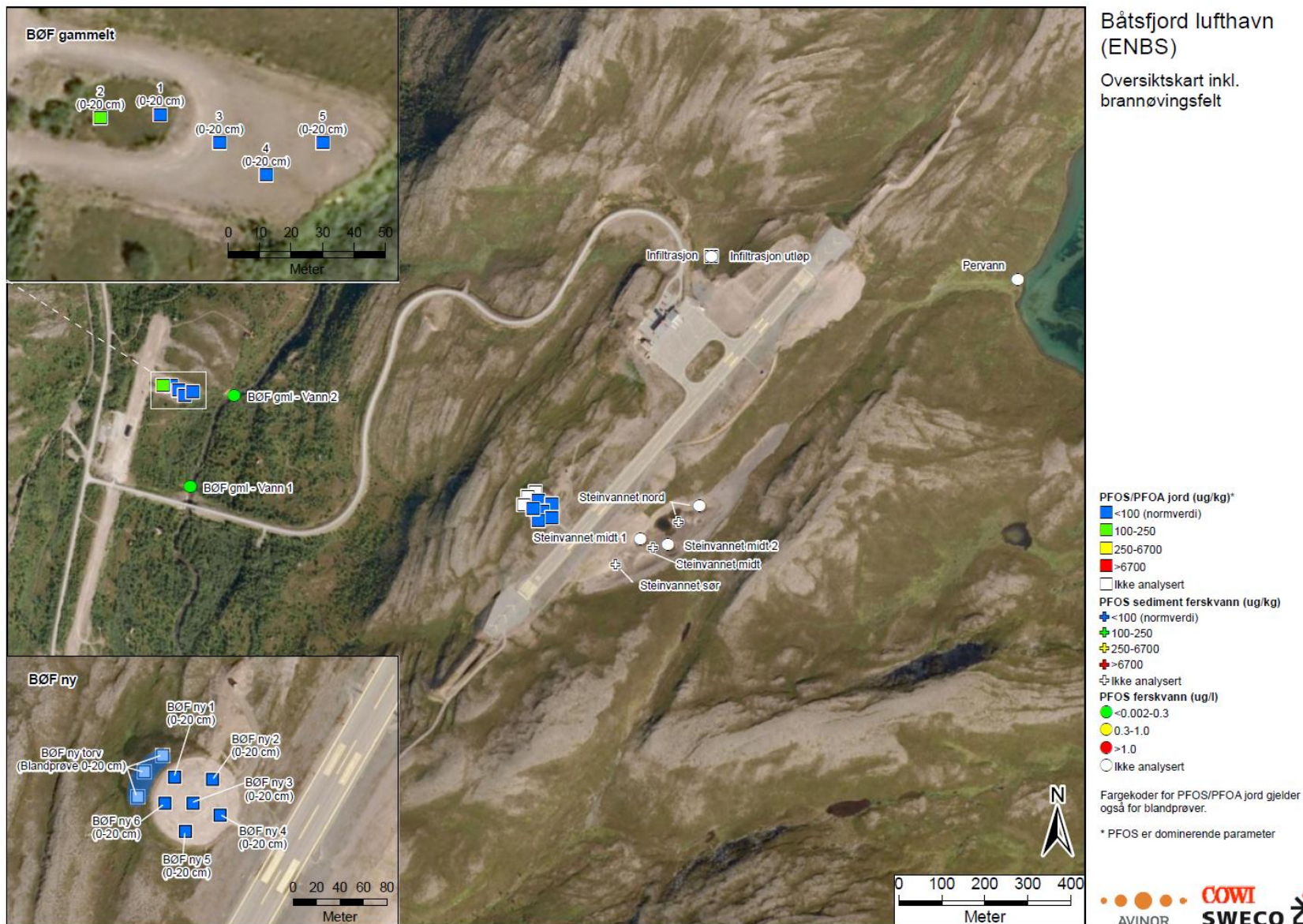
4.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

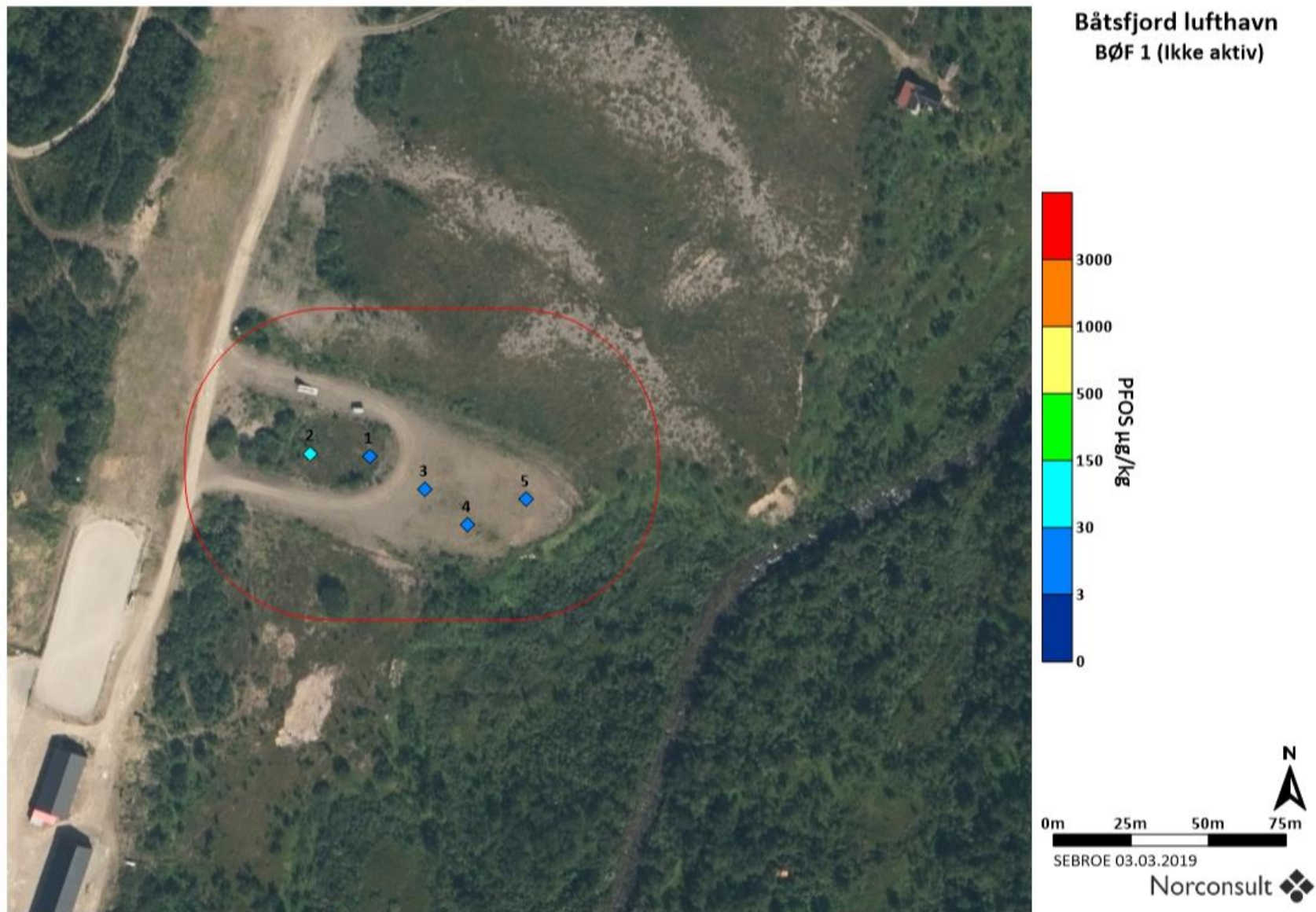
4.7 Usikkerhet og øvrige forhold

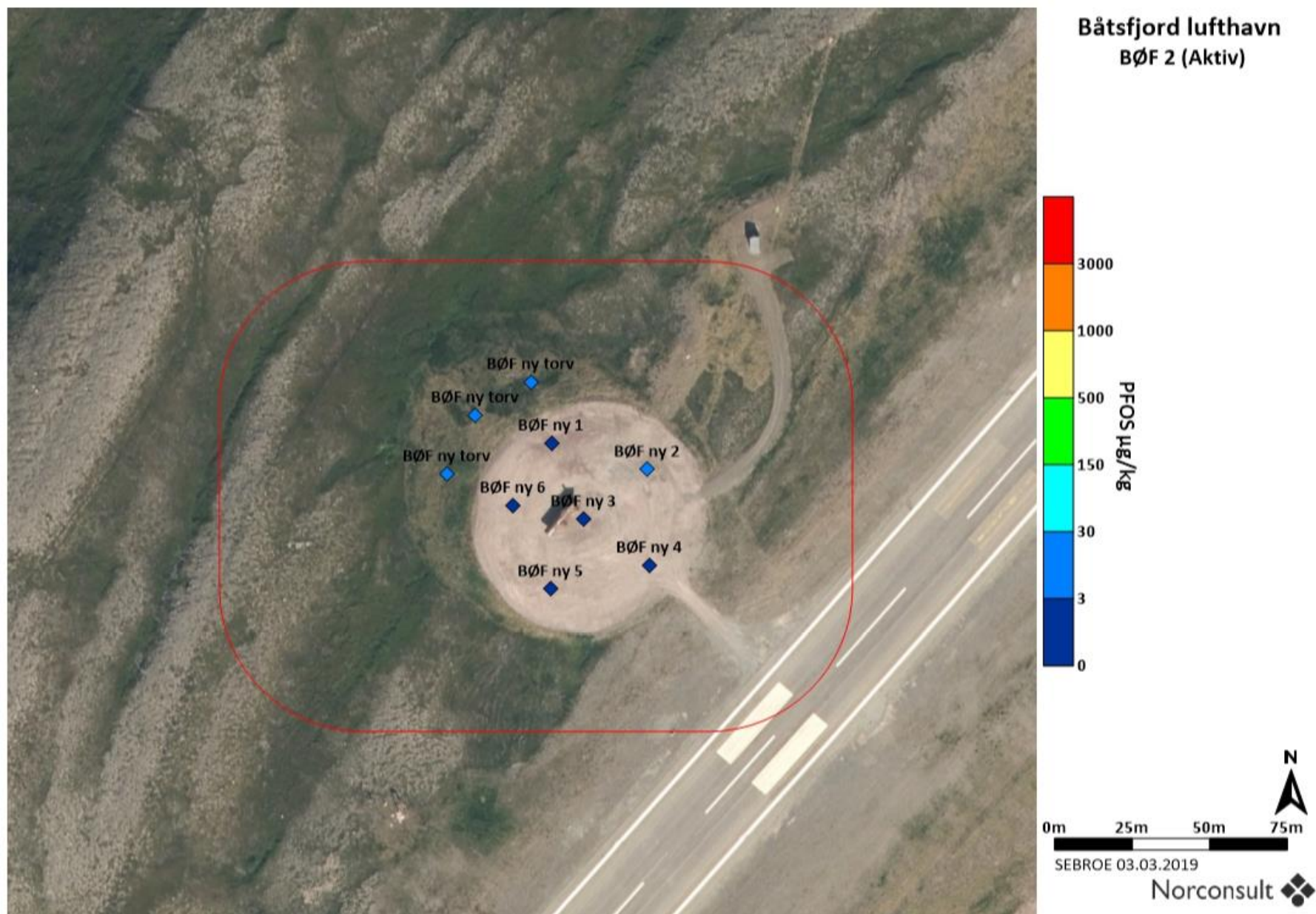
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes for biota fordi det ikke foreligger biotaprøver. Det er stor usikkerhet knyttet til mengden PFOS i grunnen, da det ikke har vært mulig å ta prøver av selve brannøvingsfeltet. Det er derfor vanskelig å konkludere om det er noen sammenheng mellom konsentrasjoner i jord og konsentrasjoner i vann.
Vurderinger	Jordprøven BØF 6 og vannprøven V4, som er prøvene med høyest PFOS konsentrasjoner, ligger relativt nærme hverandre. Det antas derfor at forurensningen i disse punktene stammer fra samme kilde.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er påvist konsentrasjoner av PFOS i vannprøvene som er tatt i den andre enden av rullebanen (V1, 54 ng/l, V2, 15-17 ng/l, og V3 100-123 ng/l), og vest for terminalområdet (V6, 13-22 ng/l) og ca 380 meter sørvest for BØF (V5, 32-169 ng/l). Det er på grunn av avstanden usikkert om konsentrasjonene ved V5 skyldes spredning fra BØF eller en annen kilde. For de andre vannprøvene er BØF ikke en sannsynlig kilde til de påviste konsentrasjonene. Det er også påvist ca. 7 µg/kg PFOS i en jordprøve fra området ved drivstoffanlegget til fly som ligger ca 350 meter sørøst for BØF. Prøven var tatt i 20-90 cm dyp i sjakt 1.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, lokaliteten er ikke godt nok kartlagt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1). Det er ikke tatt prøver av selve BØF, og det er ikke tatt noen dypereliggende prøver.
Kommentar/usikkerhet	
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremøter, verneområder etc.)	Det er ikke registrert verneområder i nær tilknytning til lufthavnen. Det er registrert flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse på og rundt flyplassen (fuglearter, sopp). I tillegg ligger det en naturtype (kalksjø) sørvest for flyplassbyggene. Breivika og Svarthopen (rett vest og øst for flyplassen) er ansett som svært viktige friluftsområder.

5 Båtsfjord lufthavn



VEDLEGG A





5.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, ikke aktivt)
	Båtsfjord lufthavn lå tidligere langs riksvei 981. BØF 1 (gammelt) ligger i tilknytning til den gamle flyplassen. Kommunen er eier av området, men Avinor benytter også området til øvelser. Det er ikke oppgitt driftsperiode for denne lokaliteten.	Dagens lufthavn ble åpnet for trafikk i 1999. Det er ikke oppgitt når BØF 2 åpnet. BØF 2 skal være lite brukt og aldri med kjemikalier. Lufthavnen har ikke tillatelse til å gjennomføre brannøvinger med kjemikalier ved dette feltet. Det kan allikevel være rester av PFOS eller andre PFAS forbindelser i utstyret som brukes.

5.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		Avinor faset helt ut PFAS-holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.

5.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, ikke aktivt)
Antall jordprøver totalt	5	7
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Samtlige prøver er tatt fra 0-0,2 m	Samtlige prøver er tatt fra 0-0,2 m
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	5	7
Antall jordprøver under 1 m	0	0
Kommentar/usikkerhet	Det er beskrevet at massene består av grus og sand i tre av punktene, torv og sand i ett punkt, og torv i ett punkt	Den ene prøven er en blandprøve av torv i tre punkter i skråningen rett vest for BØF. Resterende prøver er tatt på BØF og er beskrevet som grus.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	115	17
Hvor	2 (0-0,2 m). Massene består av torv	BØF ny 2 (0-0,2 m). Massene består av grus
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	115	17
Hvor	2 (0-0,2 m). Massene består av torv	BØF ny 2 (0-0,2 m). Massene består av grus
Kommentar/usikkerhet	Samtlige prøver fra BØF 1 er analysert for PFOS og PFOA. Det er ikke påvist PFOA i noen av prøvene. BØF 1 har ikke noe tydelig senterpunkt for øvelsene. Prøvene er tatt ut ifra et antatt senterpunkt, og i spredningsretning for øvelsene, uten at det er kjent i detalj. Prøvepunktene er derfor plassert i en rekke, fra vest mot øst.	Samtlige prøver fra BØF 2 er analysert for 11 PFAS forbindelser. Konsentrasjonene i BØF ny 2 er den høyeste. For andre forbindelser enn PFOS er det kun blandprøven av torv som har påvist PFBA rett over deteksjonsgrensen, og prøven BØF ny 5 som har påvist PFBA og PFOA rett over deteksjonsgrensen.

5.4 Mengdeberegning

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, ikke aktivt)
Mengder er ikke beregnet for noen av brannøvingsfeltene.	Ikke beregnet. Usikkert hvorvidt prøvene treffer senter av BØF (5 prøver).	Ikke beregnet, lave konsentrasjoner av PFOS og PFAS (7 prøver)
Kommentar	Fra DP2 rapport: Basert på gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon er det beregnet at det ligger 71 g PFOS i massene ved BØF 1. Det er da antatt at det forurensede området er 40X80 m stort, og at de forurensede massene har en mektighet på 0,5 m.	Det er ikke beregnet gjenværende mengder av PFOS/PFAS i grunnen i DP2 rapporten, da det kun er påvist konsentrasjoner av PFOS i to av punktene (17 µg/kg i BØF-ny-2 og 6,4 µg/kg i BØF-ny-torv). Det er kun påvist PFOA i ett punkt (1,8 µg/kg) og PFBA i to punkt. Det er ikke påvist 6:2 FTS i noen av punktene.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Prøvepunktene er plassert i en rekke, med punkt 2 lengst mot vest og punkt 5 lengst mot øst. Den høyeste konsentrasjonen (115 µg/kg) er påvist i punkt 2 som ligger lengst mot vest. Forurensningen som er påvist i punkt 2 er ikke avgrenset videre mot sør, nord eller mot vest. Det er påvist noe PFOS i de andre punktene også, men i lave konsentrasjoner (mellom 4-8 µg/kg). Dette er heller ikke avgrenset.	Det er påvist noe forurensning i blandprøven tatt av torven. Dette er midlertidig lave konsentrasjoner (6,4 µg/kg), og det er ikke grunn til å tro at denne forurensningen har en stor spredning horisontalt. Ved prøvepunkt BØF ny 2 er det påvist en konsentrasjon på 17 µg/kg. Denne forurensningen er ikke avgrenset i østlig eller nordlig retning.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. Det er ikke tatt noen prøver dypere enn 0,2 m, så det foreligger ingen informasjon om hvor dypt forurensningen strekker seg, eller eventuelle nivåer av forurensning i dypere lag.	Nei. Det er ikke tatt noen prøver dypere enn 0,2 m, så det foreligger ingen informasjon om hvor dypt forurensningen strekker seg, eller eventuelle nivåer av forurensning > 0,2 meters dyp. Det antas forholdsvis liten løsmassemektighet, ettersom det er bart fjell rett sør, vest og nord for BØF.
Kommentar/usikkerhet		Blandprøven gir ikke informasjon om konsentrasjonsvariasjonene i de tre punktene den er tatt fra.

5.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, ikke aktivt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Nei
Hvor	I Storelva, både oppstrøms og nedstrøms BØF 1	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Det er ikke tatt grunnvannsprøver	
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)		
Hvor		
Kommentar/usikkerhet		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	123	
Hvor	Vann 2 (Storelva nedstrøms BØF 1)	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	123	
Hvor	Vann 2 (Storelva nedstrøms BØF 1)	
Kommentar/usikkerhet	Prøvene er analysert for 11 PFAS forbindelser.	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	123	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Til Storelva. Storelva renner videre til Straumsnesvatnet, derfra gjennom Straumen til Båtsfjorden.	
Beregnet fra vann eller jordkons.	Beregnet ut ifra vannkonsentrasjoner	

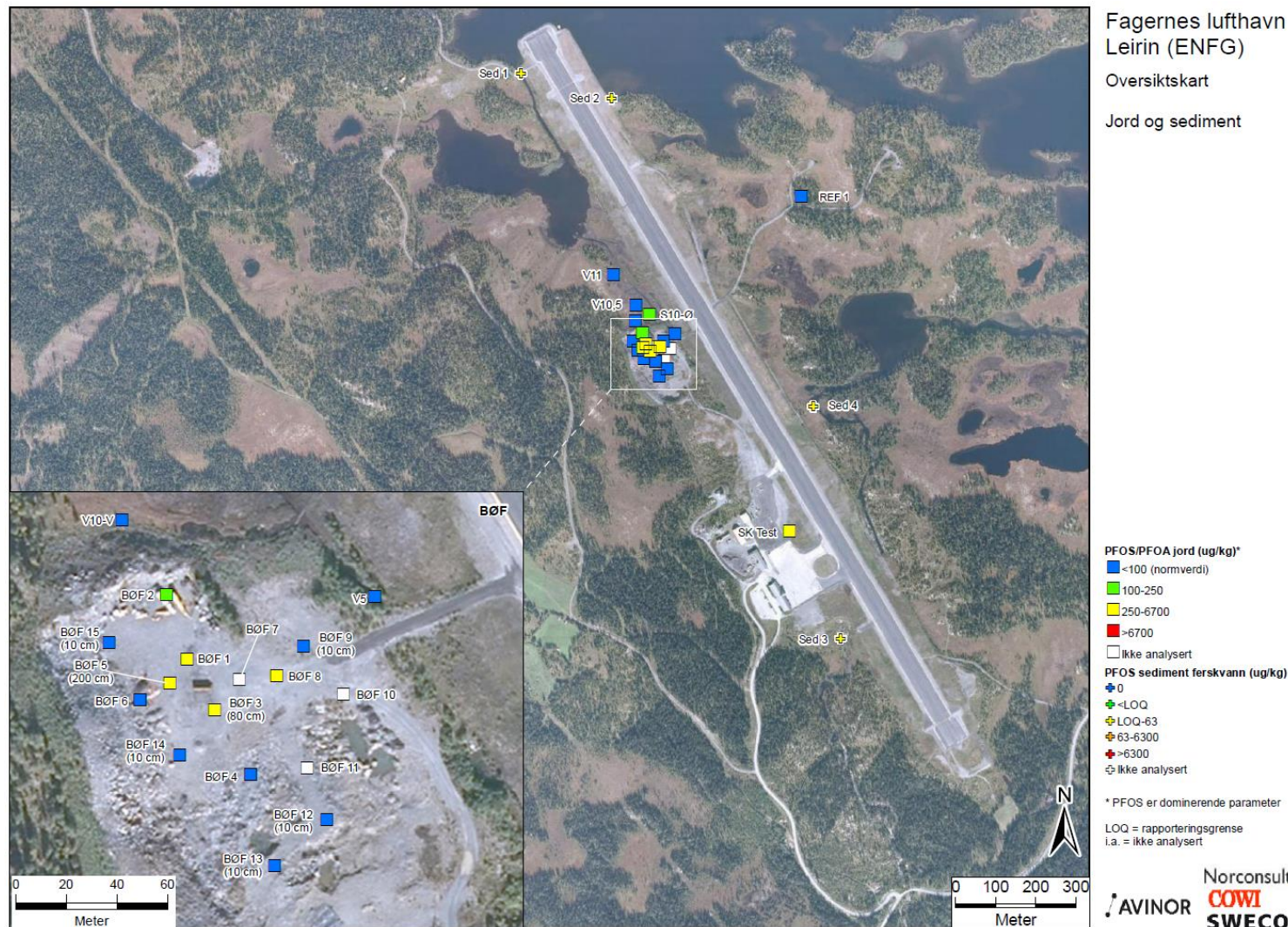
5.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei	Nei
Hva for biota?		
Hvor mange prøver?		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)		
Kommentar/referanse		
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.		

5.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, ikke aktivt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Det er for lite jordprøver til å beregne mengder PFOS i jorden. Det er ikke er tatt biotaprøver. Vannprøven som er tatt nedstrøms BØF 1 viser tydelig høyere konsentrasjoner av PFOS enn prøven som er tatt oppstrøms BØF1. Dette tyder på at det er en utlekking av PFOS fra BØF 1 til Storelva.	Kan ikke vurderes, da det ikke er tatt prøver av vann eller biota ved BØF 2.
Vurderinger		
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er ikke funnet noen tegn på at det er ytterligere kilder til PFOS på lokaliteten, men det kan ikke utelukkes.	Det er ikke oppgitt at det er ytterligere kilder til PFOS på lokaliteten, eller på lufthavnen forøvrig, men det kan ikke utelukkes. Det er enkelte ganger gjennomført havariøvelser utenfor rullebanen. Disse er oppgitt å ha foregått uten bruk av kjemikalier, men det kan være rester av PFOS eller andre PFAS i utstyret som benyttes.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, lokaliteten er for dårlig kartlagt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1). Det er kun fem jordprøver totalt, og det er kun overflateprøver. Prøvetakingen indikerer at det er små mengder PFOS i grunnen, men det usikkert hvorvidt prøvetakingen som er utført har truffet de mest forurensede områdene ved BØF 1, ettersom BØF 1 ikke har noe tydelig senterpunkt.	Ja. Det er kun analysert sju jordprøver totalt, og det er kun overflateprøver (0,2 meter), disse er imidlertid godt fordelt på området for BØF, og det antas å være liten løsmassemekthet på området. Det er kun påvist PFOS i tre prøver, og prøvetakingen indikerer at det er lave konsentrasjoner av PFOS og andre PFAS i grunnen. Lokaliteten vil derfor ikke prioriteres for tiltak ut ifra et kost/hytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	Det er bart fjell ca 260 meter nordvest for BØF, og området er registrert med bart fjell og skrint løsmassedekke i NGU sin løsmassedatabase. Det antas derfor ikke spesielt stor løsmassemekthet.	BØF er omringet av bart fjell og skrint løsmassedekke mot sørvest, vest og nord. Rullebanen som ligger sør/sørøst for BØF er etablert på steinfylling på nedsprenget fjell. Det antas derfor å være grunt til fjell og begrenset med forurensede løsmasser på BØF. Flyfoto viser at det ikke er noen plattform på BØF, slik at skum vil infiltrere i grusmassene som er lagt ut på BØF.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremøter, verneområder etc.)	Det er ikke registrert verneområder i nærheten av lufthavnen, men det er registrert arter av særlig stor nasjonal forvaltningsinteresse rett sørvest for gammel BØF, og i Båtsfjorden ca. 1,5 km nord for BØF.	Det er ingen registreringer i umiddelbar nærhet i Naturbase. Det står i DP2 rapporten at det er registrert en sjelden hoppekreps i Persvannet. Det er registrert arter av særlig stor nasjonal forvaltningsinteresse i Båtsfjorden ca. 1,7 km nord for BØF.

6 Fargernes lufthavn Leirin

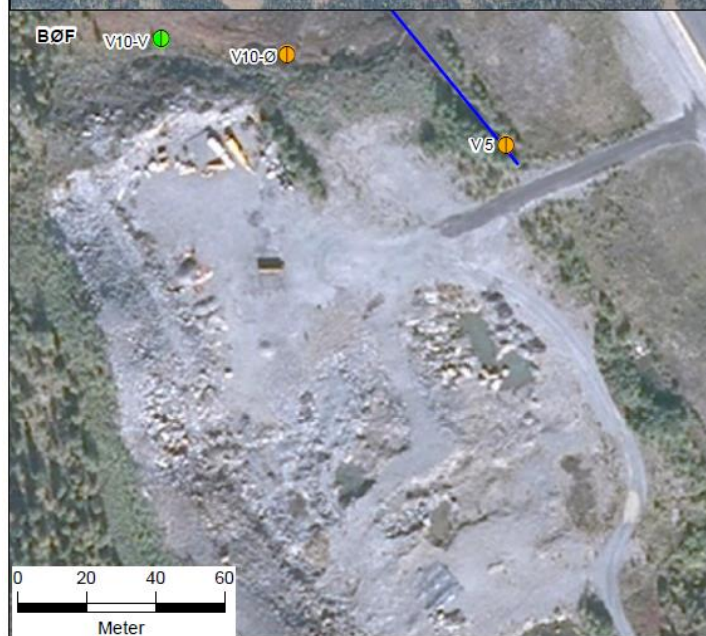


Ferskvann						
Punkt	Parameter	2011-10-13	2012-05-21	2013-06-21	2013-10-29	2014-05-21
V1	PFOS	99.4	67.3	80	66	54.6
	ΣPFAS	93.4	55.5	95.5	103	82.4
V2	PFOS	14	5.4	i.a.	i.a.	<LOQ
	ΣPFAS	14	5.4	i.a.	i.a.	<LOQ
V3, Leirfvi	PFOS	312	<LOQ	i.a.	i.a.	19.1
	ΣPFAS	327	<LOQ	i.a.	i.a.	61.7
V3, utløp kulvert	PFOS	i.a.	i.a.	313	<LOQ	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	735	<LOQ	489
V4	PFOS	16.5	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	16.5	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.
V5	PFOS	i.a.	2400	2980	1820	1320
	ΣPFAS	i.a.	2541.5	3980	3390	1600
V6	PFOS	i.a.	<LOQ	6.5	7.4	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ	6.5	7.4	<LOQ
K2	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	39.6
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	61
V10-Ø	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1220
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1490
V10-V	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ
V11	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

Grunnvannsbrenner			
Punkt	Parameter	2012-05-23	2013-06-21
V7	PFOS	<LOQ	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ	<LOQ

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l



Fagernes lufthavn Leirin (ENFG)

Oversiktskart

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrenner (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

Avlopsledning

— Avløp annet

— Avløp Felles

— Drensvann

— Glykolholdig overvann

— Glykolholdig spillvann

— Overvann

→ Pumpespillvannsledning

— Spillvann

Avrenning

— Deponi glykolforurenset snø

→ Overvannsledning

→ Avrenningsveg glykol

— Bekkeresipient

→ Overvannssystem

— Vannskille rullebane

→ Antatt avrenningsveg baneavising

☐ Mulig PFAS-lokalitet

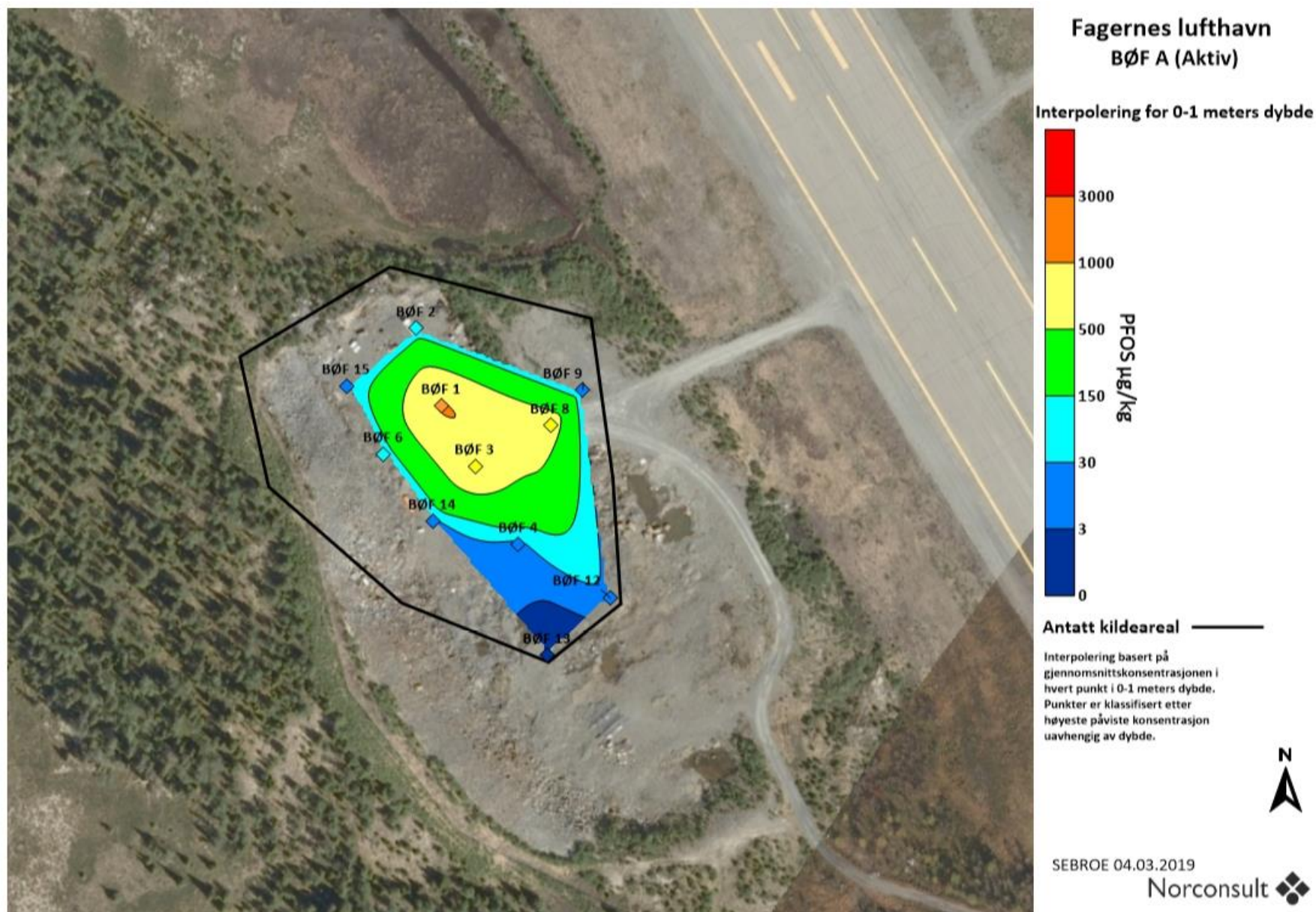
* Venstre halvdel = PFOS

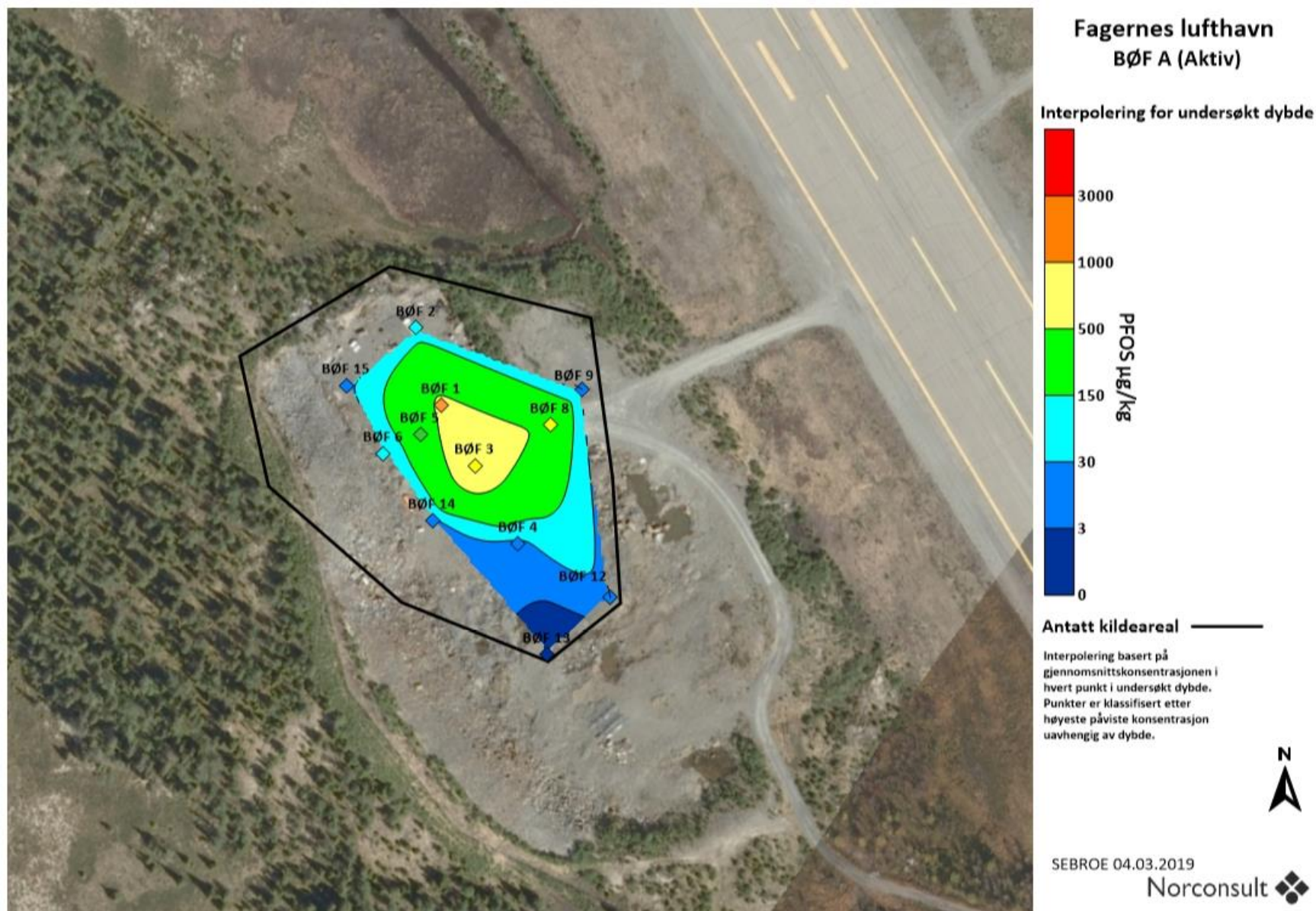
Høyre halvdel = ΣPFAS

i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense

(tilsv. ikke påvist for ΣPFAS)





6.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (ikke aktivt)
	Fagernes lufthavn er stengt fra sommeren 2018. Lufthavnen ligger 820 moh. Brannøvingsfeltet (BØF) ved Fagernes lufthavn har vært i drift siden lufthavnen ble bygget i 1987, og kan nå benyttes i begrenset omfang etter tillatelse fra Fylkesmannen. Det gjennomføres 3-4 øvelser i året, samt jevnlig tester av skumkanoner. Feltet benyttes kun av Avinor.

6.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

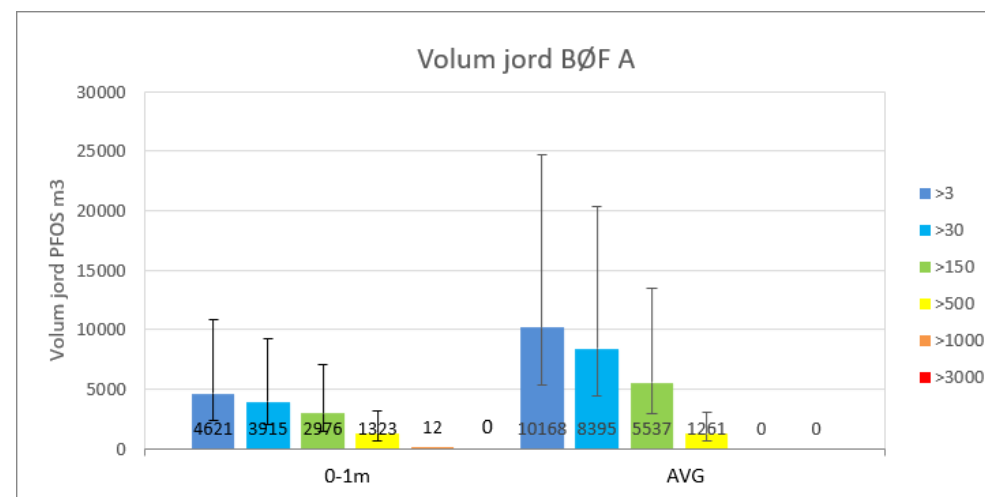
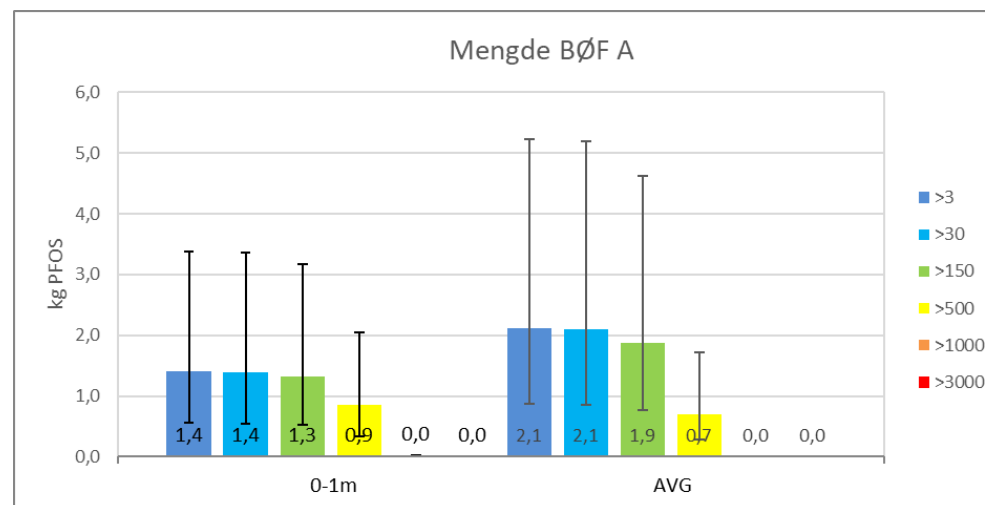
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	76
Kommentar/usikkerhet	Beregning er basert på bruk i perioden 1987 til 2001
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	24
Kommentar/usikkerhet	Beregning er basert på bruk i perioden 2001 til 2012

6.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	17
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Alle prøvene i toppjorden er fra 0-10 cm dyp, med unntak av en fra 80 cm dyp. Resterende prøver er fra varierende dybder mellom 100 og 220 cm dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	11
Antall jordprøver under 1 m	6
Kommentar/usikkerhet	Massene er oppgitt å være grus og sprengstein.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	1070
Hvor	BØF 1-1 i øverste lag 10 cm under terreng. Massene er sprengstein
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	1079
Hvor	BØF 1-1 i øverste lag 10 cm under terreng. Massene er sprengstein
Kommentar/usikkerhet	Det er kun analysert PFOA og PFOS i jordprøvene.

6.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	231
Areal (m2)	4622
Mengde jord (tonn)	18303
Mengde PFOS (kg)	2,1
Usikkerhet -	1,2
Usikkerhet +	3,1
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	278
Areal (m2)	3816
Mengde jord (tonn)	15111
Mengde PFOS (kg)	2,1
Usikkerhet -	1,2
Usikkerhet +	3,1
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	375
Areal (m2)	2517
Mengde jord (tonn)	9967
Mengde PFOS (kg)	1,9
Usikkerhet -	1,1
Usikkerhet +	2,7
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	612
Areal (m2)	573
Mengde jord (tonn)	2269
Mengde PFOS (kg)	0,7
Usikkerhet -	0,4
Usikkerhet +	1,0



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	I risikovurdering for BØF A utført i 2016, er det beregnet at det er en restmengde på 8,5 kg ± 3 kg PFOS i grunnen fordelt på et areal på 5 300 m2 og dybde på 3 meter. Differansen mellom vurderingen i 2016 og nå i 2019 skyldes i stor grad at andelen finstoff er tatt med i beregningen nå i 2019. Denne størrelsen har usikkerheter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, kun i syd ved sjakt BØF 13 er det konsentrasjoner av PFOS under 3 µg/kg. Ytterpunktene mot nordvest (BØF 15) og mot sørøst (BØF 12) har konsentrasjoner < 5 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, det er PFOS konsentrasjoner over 100 µg/kg i de dypeste prøvene i flere sjakter. Det er imidlertid begrenset løsmassemektighet, ettersom feltet er etablert i et utsprengt område. Det er oppgitt i DP2 rapport at det er grunt til fjell, og det er beskrevet fjell på mellom 80 og 200 cm dyp i fem av sjaktene.
Kommentar/usikkert	5 av prøvepunktene har kun tatt prøver av topplag, flere av prøvene har oppgitt at de er tatt av fjell. Dette kan bety at bergoverflaten er observert i disse sjaktene, men det er usikkert. Der er kun tatt analyser av PFOS og PFOA.

6.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	I avrenningsområder mot resipient, nær BØF, samt rundt terminalområdet.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Ikke påvist
Hvor	V7, som er prøve av lufthavnens vannforsyningsbrønn lokalisert vest for terminalområdet
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	Ikke påvist
Hvor	V7, som er prøve av lufthavnens vannforsyningsbrønn lokalisert vest for terminalområdet
Kommentar/usikkerhet	Analysert for 12 PFAS forbindelser.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	2980
Hvor	Overflatevann V5 nordøst for BØF (21-06-2013)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	3980
Hvor	Overflatevann V5 nordøst for BØF (21-06-2013)
Kommentar/usikkerhet	Analysert for 12 PFAS forbindelser. Punkt V5 representerer overvann og grunnvann fra brannøvingsfeltet og myrområdet som renner inn i Kalken.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	40
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	BØF har avrenning via innsjøen Kalken og videre til innsjøen Leirin.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon

6.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Sik, ørret, abbor, og ørekyte
Hvor mange prøver?	90
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	1700
Hvor	2.2L Abbor, lever, stasjon 2, Kalken
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	1709
Hvor	2.2L Abbor, lever, stasjon 2, Kalken
Mediankonsentrasjon (µg/kg våtvekt) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	787
Kommentar/referanse	I lever fra Abbor i Tyrifjorden rapporteres det konsentrasjoner: 322, 486, 787, 848, 1110 µg/kg (median 787 µg/kg). Kildesporing av PFAS til Tyrifjorden, NGI 2017.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

6.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert. Det er høye konsentrasjoner i biota i innsjøen Kalken og relativt lave estimerte mengder av PFOS i undersøkt volum på BØF.
Vurderinger	Det er estimert at det er benyttet 76 kg PFOS og 24 kg PFAS ved lokaliteten i perioden 1987-2012. Det er ikke asfaltert eller anlagt oppsamlingssystem for kjemikalier. Grunnvannsstanden ligger 1-2 m under terreng. Grunnen under BØF består i stor grad av sprengstein, sprengsteinen har høy permeabilitet. Høy utlekking kan forklare at det er estimert relativt lite PFOS (ca. 2,1 kg) i massene på BØF, og høye PFOS konsentrasjoner i biota i innsjøen Kalken, samt relativt høye konsentrasjoner av PFOS/PFAS i prøvepunktet V5 av overflatevann rett nedstrøms BØF.
Beregning	Ikke grunnlag for beregning av k_d da det ikke er tatt grunnvannsprøver.
Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?	Vask av brannbil og testing av kanonen/innstilling av skumbildet på kanonen har jevnlig blitt utført på gressområdene ved terminalområdet. Punktet V3, Leirelvi ligger syd for terminalområdet og prøven er tatt langs elvebredden i Leirelvi. I tillegg er det prøvetatt vann fra en kulvert som drenerer snødeponiet ved terminalområdet (V3 utløp kulvert) og renner ut i Leirelvi. Begge punkter viser lave til moderate konsentrasjoner av PFOS (fra ikke detektert til 313 ng/l) og PFAS (fra ikke detektert til 735 ng/l). Vannet kan motta PFOS/PFAS fra gressområdene på terminalområdet som er blitt benyttet til vask av brannbil/test av kanoner, samt fra aktiviteter ved verkstedsområdet. PFOS utgjør hovedandelen av PFAS-konsentrasjonen i avrenningen, men det er også påvist konsentrasjoner av 6:2 FTS. Det er påvist lave konsentrasjoner (<10 ng/l) av PFOS/PFAS i Leirelvi nedstrøms lufthavnen (V6).
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremøter, verneområder etc.)	Fylkesmannen i Oppland nevner blant annet Nord-Aurdal som en kommune med myrkomplekser som har særlig verdi for biologisk mangfold. Det kan finnes truede fuglearter i nærområdet. Det er registrert arter av særlig stor forvaltningsinteresse ca. 1 km øst for lufthavnen. Leirin er et fiskevann. Det er på BØF påvist THC i tilstandsklasse 2-3 i tre jordprøver, og i tilstandsklasse 4 i en jordprøve.

7 Florø lufthavn





Florø lufthavn
(ENFL)

Oversiktskart inkl.
brannøvingsfelt

Vann

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊖ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

* Venstre halvdel = PFOS
Høyre halvdel = PFAS

PFOS / Σ PFAS sjøvann (ng/l) **

⊖ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-23

23-7 200

>7 200

** Senter = PFOS
Ytre ramme = PFAS

Avlopsledning

Avløp annet

Avløp Felles

Drensvann

Glykolholdig overvann

Glykolholdig spillvann

Overvann

Pumpespillvannsledning

Spillvann

Avrenning

Deponi glykolforurenset snø

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

Overvannsystem

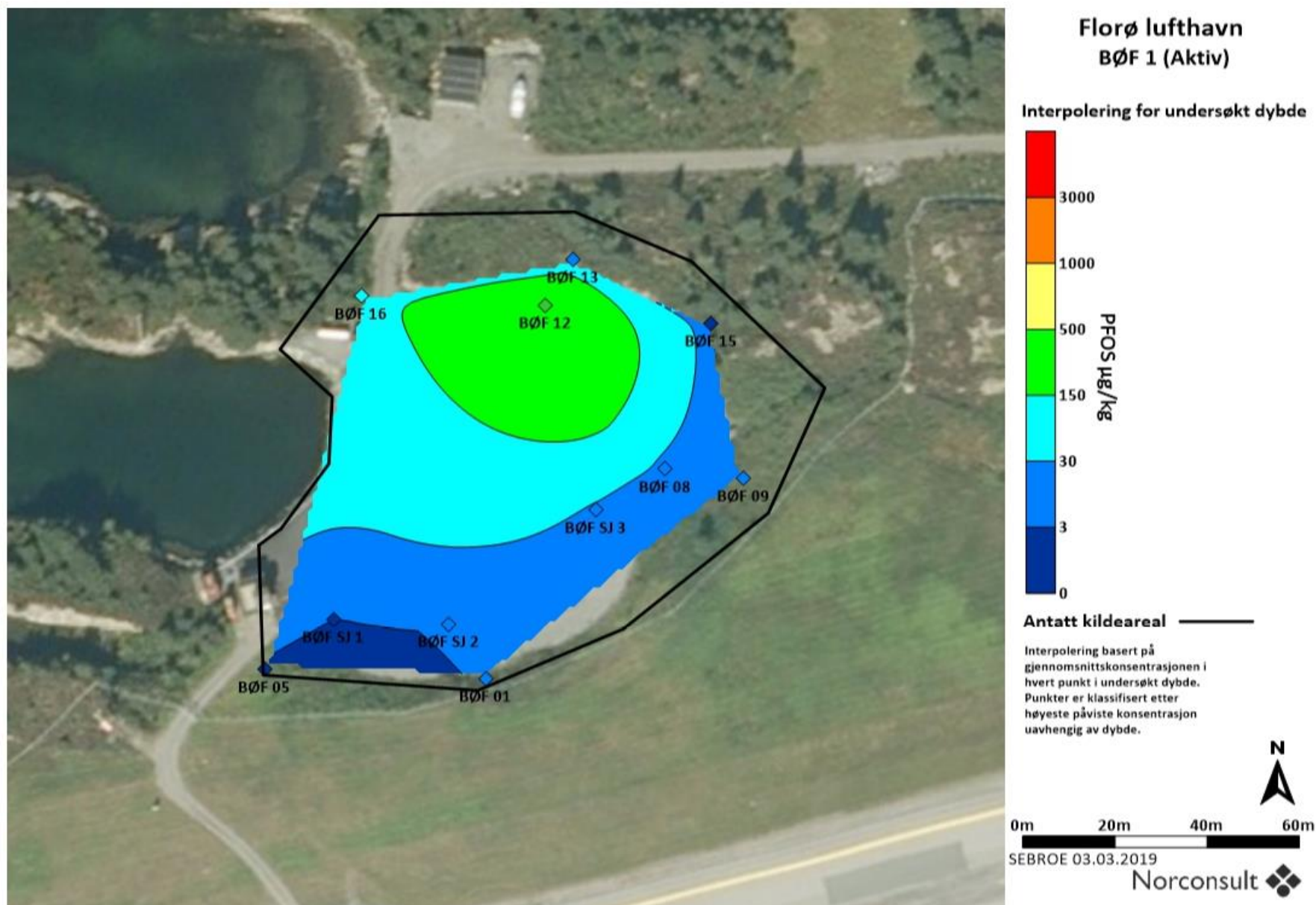
Vannskille rullebane

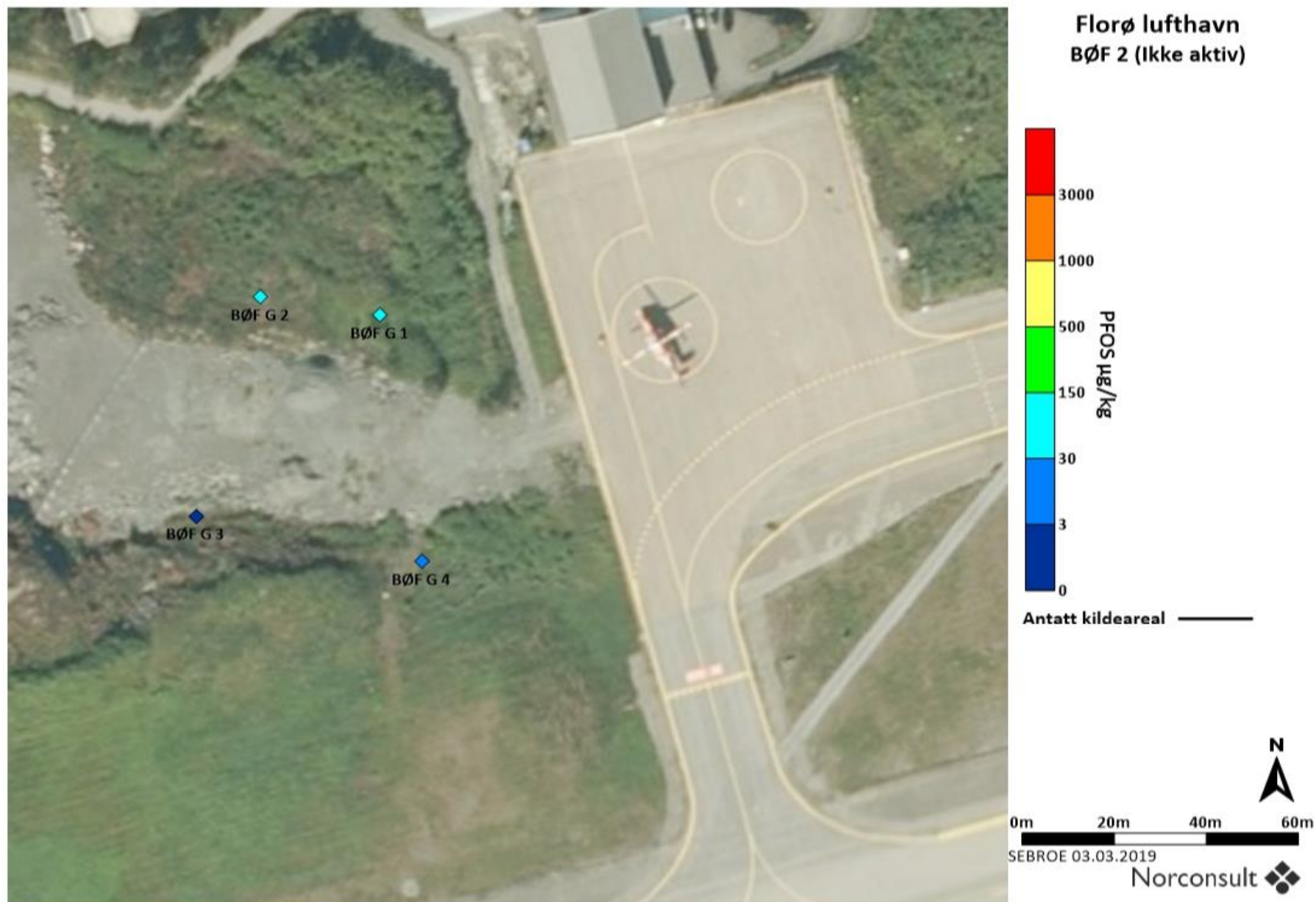
Antatt avrenningsveg baneavising

i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense

(tilsv. ikke påvist for ΣPFAS)





7.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (aktivt)	BØF2 (gammelt)
	Feltet ble tatt i bruk i 2007/2008	BØF2 var i bruk fra 1971 til 2007

7.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	0	820
Kommentar/usikkerhet	Skal ikke ha vært benyttet skum med PFOS som hoved PFAS-komponent.	Estimert forbruk i perioden 1978-2002.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	70	70
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk av PFAS i perioden 2007-2011. Avinor faset helt ut PFAS holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.	Estimert forbruk i perioden 2002-2007.

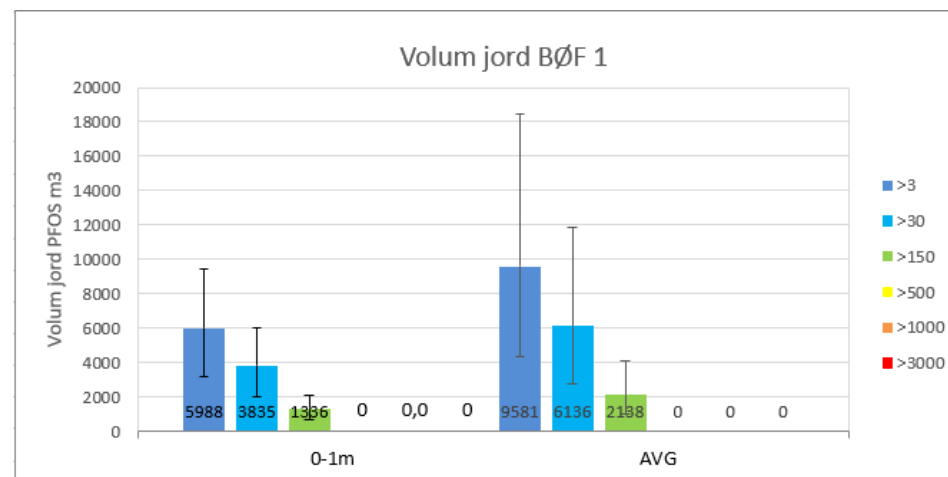
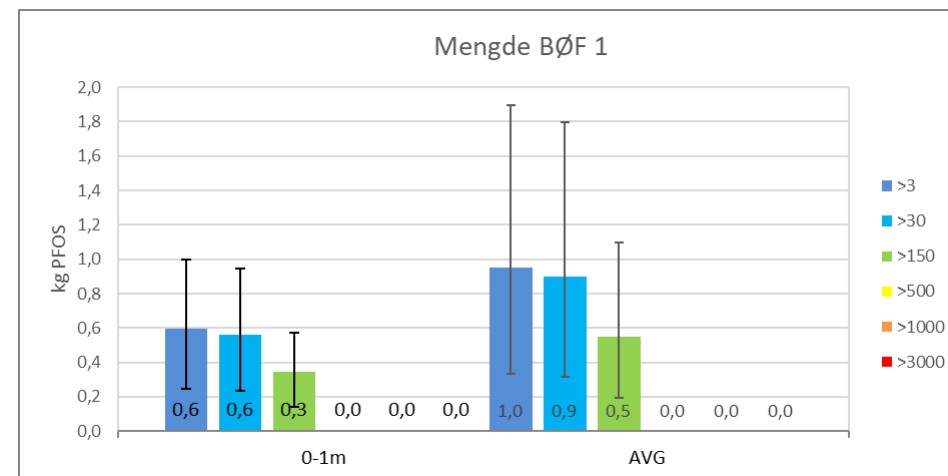
7.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (aktivt)	BØF2 (gammelt)
Antall jordprøver totalt	12	4
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Ca. 60 % av prøvene er fra mellom 5-10 cm dyp. En av prøvene er av slam fra 0-5 cm, resten er av organisk jord eller sprengstein.	100 % av prøvene er fra 5-10 cm dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	12	4
Antall jordprøver under 1 m	2	0
Kommentar/usikkerhet	Totalt 14 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m.	
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	482	45,6
Hvor	Prøvepunkt BØF12 (0-5 cm). BØF16 (5-10 cm) av organisk jord har den nest høyeste konsentrasjonen (88,2 µg/kg).	BØF G2. Kun analysert for PFOS og PFOA
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	482	45,6
Hvor	Prøvepunkt BØF12 (0-5 cm). Prøven er kun analysert for PFOS og PFOA, men denne prøven har høyere PFOS konsentrasjon enn sum PFAS i prøver som er analysert for flere forbindelser. Kun fire prøver er analysert for flere (11) forbindelser enn PFOS/PFOA. Det er ikke påvist 6:2 FTS som ofte forventes på nyere BØFer. BØF16 (5-10 cm) av organisk jord har den nest høyeste konsentrasjonen sum PFAS (150 µg/kg).	BØF G2. Prøven er kun analysert for PFOS og PFOA.
Kommentar/usikkerhet	BØF 12 er en prøve av slam, og ikke av organisk jord og sprengstein slik som de andre prøvene.	

VEDLEGG A

7.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg		Det er ikke beregnet mengder for BØF 2
Konsentrasjon (µg/kg)	92	
Areal (m2)	5988	
Mengde jord (tonn)	17245	
Mengde PFOS (kg)	1,0	
Usikkerhet -	0,6	
Usikkerhet +	0,9	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	136	
Areal (m2)	3835	
Mengde jord (tonn)	11045	
Mengde PFOS (kg)	0,9	
Usikkerhet -	0,6	
Usikkerhet +	0,9	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	238	
Areal (m2)	1336	
Mengde jord (tonn)	3848	
Mengde PFOS (kg)	0,5	
Usikkerhet -	0,4	
Usikkerhet +	0,5	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (aktivt)	BØF2 (gammelt)
Kommentar til beregningene	I risikovurdering for BØF 1 utført i 2016, er det beregnet at det er en restmengde på 0,65 kg ± 0,3 kg PFOS i grunnen. Det er også utført en beregning uten å ta med prøven fra punkt BØF12, ettersom det er usikkert hvorvidt denne er representativ, og restmengden er da beregnet til 0,2 kg ± 0,086 kg. Det er i beregningene tatt utgangspunkt i et areal på ca. 3 500 m ² , og en homogen forurensningsdybde på 1,6 meter.	
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Forurensningen ser ut til å være avgrenset mot sør, ettersom det ikke er påvist PFAS i ytterpunkt BØF05, og høyeste konsentrasjon i ytterpunktene BØFSJ1, BØF01 er henholdsvis 2,8 og 3,3 µg/kg. Mot vest er det sjø.	Prøvene er tatt i ytterkant av det som tidligere var BØF 2. To av prøvepunktene er mot nord, ett mot sørvest og ett mot sørøst. Prøven mot sørvest er under deteksjonsgrense, og prøven mot sørøst har 9,9 µg/kg, slik at det kan tyde på en avgrensning av forurensning i overflaten i disse retningene. Mot nord er konsentrasjon i begge prøvepunkter ca. 40 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. Mektighet av løsmasser er ikke klart beskrevet, men BØF 1 ligger imidlertid på mellom kote + 3 mot vest og + 5 mot øst, slik at løsmassene er i kontakt med grunn/sjøvann på maksimalt 3 meters dyp mot vest. Ut ifra historiske flyfoto er det østre del av feltet bygget på svaberg, og vestre del fylt ut i sjø. Løsmassemekthet over fjell mot øst antas være mellom 1-3 meter.	Nei. Det er for få prøver.
Kommentar/usikkerhet	Mot øst og nord er høyeste konsentrasjon i ytterpunktene < 20 µg/kg (BØF09, BØF15, BØF13). Ikke avgrenset mot nordvest (BØF16 med 88 µg/kg).	

7.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (aktivt)	BØF2 (gammelt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Nei
Hvor	Oljeutskiller tilknyttet overvannssystemet, sjøvann og grunnvann i sjakt	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	102	
Hvor	V2 (2011-11-03) grunnvann i sjakt	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	174	
Hvor	V2 (2011-11-03) grunnvann i sjakt	
Kommentar/usikkerhet	Kun analysert for PFOS og PFOA.	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)		
Hvor		
	Det er ikke påvist PFAS i sjøvann, og utover dette er det kun prøver fra oljeutskiller som er tilknyttet det kommunale overvannsnett. Vannprøver fra oljeutskiller anses ikke representative for overflatevann i området. De fem vannprøvene i oljeutskiller er tatt mellom 2011 og 2015, og viser høye konsentrasjoner sum PFAS (2000-30 000 ng/l), og spesielt for 8:2 FTS (200-28 000 ng/l), 6:2 FTS (700-9000 ng/l) og PFOS (300-3600 ng/l). Ved store nedbørsmengder kan overvannssystemet og oljeutskilleren gå i overløp til Gunhildvågen rett utenfor BØF. Det har ikke vært benyttet PFAS-holdig skum ved Avinors lufthavner etter 2012, og oljeutskillerne tømmes og rengjøres en gang i året (med mindre de produserer < 1kg olje i løpet av året), evt oftere ved behov. Vannprøve fra oljeutskilleren tatt i 2018 har konsentrasjon av PFAS under 7000 ng/l.	

Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	4,6 (2)*	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet (15)*	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Sjø, Gunhildvågen. (oljeutskiller)*	Sjø, Gunhildvågen
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon grunnvann, og vannprøver fra oljeutskiller.	
	*Det er basert på målte konsentrasjoner i vannprøver fra oljeutskilleren beregnet mengder PFOS og PFAS som spres til kommunalt nett via oljeutskiller, det er oppgitt med parantes. Beregningen er fra 2016, og det er usikkert om den er representativ for dagens situasjon.	

7.6 Biotaprvøvetaking

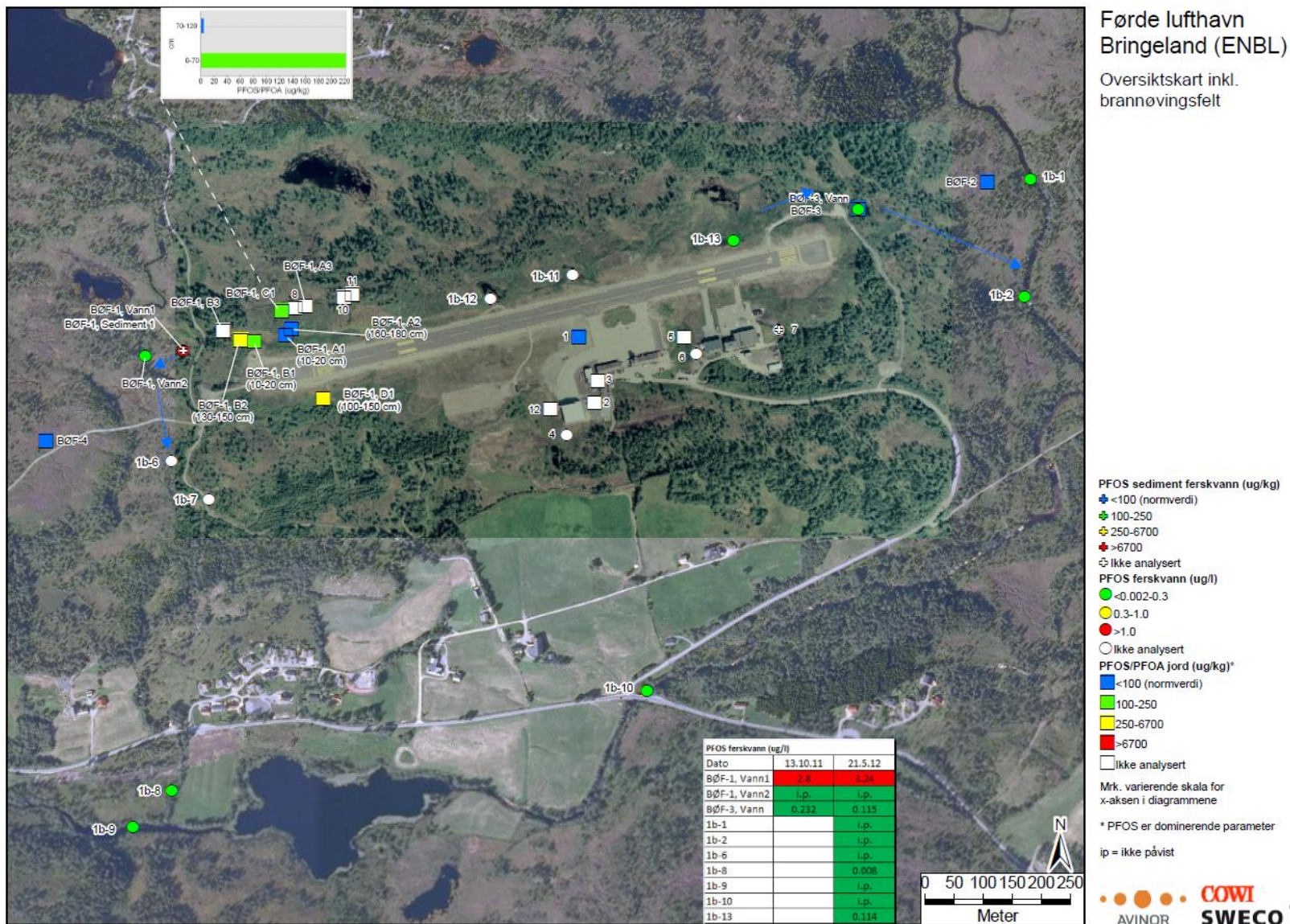
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (aktivt)	BØF2 (gammelt)
Er det tatt biotaprøver ved lokaliteten?	Ja	Ja
Hva for biota?	Fjæremark, stripestrandreke, albusnegl, blåskjell	Stripestrandreke, albusnegl
Hvor mange prøver?	5	2
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	94	4,5
Hvor	Stasjon 2, blandprøve, hele individ albusnegl	Stasjon 3, blandprøve, hele individ albusnegl
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	124	4,5
Hvor	Stasjon 1, blandprøve, stripestrandreke. Sum av 14 PFAS-forbindelser.	Stasjon 3, blandprøve, helt dyr albusnegl. Sum av 14 PFAS-forbindelser.
Mediankonsentrasjon (µg/kg våtvekt) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	33,75	7,2
Kommentar/referanse	Mediankonsentrasjon av sum PFAS i albusnegl (n=6) i en bukt rett utenfor BØF ved Statoil Mongstad i 2015. Mediankonsentrasjon av PFOS i de samme prøvene var 7,2 µg/kg. Hentet fra Statoil Petroleum rapport; Miljøgifter i biota ved Statoil Mongstad 2015, SAM e-rapport nr: 35-2015.	Mediankonsentrasjon av sum PFOS i albusnegl (n=6) i en bukt rett utenfor BØF ved Statoil Mongstad i 2015. Mediankonsentrasjon av sum PFAS i de samme prøvene var 33,75 µg/kg. Hentet fra Statoil Petroleum rapport; Miljøgifter i biota ved Statoil Mongstad 2015, SAM e-rapport nr: 35-2015.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.		

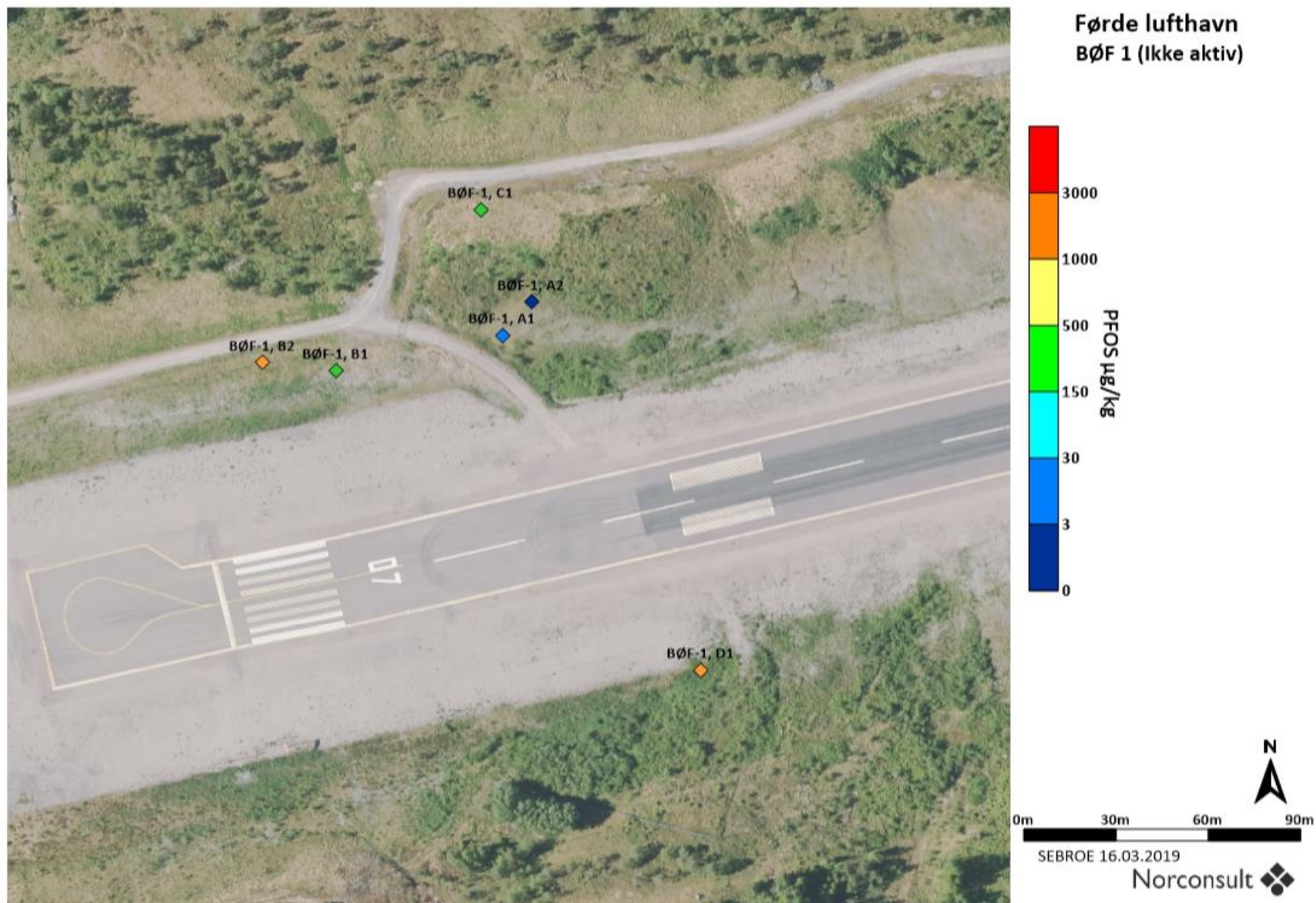
7.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (aktivt)	BØF2 (gammelt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Usikkert, men det anses som sannsynlig at massene ikke inneholder store mengder PFAS, på grunn av asfalt/oppsamlingssystem og sprengsteinmasser. Lokaliteten har ikke nok vannprøver til å vurdere målte konsentrasjoner i vann. Det er relativt høye konsentrasjoner i undersøkt biota, og undersøkelsene i jord tilsier at det er lite PFAS i massene. Masser av sprengstein under asfalt sentralt på BØF er ikke undersøkt, noe som gir økt usikkerhet til mengdeberegningen av PFOS (angitt som usikkerhetsfaktor for areal i beregningen). Det bør undersøkes om biota kan være påvirket av andre kilder til PFAS forurensning i Gunhildvågen (feks industriområdet 300 meter nordvest), ettersom biota tydelig er påvirket i større grad ved BØF 1 (aktiv) enn ved BØF 2, og bukta BØF 2 drenerer til et langt mindre eksponert for ytre påvirkning pga. moloen. I tillegg er det ikke påvist forbindelser som 6:2 FTS eller 8:2 FTS i biota ved aktiv BØF som er hovedkomponentene i skum benyttet fra 2001-2012.	Ikke beregnet mengder pga. lokaliteten er for dårlig kartlagt lokalitet.
Vurderinger	Konsentrasjonene av sum PFAS i fire av fem biotaprøver (alle er av ulike typer biota) er mellom 20,6-124 µg/kg. Dette kan tyde på at det foregår/har foregått en spredning til sjø, enten ved overflateavrenning ut fra asfalt eller utlekking via grunnen. Det er generelt påvist lave konsentrasjoner av PFOS/PFAS i jord i de undersøkte prøvepunktene i grunnen rundt det asfalterte området på BØF 1. Brannøvingsfeltet er nyere, med oppsamlingssystem for vann og kjemikalier på plattform. Oppsamlet vann fra asfalterte områder ledes til kommunalt renseanlegg og deretter til Solheimsfjorden. Ved store nedbørsmengder kan oljeutskilleren gå i overløp direkte til Gunhildvågen rett utenfor BØF 1. Det er påvist forhøyede PFAS konsentrasjoner i jorden mot nord og nordvest for asfaltområdet. Prøven av grunnvann i sjakt har lave konsentrasjoner, men er tatt mot sør hvor det også er påvist de laveste konsentrasjonene i jord. Ettersom det er sprengsteinmasser under BØF, forventes det at eventuell lekkasje til grunnen i asfalsprekker, overflateavrenning som renner til asfaltkantene eller bruk/søl av PFAS utenfor plattformen i liten grad holdes tilbake i massene. Ut ifra kotekart og bilde av BØF i DP2 rapporten, ser det ut som asfalten har noe fall mot sjø i retning nordvest, slik at noe avrenning kan gå direkte til sjø. Videre viser historiske flyfoto at asfaltområdet rundt øvingsflykroppen var ca. 650 m ² opprinnelig i 2007, og deretter ble den utvidet til dagens størrelse en gang før 2010. Det kan derfor ha foregått større grad av spredning til grunnen (i deler som nå er asfaltert), samt til sjø i denne perioden. Det vurderes som sannsynlig at evt forurensning i masser sentralt på BØF i stor grad har lekket ut til grunnvann/sjø.	Biota er tydelig påvirket i større grad ved BØF 1 (aktiv) enn ved BØF 2. Ettersom BØF 2 er lite kartlagt kan dette skyldes mange ulike forhold, som vannutskifting, grad av utlekking fra BØF, mengder PFAS i jord, osv. En mulig årsak kan også være dersom innhold av PFAS i bukta ved BØF 1 skyldes påvirkning fra en annen kilde til PFAS i Gunhildvågen. Det er en større industri-eiendom ca 700 meter vest for BØF 2, rett på andre siden av Gunhildvågen. Her ligger blant annet verdens største fiskeforfabrikk, Ewos AS, og et større kaianlegg. Havnen som BØF 2 drenerer til ligger mindre eksponert for evt påvirkning fra utsiden pga. moloen som gjør at det kun er en liten åpning ut av havnen, og det er lave konsentrasjoner i biota. Bukta utenfor BØF 1 er mer eksponert for ytre påvirkning, og har også langt høyere konsentrasjoner i biota.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Informasjon fra lufthavnen tilsier at det kan være PFAS-forurensning utenfor garasjeanlegget etter at brannbiler både har vært vasket ute og inne. Brannbilene har blitt fylt med brannskum inne i garasjen. Det er også en større industri-eiendom ca 300 meter nordvest for BØF 1, rett på andre siden av Gunnhildvågen. Her ligger blant annet verdens største fiskeforfabrikk, Ewos AS, og Norway Pelagic som produserer fiskeprodukter. Området har et større kaianlegg med 6 ulike kaier.	Det er en større industri-eiendom ca 700 meter vest for BØF 2, rett på andre siden av Gunnhildvågen. Her ligger blant annet verdens største fiskeforfabrikk, Ewos AS, og Norway Pelagic som produserer fiskeprodukter. Området har et større kaianlegg med 6 ulike kaier. Men havnen som BØF 2 drenerer til ligger mindre eksponert for evt påvirkning fra utsiden pga moloen som gjør at det kun er en liten åpning ut av havnen.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Nei, lokaliteten er ikke godt nok kartlagt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1). Det er for få prøver, og kun undersøkt i overflaten rundt det som antas å være senter av BØF, ettersom det er lagt sprengsteinmasse over senter av BØF.
Kommentar/usikkerhet	Alle prøvepunktene er fra ytterkantene av feltet (sør/øst og nord). Mot vest er det sjø. Det er ingen prøver i senter av BØF, der er det asfaltdekke, og masser under feltet består av sprengstein. Det er ikke sannsynlig at det lenger er store mengder PFOS i sprengsteinmassene under asfalt, men for denne lokaliteten er det allikevel stor usikkerhet knyttet til at det ikke er undersøkt i senter av BØF, spesielt ettersom det ikke har vært asfaltert på hele området fra bygging av BØF i 2007 og frem til en gang før 2010.	Det kan antas at det som har vært midten av BØF 2 kan ha høyere konsentrasjoner av PFAS-forbindelser i grunnen, men sprengsteinen som lå over feltet hindret prøvetaking fra underliggende jordmasser.
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremønstre, verneområder etc.)	Det er flere verneområder for sjøfugl, våtmark og dyrevern rundt lufthavnen, blant annet ved Nærøyane, Nekkøytåa, Indre Ånnøy, Kvalsteinane, Timberøyholmane. Alle disse områdene ligger mer enn 3 km i luftlinje fra lufthavna. Det er registrert spesielle naturtyper i nærheten; i Austvika rett øst for lufthavnen er det "bløtbunnsområder i strandsonen", og Svartevatnet nord for lufthavnen "Rik kulturlandskapssjø". Det er registrert to fuglearter med status i Rødlisten 2010 ved lufthavnsområdet; hettemåke og fiskemåke. I tillegg er det registrert havørn (ansvarsart) og kysthumle (nær truet (NT)) på Norsk Rødliste 2010, men gammel observasjon - 1963) i tilknytning til Gunnhildvågen. Det ble også registrert to viktige marine naturtyper (forekomst av østers, og større marine mudder- og bløtbunnsområder) ved innsamling av biota 2013 (www.naturbasen.no, www.artskart.no). Det er ved BØF 1 påvist THC i tilstandsklasse 2 i tre jordprøver, og i tilstandsklasse 4 i en jordprøve (BØF 12).	

8 Førde lufthavn Bringeland





8.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	BØF er ikke aktiv, men det forgår funksjonstesting av brannbil og halvårlige havariøvelser på lufthavnen. Fra DP2 rapporten: «Førde gjennomførte en utvidelse av rullebanen i 2009 som en del av S&L-prosjektet. I denne forbindelse ble det gamle brannøvingsfeltet dekket til med flere meter steinmasse. Førde lufthavn har per dag ikke tillatelse til brannøvingsaktiviteter og øver derfor hovedsakelig på Florø lufthavn. Imidlertid stiller BSL krav til månedlig funksjonstesting av brannbil (kanon) og halvårlige havariøvelser, hvilket utføres lokalt. Dette medfører jevnlig forbruk av kjemikalier i form av mindre mengder slukkeskum i lufthavnsområdet (Avinor faset ut PFAS-holdig skum ved sine lufthavner i 2012). I forbindelse med utvidelse av rullebanen var overflatemassene fra brannøvingsfeltet ifølge S&L-prosjektet vesentlig forurensset med olje. Etter veiledning fra miljørådgiver ble 36 m3 overflatemasse på det gamle brannøvingsfeltet fjernet, luftet og deponert på sørsiden av rullebanens østre del, før brannøvingsfeltet ble dekket til med steinmasser». Kommentar til utdraget over: det forstås fra bildene i DP2 rapporten som at det i siste setning skal stå på rullebanens vestre del, ikke østre.

8.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

8.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	7
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Antall analyserte prøver fra området for BØF 1. Det ble også analysert en prøve av deponerte masser fra brannøvingsfeltet (prøven (BØF 1 D1 på sørsiden av rullebanen), og tre prøver av masser fra områder brukt til havariøvelser (merket BØF 2, 3 og 4). Massene er beskrevet som jord, torv, sand og silt.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	3
Antall jordprøver under 1 m	4
Kommentar/usikkerhet	
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	1800
Hvor	BØF 1, B2-2, jord, torv og silt - fyllmasser
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	1800
Hvor	BØF 1, B2-2, jord, torv og silt - fyllmasser
Kommentar/usikkerhet	Jordprøven «BØF 1, B2-2» er analysert for PFOS og PFOA. Det er kun en jordprøve som er analysert for innhold av 6:2 FTS og flere PFAS. Det er i tabellen vist at sum PFC (11,9 µg/kg) for denne prøven er høyere enn sum av PFOS, PFOA og 6:2 FTS (5,8 µg/kg), men det er ikke vedlagt analysevedlegg for denne prøven så det er ikke kjent hvilke andre forbindelser den er analysert for eller har påvist.

8.4 Mengdeberegning

Det er ikke beregnet mengde.	Det er ikke beregnet mengde ettersom BØF er under rullebanen og ikke godt nok undersøkt.
Kommentar	Det er i DP2 rapporten beregnet at gjenværende mengder på området for BØF og i deponerte/flyttede masser fra BØF er ca. 1400 g PFOS.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, fordi massene har blitt flyttet og BØF har blitt begravd i forbindelse med utvidelse av rullebanen.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei fordi massene har blitt flyttet og BØF har blitt begravd i forbindelse med utvidelse av rullebanen. De høyeste konsentrasjonene > 1000 µg/kg er påvist i masser fra 100-150 cm dyp på hver sin side av rullebanen.
Kommentar/usikkerhet	

8.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde	
Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Det er tatt vannprøver i bekken ved lufthavnens østre del før utløp til Gjøssetelva (1b-13 og BØF3 Vann), samt oppstrøms og nedstrøms utløpet av bekken i Gjøssetelva (1b-1 og 1b-2). Det er tatt vannprøver av grøftevannet ved lufthavnsgjerdet i vest (BØF-1 vann1) som drenerer området hvor BØF ligger/lå, samt oppstrøms grøftas utløp i bekken vest for lufthavnen (BØF-1 vann2), og et godt stykke nedstrøm grøftas utløp i bekken (1b-8). I tillegg er det tatt vannprøver av Storelva etter Bringedalsvatnet (1b-9).
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	Det ble ikke tatt prøver av grunnvann.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	3 000
Hvor	BØF 1, vann 1 (1b-4) - Grøft som drenerer området der gammel BØF lå (21.05.12)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	5 400
Hvor	BØF 1, vann 1 (1b-4) - Grøft som drenerer området der gammel BØF lå (21.05.12)
Kommentar/usikkerhet	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	10,797
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	19,74
Til hvilken resipient	Fra DP2 rapporten: Avrenning fra rullebanen går til terreng. Overvann som infiltrerer langs rullebanen drenerer til tre ulike bekker som alle renner til Gjøssetelva mot øst. Overvann infiltreres også sannsynligvis til grunnen før det dreneres via drensør og naturlig strømming til forsenkning/våtmark inntil og nord for ekspedisjonsbygget. Herfra går vannet videre til Gjøssetelva og deretter til Dalsfjorden. Avrenning av forurenset grunnvann fra det gamle brannøvingsfeltet vil ha utløp i bekken vest for lufthavnen og videre til Storelva. Dette vannet går også videre til Dalsfjorden.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon i grøftevann øst og vest for lufthavnen.

8.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

8.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes, da det ikke er undersøkt på selve området for BØF. Det er ikke tatt prøver av grunnvann, og det trengs flere prøver av jord for å avgrense hvor kildene til PFAS er. Det er påvist konsentrasjoner > 100 µg/kg i fire av sju prøver. To av prøvene har > 1000 µg/kg. Vannprøver i en grøft som drenerer området der BØF lå har høy konsentrasjon, og bekker til vest og øst for lufthavnen inneholder også PFAS. Det er påvist 8 ng/l PFOS i en vannprøve tatt i elva som renner til Storelva ved punkt 1b-8 som er 750 meter sørvest for lufthavnen.
Vurderinger	
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Ettersom det foregår årlig funksjonstesting og havariøvelser på lufthavnen er det også mulig at det finnes flere forurensede områder, og/eller diffus forurensning. Fra DP2 rapporten: «Lufthavnsjefen opplyste ved befaringen at det er gjennomført enkelte havariøvelser innenfor og utenfor lufthavnsområdet hvor det er benyttet brannslukkingsskum. Dette dreide seg om to områder øst for lufthavnen (BØF 2 og BØF 3), og ett område vest for lufthavnen (BØF 4). Ved BØF 2 ble det gjennomført en øvelse i 2010 hvor det ble benyttet skum av typen AFFF. Produktet inneholder ifølge produktopplysninger svært lite PFOS. Det ble påvist 7,8 µg/kg PFOS i jordprøven tatt ved BØF 2 (10-20 cm dyp)». Ved BØF 3 ble det gjennomført en øvelse i 2008. Her er det lagt på masser i ettertid i fm utvidelse av rullebanen. Det er ukjent hvor disse massene er hentet fra. Ved BØF 3 ble det påvist 20 µg/kg PFOS i jordprøven som ble tatt fra 10-20 cm dyp. Det er tatt vannprøver av en bekk i to punkter ved dette området. Prøven tatt i punktet 1b-3 viste 230 ng/l i 2011 og i prøven fra 2012 var det 120 ng/l. I prøve tatt i punktet noe lenger vest (1b-13) i samme bekk var det 110 ng/l i prøven som ble tatt i 2012. BØF 4 består av et myrområde ved vei. Her opplyses det at brannbilen har stått på veien og blåst skum mot myra. Her ble det påvist 10 µg/kg PFOS i jordprøven som var fra 10-20 cm dyp.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, lokaliteten er for dårlig kartlagt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1). Kildeområdet er tildekket og under rullebanen, og ikke godt nok undersøkt eller avgrenset.
Kommentar/usikkerhet	

Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforekomster, verneområder etc.)

Svarteliåsmyra, Skilbreivatnet og Espelandsvatnet er vernede områder ca 1 km sørøst for lufthavnen. Mot sørvest er det et annet vernet område, Osen som ligger ca 5 km unna. Det er registrert villrein i området for lufthavnen, og det er registrert fulgearter av særlig stor og stor forvaltningsinteresse sør for lufthavnen, i Bringelandsvatnet og Storelva. Det er registrerte naturtyper både nordvest, øst, vest og sørvest for lufthavnen.

Gaularvassdraget er et vernet vassdrag sør og øst for lufthavnen. Bringelandsvatnet og Storelva er rett utenfor dette vernede vassdraget.

Bekkene på hver side av lufthavnen er ørretbekker. Det er anbefalt i DP2 rapporten å overvåke situasjonen med flere bekkeprøver. Avrenning av forurenset grunnvann fra det gamle brannøvingsfeltet vil ha utløp i bekken vest for lufthavnen og videre til Storelva. Hele vassdraget må antas å være oppholdssted for ørret.

Lufthavnen er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 2, som betyr noe mindre sårbare resipienter, moderat prioritet og nivå på anlegg.

Det er påvist THC i tilstandsklasse 2-3 i fire av prøvene tatt ved BØF, og tilstandsklasse 4 i to av prøvene. Tre av prøvene er av torv, og det er usikkert hvorvidt det er gjennomført en humusrens før analyse.

Oversiktskart

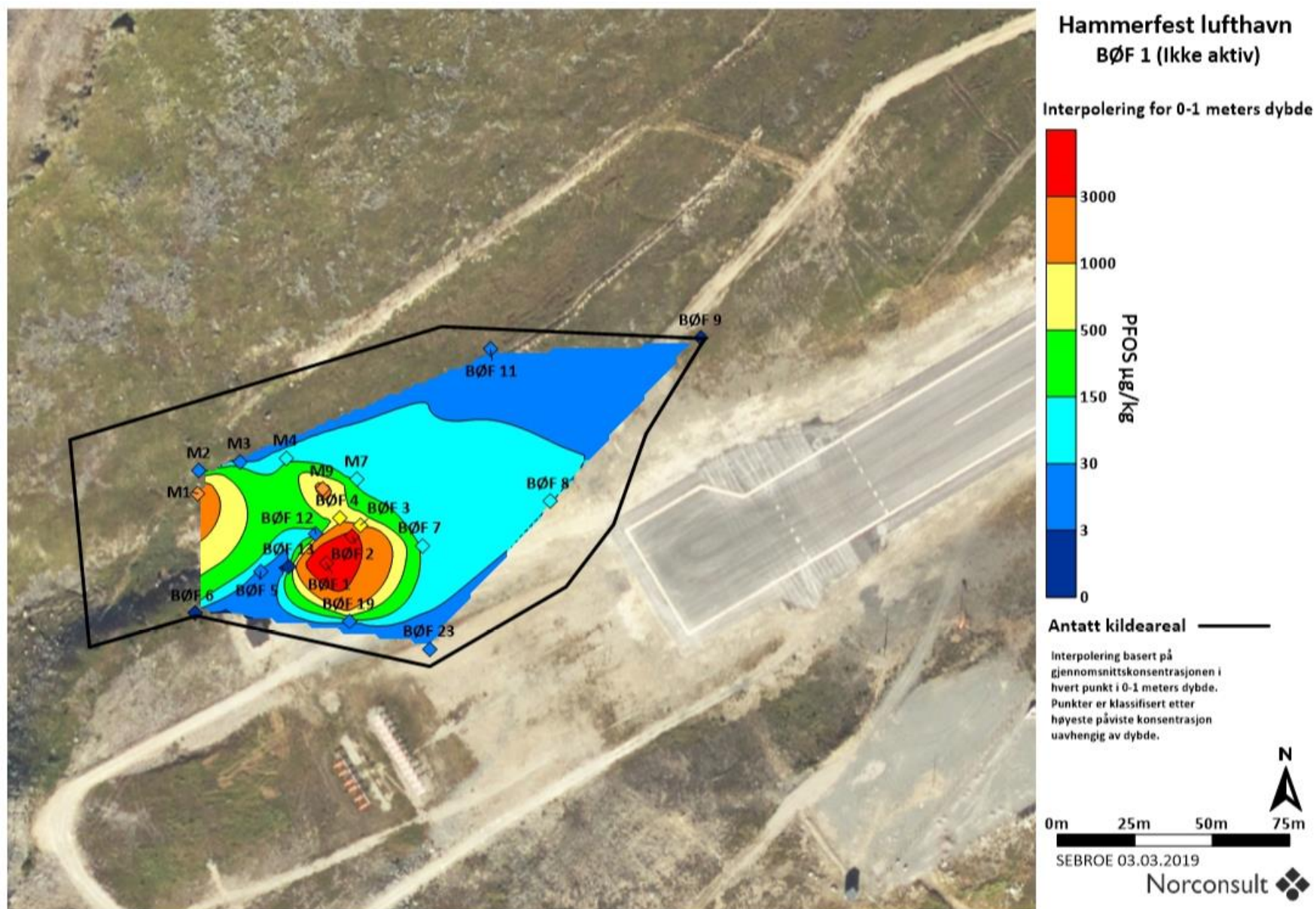
PFOS/PFOA jord (ug/kg)*

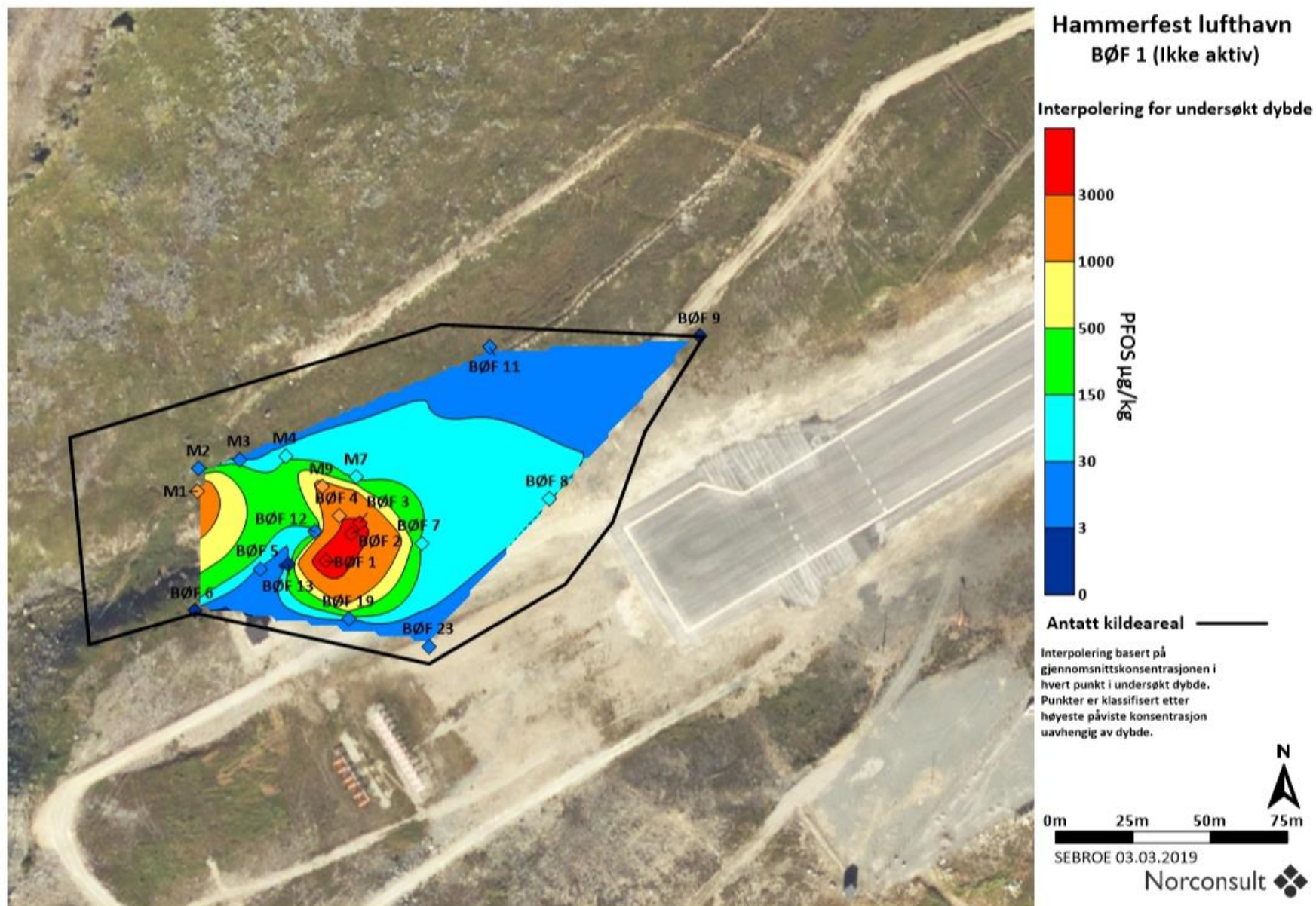
-  <100 (normverdi)
-  100-250
-  250-6700
-  >6700
-  Ikke analysert

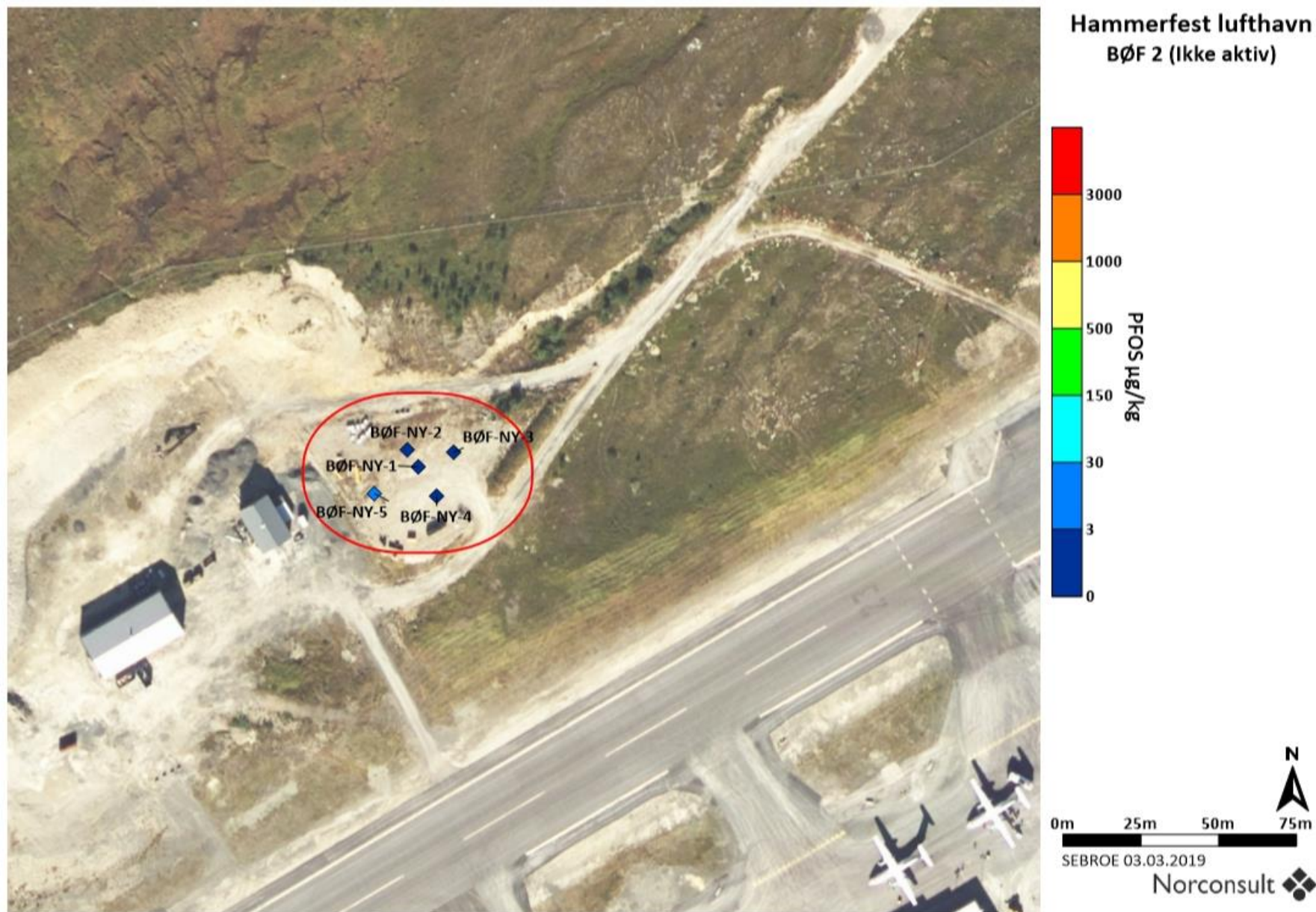
PFOS ferskvann (ug/l)

-  <0.002-0.3
-  0.3-1.0
-  >1.0
-  Ikke analysert

* PFOS er dominerende parameter







9.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
	BØF 1 ble etablert på 90-tallet, men ble tatt ut av drift rundt 2006 (eller tidligere). BØF 1 ligger i vestenden av rullebanen.	Dette ble etablert i 2011/2012, og var i drift under prøvetaking i juni 2012, men det er oppgitt i DP2 rapport at dette ikke skal benyttes i fremtiden. Videre står det at lufthavnen opplyser om at det kun er det kommunale brannvesen som har hatt øvelser på BØF 2. Det foreligger ikke informasjon om type brannøvelse eller type skum. BØF 2 ligger ca 60 meter nord for rullebanen.

9.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

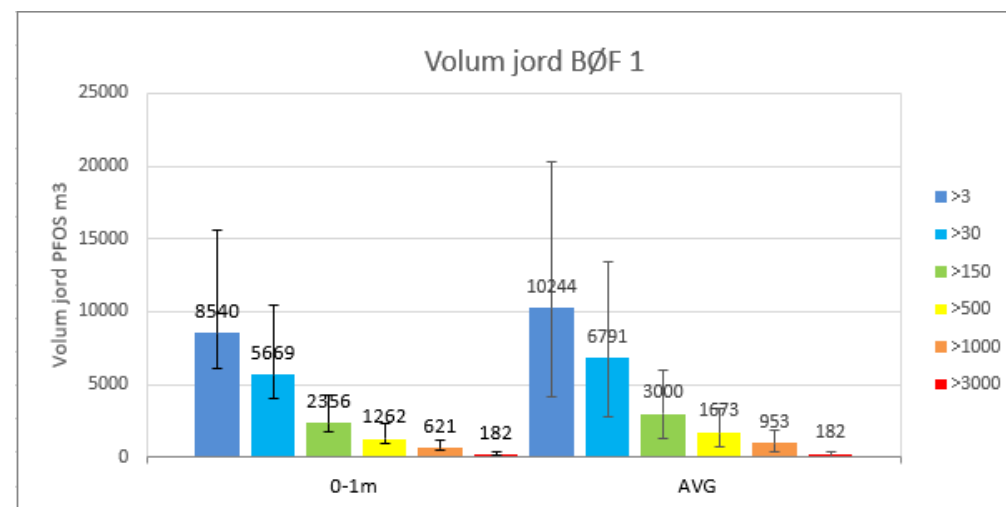
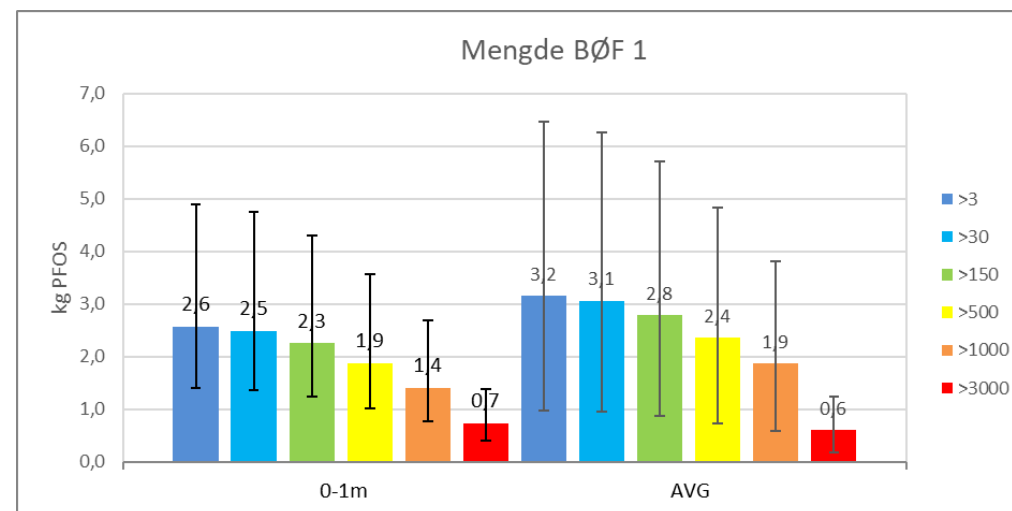
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		Avinor faset helt ut PFAS holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.

9.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
Antall jordprøver totalt	24	5
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	16 av prøvene er tatt fra 0-0,1 m, og 4 av prøvene er fra 0-0,2 m. Fire av prøvene er tatt ved fjell som er påtruffet i dybder varierende mellom 1,2-1,9 m. Det er ingen prøver i intervallet 0,2-1,2 m.	Det er kun tatt overflateprøver (0-0,1 m)
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	20	5
Antall jordprøver under 1 m	4	0
Kommentar/usikkerhet	Massene er oppgitt å bestå av matjord, strøsand, pukk, blokker, sprengstein, torv og noe jord.	Massene er oppgitt å bestå av oppfylt pukk, sand og grus.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	7960	3,7
Hvor	BØF 1-1 (0-0,1 m) Massene består av matjord og strøsand	BØF-NY-5 (0-0,1 m) Massene består av oppfylt pukk, sand og grus
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	7982	3,7
Hvor	BØF 1-1 (0-0,1 m) Massene består av matjord og strøsand	BØF-NY-5 (0-0,1 m) Massene består av oppfylt pukk, sand og grus
Kommentar/usikkerhet	Alle prøvene er analysert for PFOS og PFOA. Ingen av prøvene er analysert for andre PFAS forbindelser.	Det er kun påvist PFOS i prøve BØF-NY-5. Alle prøvene er analysert 11 ulike PFAS forbindelser. Det er ikke påvist noen av de 10 andre PFAS forbindelsene i noen av prøvene tatt ved BØF 2.

9.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg		Ikke beregnet for BØF 2
Konsentrasjon (µg/kg)	343	
Areal (m2)	8537	
Mengde jord (tonn)	15367	
Mengde PFOS (kg)	3,2	
Usikkerhet -	2,2	
Usikkerhet +	3,3	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	502	
Areal (m2)	5659	
Mengde jord (tonn)	10186	
Mengde PFOS (kg)	3,1	
Usikkerhet -	2,1	
Usikkerhet +	3,2	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1036	
Areal (m2)	2500	
Mengde jord (tonn)	4500	
Mengde PFOS (kg)	2,8	
Usikkerhet -	1,9	
Usikkerhet +	2,9	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1570	
Areal (m2)	1394	
Mengde jord (tonn)	2509	
Mengde PFOS (kg)	2,4	
Usikkerhet -	1,6	
Usikkerhet +	2,5	



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	2176	
Areal (m2)	794	
Mengde jord (tonn)	1429	
Mengde PFOS (kg)	1,9	
Usikkerhet -	1,3	
Usikkerhet +	1,9	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	3718	
Areal (m2)	152	
Mengde jord (tonn)	274	
Mengde PFOS (kg)	0,6	
Usikkerhet -	0,4	
Usikkerhet +	0,6	

	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapporten er det beregnet at det ligger igjen 3377 g PFOS og 20 g PFOA i grunnen ved BØF 1. Det er da tatt utgangspunkt i at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 30x30 meter, og at mektigheten på de forurensede massene er 2 meter.	Det er ikke gjort noen beregninger av hvor mye PFOS/PFAS som ligger igjen i grunnen, da det kun er påvist en lav konsentrasjon av PFOS i ett av punktene.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, det kan virke som det er en spredning mot vest som ikke er avgrenset. Det er påvist PFOS i konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i samtlige av de prøvetatte punktene, men i ytterpunktene BØF 6 mot vest, BØF 23 mot sør, og BØF 9 mot nordøst er det imidlertid påvist konsentrasjoner på/under 3 µg/kg. Ytterpunkter mot nord (BØF 11 og M3) har konsentrasjoner under 20 µg/kg, og ytterpunkt (BØF 8) mot øst har 40 µg/kg.	Det er kun påvist PFOS over deteksjonsgrensen i ett punkt, BØF-NY-5, ved BØF 2. Det er mulig denne forurensningen har en horisontal utbredelse mot nord, sør eller vest, men fordi det kun er påvist en konsentrasjon på 3,7 µg/kg antas det at utbredelsen vil være begrenset.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	BØF ligger oppå en fylling som er lagt ut over flere fjellknapper for å skape flatt terreng. Det er påtruffet fjell på varierende dybder i sjaktene, mellom 1,2-1,9 meters dyp, og løsmassemektheten antas derfor begrenset til maksimalt ca. 2 meter på BØF. Myrområdet mot vest ligger ca. 2-3 meter lavere i terrenget, og terrenget videre mot vest heller relativt bratt mot sjø (som ligger ca 300 meter vest). Fra DP2-rapport: etter vi har vurdert det helhetlige bildet, kan vi konkludere med at PFOS forurensningen ved det gamle brannøvingsfeltet i Hammerfest beveger seg nedover (forstått som i dybdeprofilen) med varierende hastighet, uten at hastigheten kan relateres til spesielle jordtyper.	Nei, det ikke er tatt prøver dypere enn 0,1 m under terrengoverflaten. I DP2 rapporten konkluderes det imidlertid med at «det er ingen grunn til å tro at det er mer forurensning i dypere lag». Dette antas å ha sammenheng med informasjon i rapporten om at undergrunnen består av et oppfyllingslag med grus- og pukklag, samt sprengstein, og ligger på grunnfjell. I denne typen masse vil forurensningen lekke ut raskt.

9.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Ja
Hvor	Vanninfiltrasjonen fra BØF- området renner ut i et myrområde rett vest for BØF, og derfra dreneres vannet videre til et lite bekkeløp (usikkert om dette er det som i rapporten også omtales som en grøft med sigevann) som tidvis er tørt. Det er tatt en prøve av grøftevann rett vest for BØF. Dette var ikke rennende vann.	Prøve av vann som kommer ut ved den sørlige skråningen ned fra BØF 2.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Det er ikke tatt grunnvannsprøver	Det er ikke tatt grunnvannsprøver
Hvor	-	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	Det er ikke tatt grunnvannsprøver	Det er ikke tatt grunnvannsprøver
Hvor	-	
Kommentar/usikkerhet		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	11 000	34,5
Hvor	BØF-GA-VP1	BØF-NY-VP1
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	12 300	48,1
Hvor	BØF-GA-VP1	BØF-NY-VP1
Kommentar/usikkerhet	Det er kun tatt denne ene vannprøven i nærheten av BØF 1. Prøven er analysert for 11 PFAS forbindelser. Det er påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen for samtlige av forbindelsene, unntatt PFDA. Det er klart høyest konsentrasjon av PFOS.	Det er kun tatt en vannprøve i tilknytning til BØF 2. Prøven er analysert for 11 PFAS forbindelser. Det er kun påvist PFHxA, PFOS og PFPeA i prøven over deteksjonsgrensen.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	1,3	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	1,4	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Rypefjorden (endelig resipient)	
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon	
	Spredningsmengden for PFAS er beregnet kun for PFOS, PFOA og 6:2 FTS. I grunnvannets bevegelsesretning ligger resipientene myrområde, bekkeløp og Rypefjord, i gitt rekkefølge. Det er lite/ingen overflateavrenning fra BØF.	

9.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei	Nei
Hva for biota?		
Hvor mange prøver?		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)		
Kommentar/referanse		
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.		

9.7 Usikkerhet og øvrige forhold

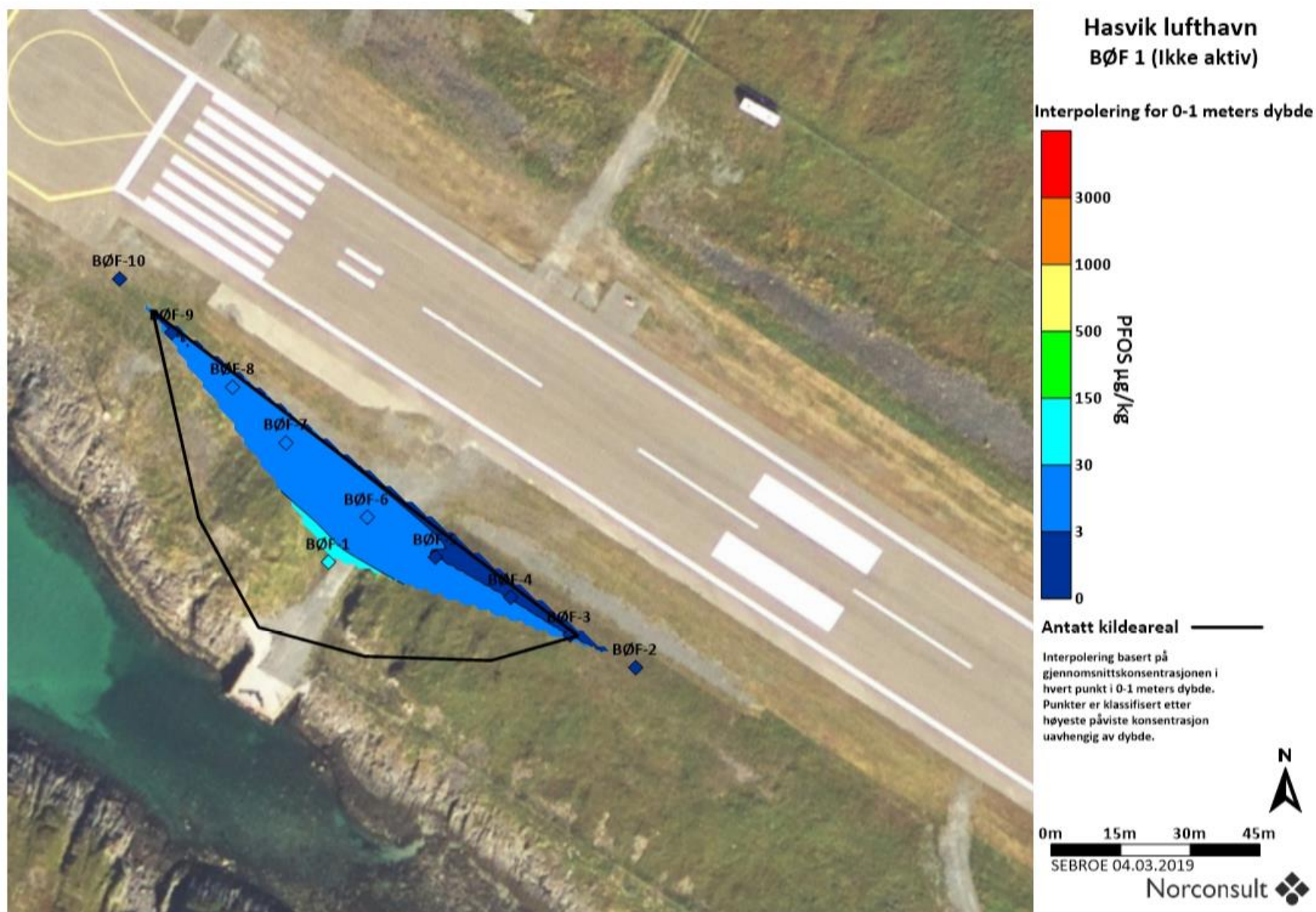
	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	De høye konsentrasjonene i sigevann settes i sammenheng med de høye konsentrasjonene i jordmassene, som tilsynelatende har høy grad av utlekking. Det er imidlertid kun tatt en vannprøve, og grunnlaget for vurdering av utlekking er tynt, og kan ikke vurderes med sikkerhet. Det er heller ikke tatt biotaprøver som kan vurderes.	Det er ikke estimert mengde PFOS i grunnen.
Vurderinger	Det er påvist moderat til sterk forurensning i jordprøvene tatt ved BØF 1, og vannprøven viser at det er spredning via sigevann rett vest for BØF. Det er imidlertid kun en vannprøve, og ikke vannprøver lenger fra BØF. Det er derfor usikkert hvordan og i hvilken grad spredningen skjer videre mot vest. Det er ca 300 meter til sjø med relativt bratt terreng.	Det er påvist lave konsentrasjoner av PFAS i jordprøvene tatt ved BØF 2, og i vannprøven som er tatt rett nedstrøms. Det er stor sannsynlighet for at forurensningen som er påvist i vannprøven stammer fra BØF 2.

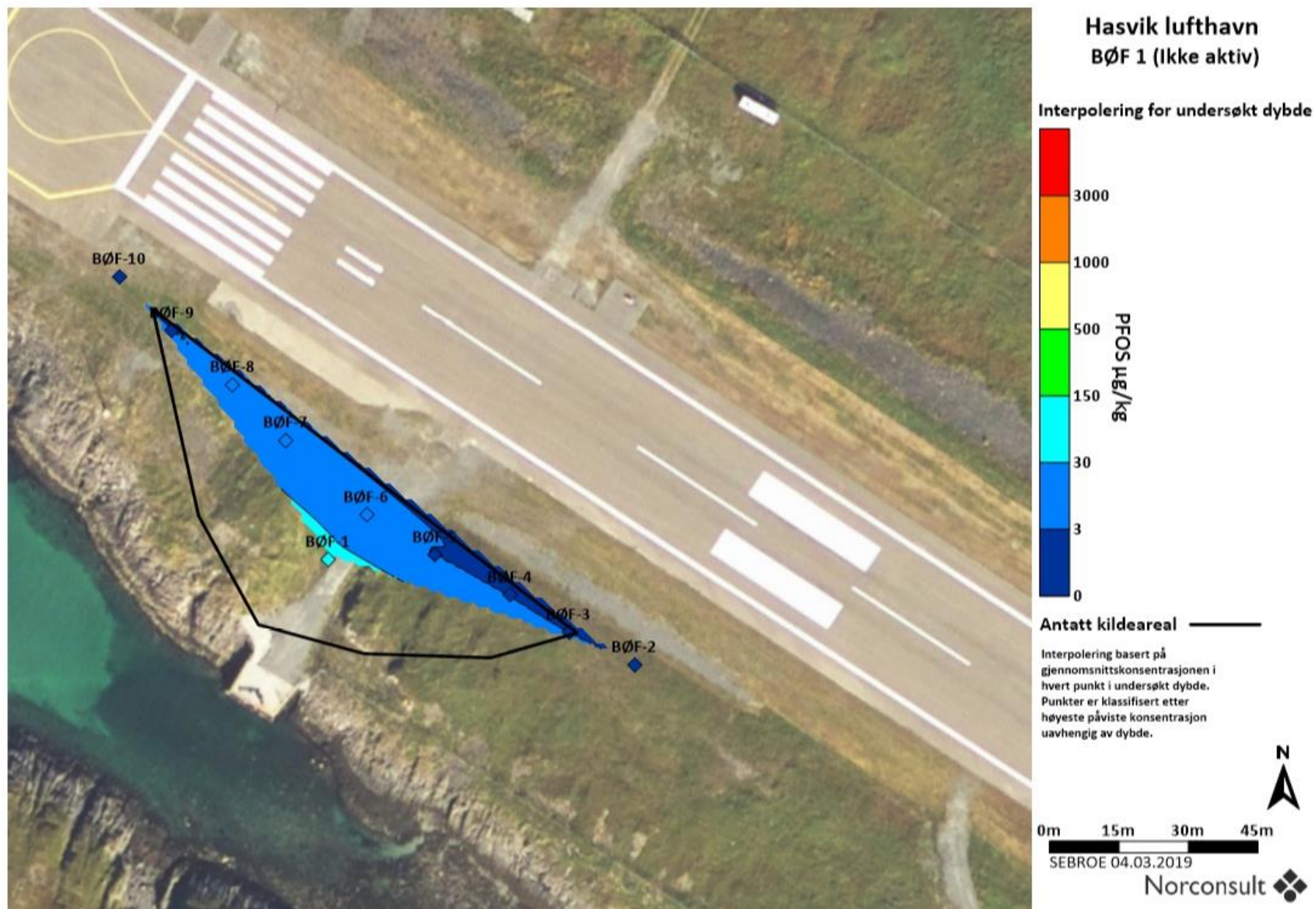
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det beskrives i DP2-rapportens konklusjon at det kan være et eldre BØF sørvest for oppstillingsplassen, ved snødeponi 2. Nøyaktig plassering av dette er ikke kjent. Det er i DP2 undersøkelsen påvist PFOS i jord og i grøftevann i dette området. I prøven av grøftevann (SDP-V-VP1) tatt ved snødeponi 2 er det påvist en konsentrasjon av PFOS på 113 ng/l og PFAS på 140 ng/l. Det er analysert en blandprøve av jord fra snødeponi 2, som viste en konsentrasjon på 18,6 µg/kg PFOS i jordmassene. Konsentrasjonene kan skyldes at det har vært brannøving i dette området. Dersom det har blitt lagt PFAS-holdig snø på dette snødeponiet kan dette også ha ført til en spredning til grunnen og videre til grunnvann. Det er ikke påvist PFAS over deteksjonsgrensen i vannprøven (SDP-Ø-VP1) tatt ved snødeponi 1. Høsten 2018 ble det gjennomført en miljøteknisk grunnundersøkelse i forbindelse med etablering av ny helikopteroppstillingsplass. Det ble da analysert 27 jordprøver tatt vest for terminalområdet, som omfatter området ved snødeponi 2 og litt videre sør for dette. Det ble påvist konsentrasjoner av PFOS/PFAS over deteksjonsgrensen i alle prøvepunktene, unntatt ett. Konsentrasjonene av PFOS lå mellom 0,13 µg/kg - 250 µg/kg og konsentrasjonene av PFAS lå mellom 3,9 µg/kg - 280 µg/kg. Ni av jordprøvene hadde konsentrasjoner av sum PFAS mellom 20 og 280 µg/kg. Den påviste forurensningen ved terminalområdet kan være den eldre BØF som DP2 rapporten omtaler. I forbindelse med tiltaket for helikopteroppstillingsplass er masser med konsentrasjon over 20 µg/kg flyttet til ett mellomlager. I prøven BEKK-VP3, som er tatt fra bekken ved utløpet av Mellomvannet er det ikke påvist PFAS over deteksjonsgrensen. Prøven BEKK-VP2 er tatt der utløpsvannet fra flyplassen renner ut i denne bekken (også nedstrøms snødeponi 2), og har en konsentrasjon av PFOS på 507 ng/l og PFAS på 599 ng/l. Prøven BEKK-VP1 er tatt av samme bekk, men noe lengre nedstrøms (også nedstrøms snødeponi 2). I denne prøven er det påvist en konsentrasjon av PFOS på 43,4 ng/l og PFAS på 65,2 ng/l. Prøvene BEKK-VP1 og BEKK-VP2 ligger nokså langt unna BØF 1. Det er sannsynlig at påvist jordforurensning vest for terminalområdet lekker ut til bekken via grunnvann, og er årsak til, eller bidrar til forurensningen i disse vannprøvene. Bekken går etterhvert delvis i rør, og har sannsynligvis utløp i Rossmolbukta.	Se beskrivelse for BØF 1. Prøvene BEKK-VP1 og BEKK-VP2 har høyere konsentrasjoner enn prøven BØF-NY-VP1 fra BØF 2, så det er grunn til å tro at det er en annen kilde til forurensningen i disse vannprøvene. Ettersom det ikke er påvist PFAS i prøve BEKK-VP3, er det sannsynlig at påvist jordforurensning vest for terminalområdet lekker ut til bekken via grunnvann, og er årsak til, eller bidrar til forurensningen i disse vannprøvene. Dette kan være den eldre BØF som DP2 rapporten omtaler.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Det er tatt fem overflateprøver spredt på BØF. Prøvetakingen av jord og vann indikerer at det er små mengder PFOS i grunnen, og lokaliteten vil ikke prioriteres for tiltak for PFOS ut ifra et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).

Kommentar/usikkerhet	Det er ikke analysert jordprøver for andre forbindelser enn PFOS og PFOA. Det er ikke tatt noen jordprøver i sjiktet 0,2-1,2 m. Det er derfor knyttet usikkerhet til forurensningsgraden i dette sjiktet.	Det er ikke undersøkt i dypereliggende masser, som i DP2-rapporten er beskrevet som grove masser med høy grad av utlekking.
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Det er registrert arter med stor og særlig stor forvaltningsinteresse rundt flyplassen. Naturtypen "kalkrike områder i fjellet" er registret sørøst for rullebanen. Det er på BØF 1 påvist THC i tilstandsklasse 2-3 i åtte av prøvene (sju av toppjord og en av masser på 120 cm dyp), samt en prøve i tilstandsklasse 4 i 0-10 cm dyp. Som beskrevet over hadde ni av jordprøvene tatt ved grunnundersøkelsen vest for terminalområdet i 2018, konsentrasjoner av sum PFAS mellom 20 og 280 µg/kg. Det ble i forbindelse med tiltaket for ny helikopteroppstillingsplass søkt Fylkesmannen i Finnmark om tillatelse til å mellomlagre inntil 1170 m³ masser med en konsentrasjon av PFAS mellom 20-280 µg/kg i et steinbrudd nord for rullebanen. Mellomlageret skulle ha oppbygning med underliggende sand/grus pute før tett membran, og deretter tett membran over PFAS-massene. Avinor fikk innvilget tillatelse til dette. Masser med en konsentrasjon under 20 µg/kg har blitt liggende igjen ved helikopteroppstillingsplassen.	

10 Hasvik lufthavn







10.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	Hasvik lufthavn ble bygget i 1983 som en ambulansestripe av grus. Rullebanen ble asfaltert i 1995. Det finnes ingen opplysninger om når brannøvingsfeltet ble opprettet, men feltet ble nedlagt midt på 1900-tallet.

10.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

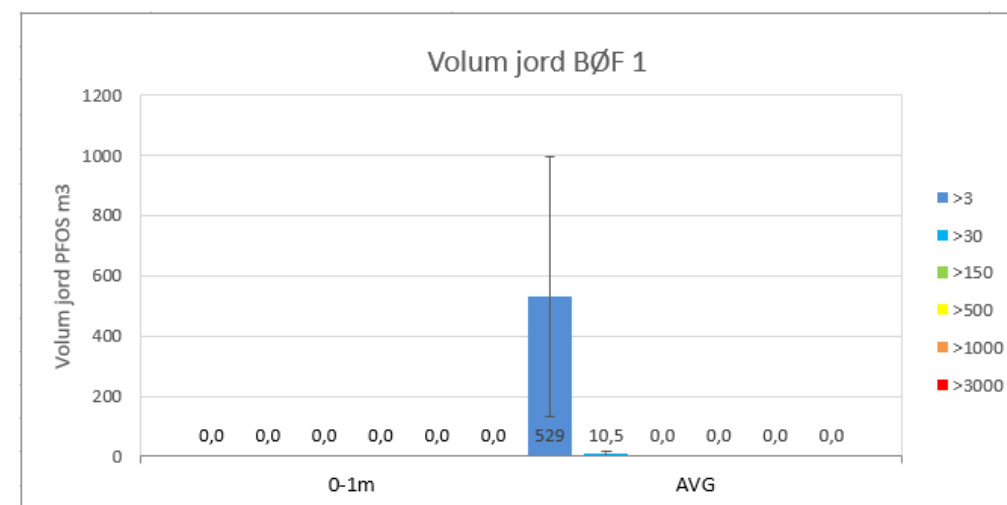
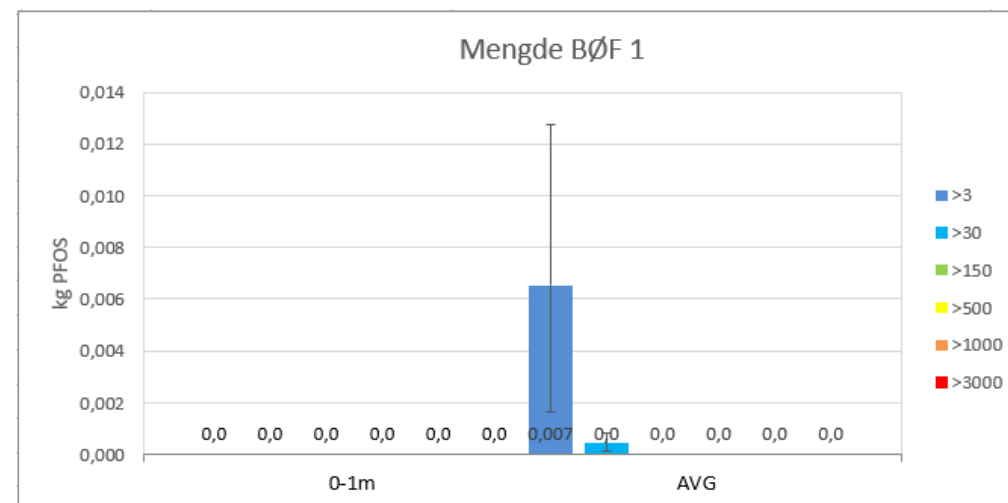
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	-

10.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	12
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Det var ikke mulig å grave mange sjakter fordi brannøvingsfeltet i hovedsak ligger på bart fjell. Hoved vind-retning går langs rullebanen. Derfor ble prøvetakingen (overflateprøver) utvidet parallelt langs rullebanen for å avgrense en mulig PFOS-spredning. Ingen prøver er tatt dypere enn 50 cm. Det ble gravd en sjakt (BØF-1, ned til 0,5 m dyp) og tatt 10 overflateprøver.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	12
Antall jordprøver under 1 m	0
Kommentar/usikkerhet	Massene i overflateprøvene er beskrevet som sandig jordlag over fjell, i sjakten bestod massene av sand og grus med sprengstein.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	46,8
Hvor	BØF1-1 (0-0,1 m). Massene består av strøsand (oppfylling)
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	52,8
Hvor	BØF1-1 (0-0,1 m). Massene består av strøsand (oppfylling)
Kommentar/usikkerhet	Prøvene er kun analysert for PFOS/PFOA

10.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	10
Areal (m2)	1057
Mengde jord (tonn)	898
Mengde PFOS (kg)	0,007
Usikkerhet -	0,005
Usikkerhet +	0,006
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	34
Areal (m2)	21
Mengde jord (tonn)	18
Mengde PFOS (kg)	0,0004
Usikkerhet -	0,0003
Usikkerhet +	0,0004
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene	I DP2 rapporten er det anslått at det forurensede området hvor det er løsmasser er ca 80x20 meter, med en gjennomsnittlig dybde på 0,3 m. Resterende mengder PFOS er beregnet til 18 g og resterende mengde PFOA er beregnet til 3 g i dette området.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Forurensningsområdet er tilsynelatende avgrenset mot nordvest (BØF 9 og 10) og sørøst (BØF 2, 3, 4, og 5), ettersom prøver i disse punktene er under deteksjonsgrensen. Det er kun påvist konsentrasjoner over 30 µg/kg i ett punkt sentralt i undersøkelsesområdet (BØF 1). Området med konsentrasjoner over 30 µg/kg er ikke avgrenset, men det er sjø ca 20 meter mot sør, og BØF 6 mot nord har 3,7 ug/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Ja. Det er fjell på omtrent 0,5 m dyp.
Kommentar/usikkerhet	

10.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Nei
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	< 1
Til hvilken resipient	Rottvågen
Beregnet fra vann eller jordkonsentrasjon	Ikke beregnet, kun anslått i DP2 rapporten*
	Fra DP2-rapport: Basert på erfaring og beregninger fra andre lufthavner kan utslippet av PFC anslås til betydelig mindre enn 1 g/år.

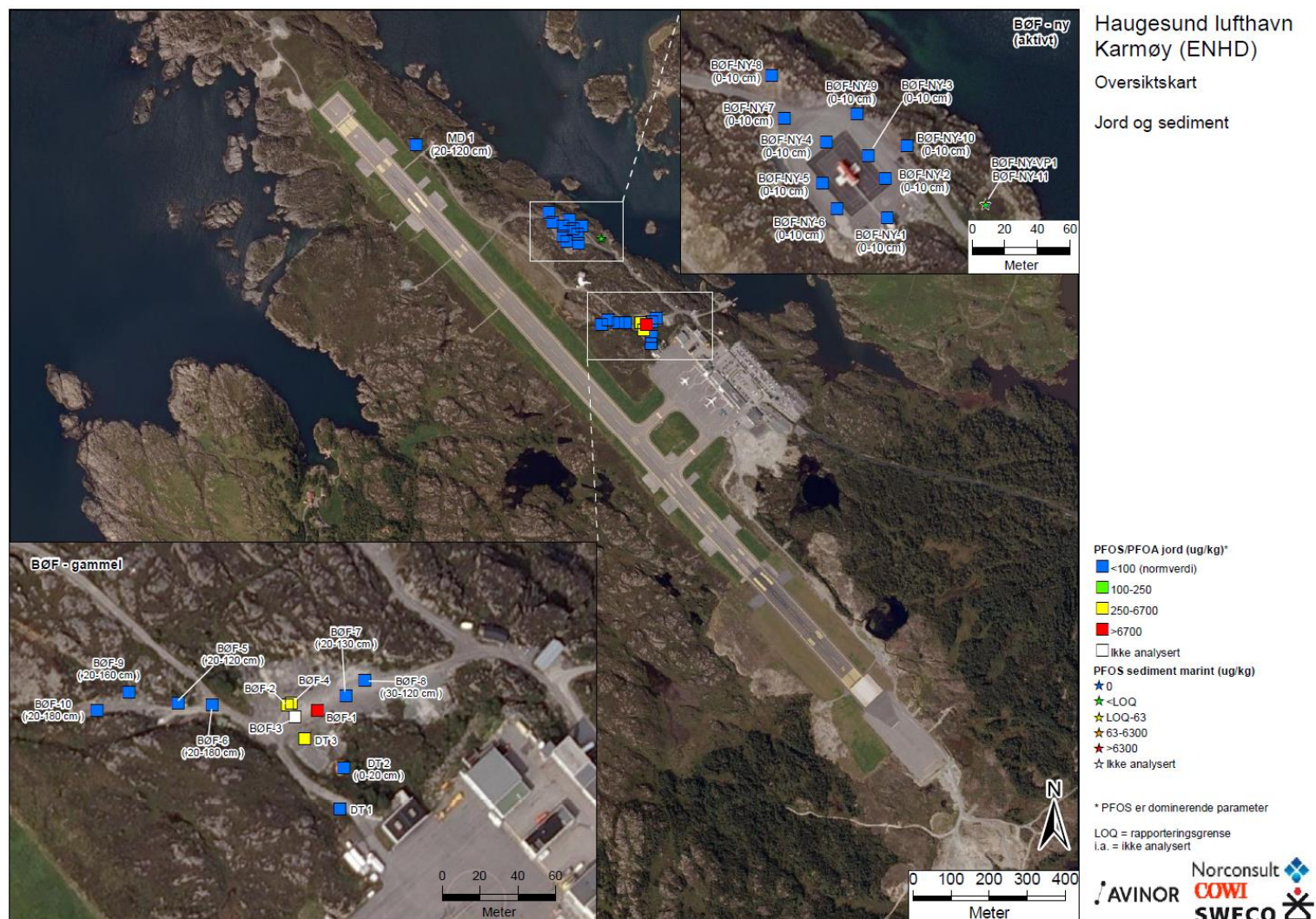
10.6 Biotaprøvetaking

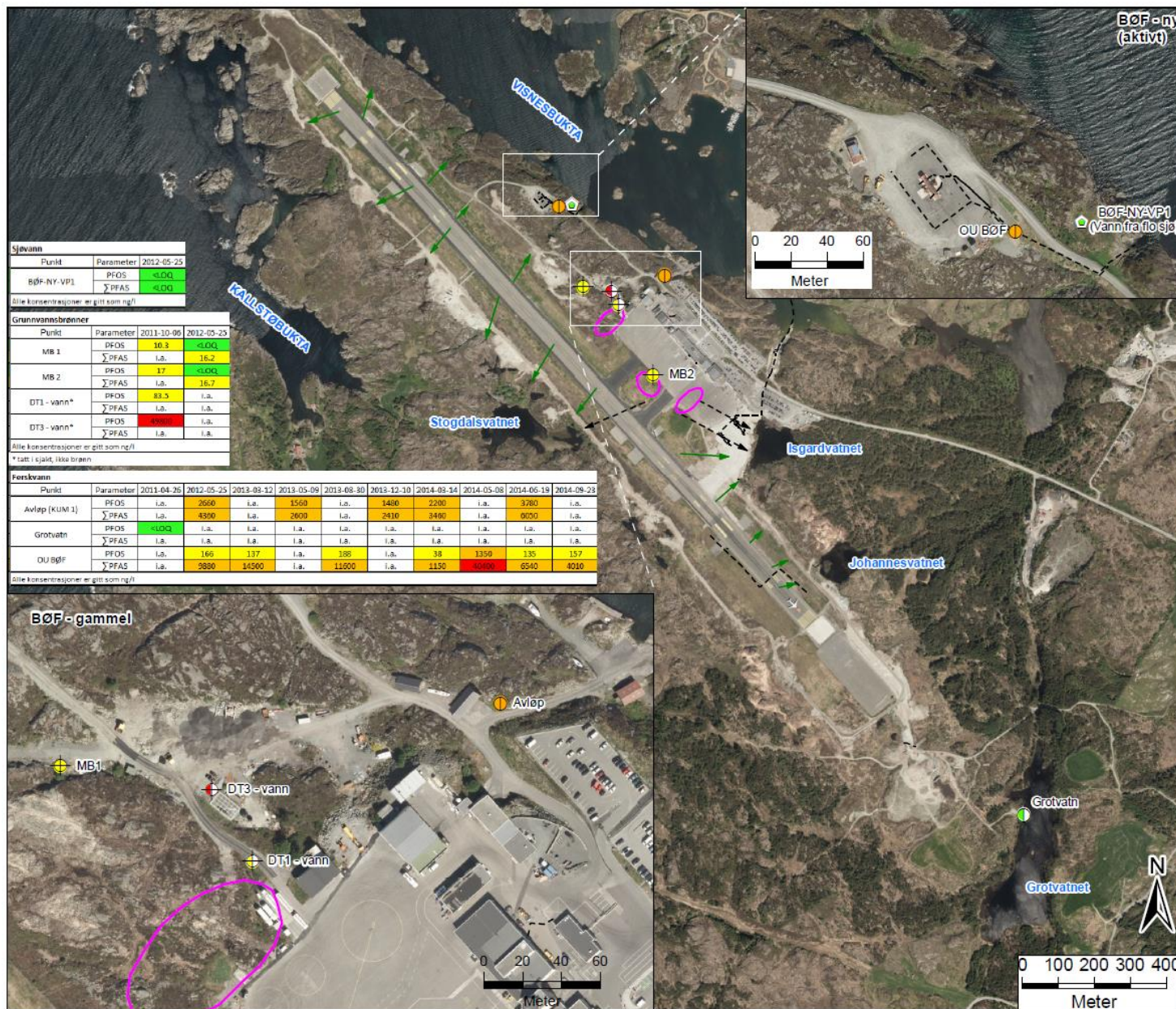
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

10.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes da det ikke er tatt prøver av vann eller biota.
Vurderinger	
Beregning	
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er ikke oppgitt at det er ytterligere kilder til PFOS på lokaliteten, eller på lufthavnen for øvrig, men det kan ikke utelukkes.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Lokaliteten anses godt nok kartlagt for PFOS til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen, men det er kun påvist PFOS i lave konsentrasjoner i syv av 12 prøver (2,5-46,8 µg/kg). Tre av prøvene viser konsentrasjoner over 20 µg/kg. Beregnede mengder er < 0,5 kg, og lokaliteten vil derfor ikke prioriteres for tiltak ut ifra et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	Det er i kun tatt prøver i nordvestlig-sørøstlig retning, grunnet at det er mye bart fjell i området. Det er ikke tatt prøver under rullebanen som ligger nordøst for BØF. Rullebanen ble asfaltert først i 1995 (det er oppgitt at BØF ble nedlagt midt på 1990-tallet), noe som betyr at BØF antageligvis var i bruk i flere år før rullebanen ble asfaltert. Det kan ikke utelukkes at det kan ha vært en spredning av brannskum til rullebanen, og at det derfor ligger forurensning i grusmassene under rullebanen.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforekomster, verneområder etc.)	Hasvik lufthavn ligger rett ved LoppHAVet som er et foreslått maritimt verneområde. Rottvågen er en del av dette. Det er registrert flere naturtyper rundt Hasvik lufthavn i Naturbase: Ved Rottvågen, omtrent ved BØF er det registrert kalkrike områder i fjellet. Sør for rullebanen ligger det en sanddyne. Nord for rullebanen ligger det et område med slåttemark og naturbeitemark. Øst for rullebanen, i Hasvik havn ligger Sanden, et viktig friluftsområde. Rottvågen i vest er registrert som rasteområde for vadeugl, området dekker enden av rullebanen i vest. Hasvik Havn ligger utenfor Avinor sitt område, men en rørledning fra lufthavnen går ut i sjøen her. Hasvik havn er registrert som overvintringsområde for andefugl, spesielt ærfugl og havelle. Det er registrert flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse på og like ved flyplassen (fugler og planter). Dynehei og dyneeng sør for rullebanen har potensiale som habitat for rødlistede arter av insekter, moser og sopp. Rødlistearten storspove (VU) hekker på lufthavnen. Lufthavnsområdet er raste- og overvintringsområde for flere fuglearter av særlig stor forvaltningsinteresse.

11 Haugesund lufthavn Karmøy





Haugesund lufthavn Karmøy (ENHD)

Oversiktskart

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrenn (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

* Venstre halvdel = PFOS
Høyre halvdel = PFAS

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

* Venstre halvdel = PFOS
Høyre halvdel = PFAS

PFOS / Σ PFAS sjøvann (ng/l) **

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-23

23-7 200

>7 200

** Senter = PFOS
Ytre ramme = PFAS

Avlopsledning

— Avløp annet

— Avløp Felles

— Drensvann

— Glykolholdig overvann

— Glykolholdig spillvann

— Overvann

— Pumpsplivannsledning

— Spillvann

Avrenning

— Deponi glykolforurensset snø

— Overvannsledning

— Avrenningsveg glykol

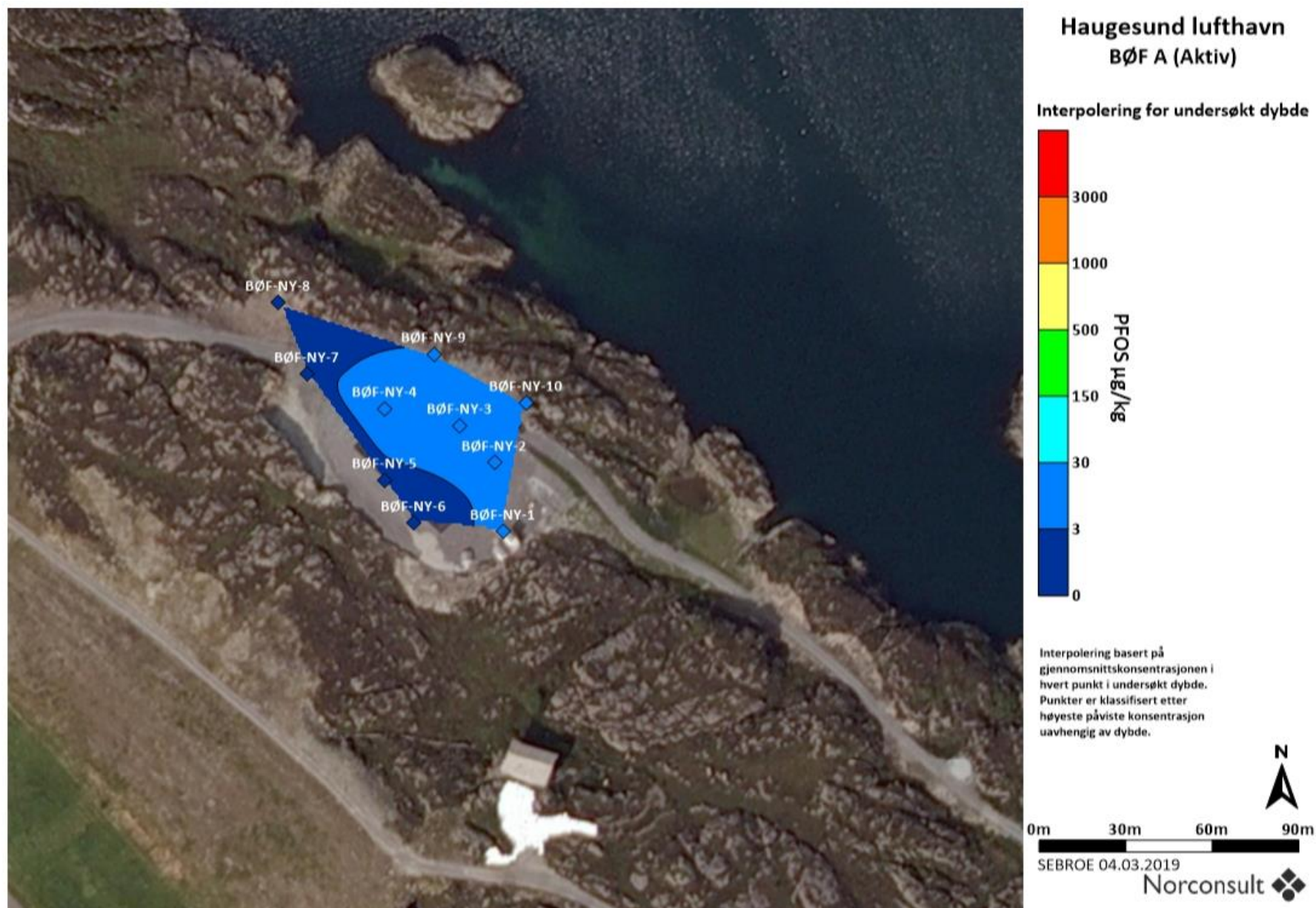
— Bekkeresipient

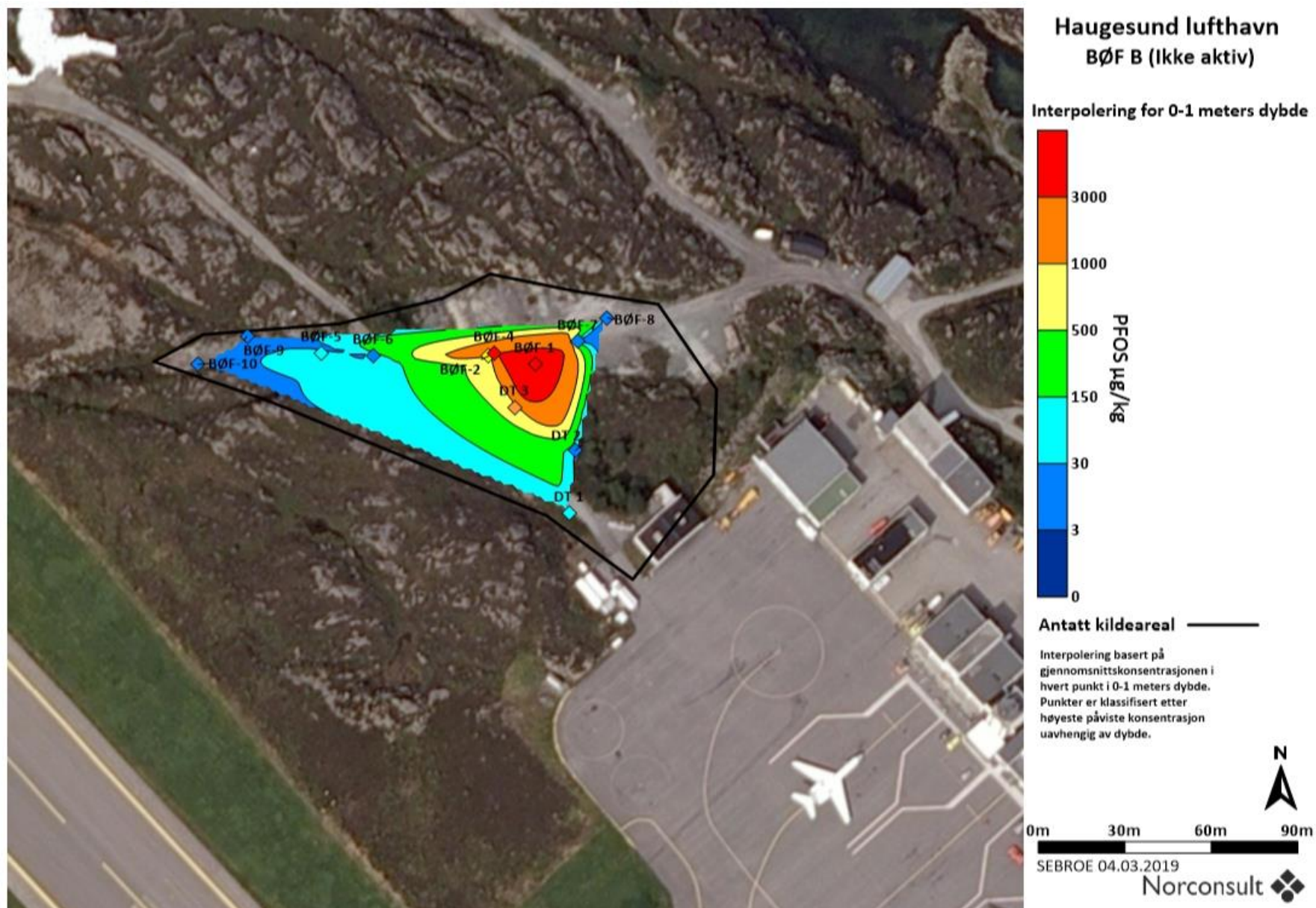
— Overvannssystem

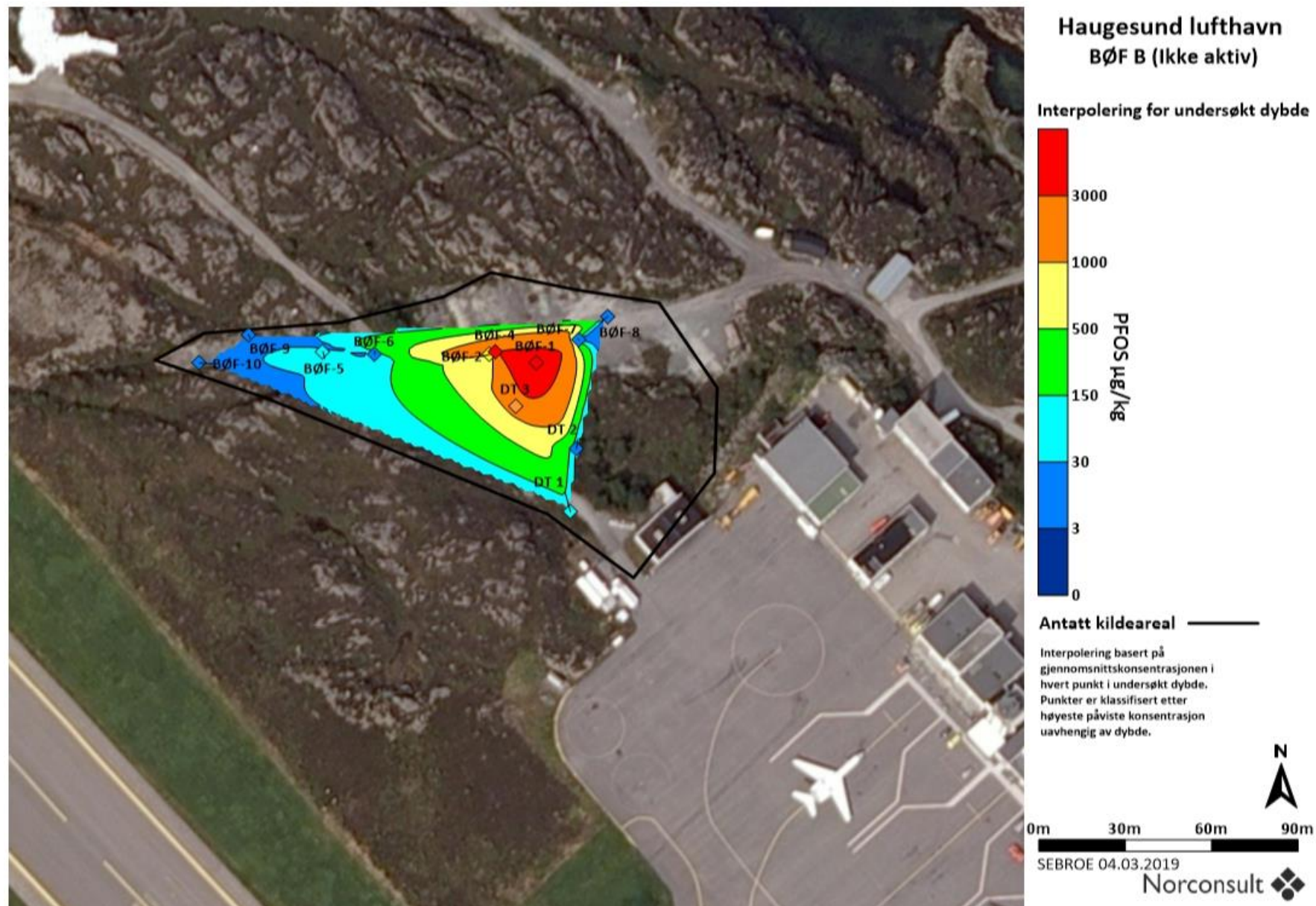
— Vannskille rullebane

— Antatt avrenningsveg baneavising

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







11.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
	BØF A ble etablert når gammelt BØF ble tatt ut av drift i 2004. BØF A er aktiv, men går ut av Avinors drift 21. april 2019, når Lufthavndrift AS overtar driften av lufthavnen. BØF A ligger på 14-15 moh.	BØF B ble tatt ut av drift rundt 2004. Avinor avslutter sin drift på Haugesund lufthavn den 21. april 2019.

11.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)		220
Kommentar/usikkerhet	Skal ikke ha vært benyttet skum med PFOS som hoved PFAS-komponent ettersom BØF åpnet etter 2004.	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	30	7
Kommentar/usikkerhet	Avinor faset helt ut PFAS holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.	

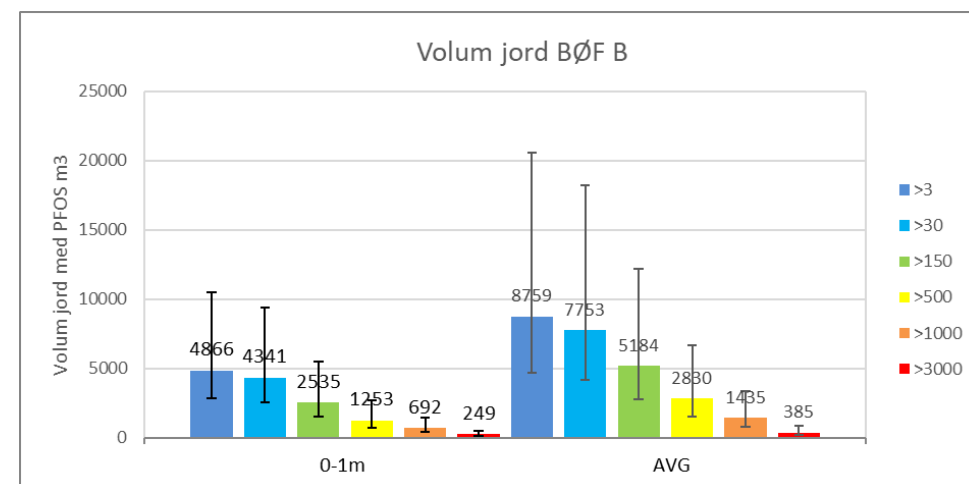
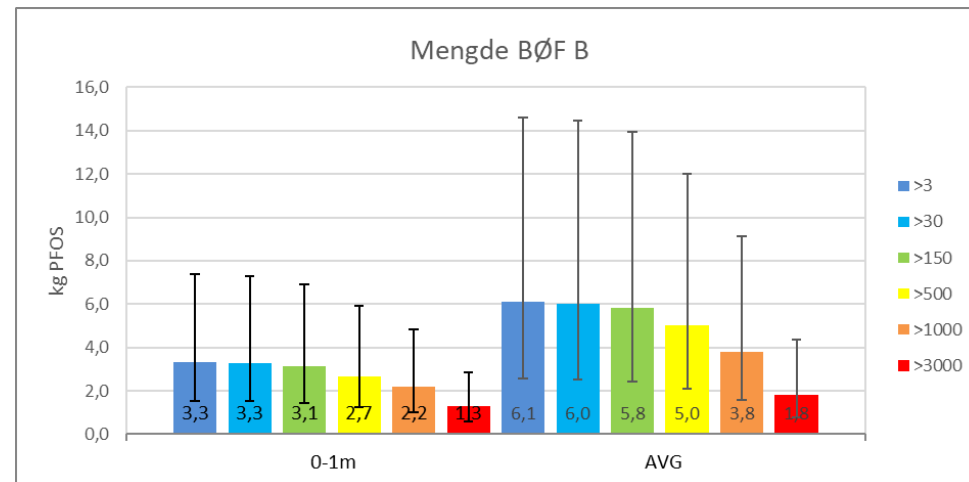
11.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Antall jordprøver totalt	10	21
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Alle jordprøvene er fra 0-10 cm dyp.	Fem av prøvene er av øvre 0-20 cm dyp, og resterende prøver har varierende dybdeintervall ned til dypeste prøve på 180 cm dyp. For åtte av prøvene er prøvetakingsintervallet oppgitt til å representere mer enn 1 meter tykkelse.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	10	17
Antall jordprøver under 1 m	0	15
Kommentar/usikkerhet	Massene er beskrevet som oppfylling av sand, grus og pukk i sju av prøvene, og i resterende tre (lokalisert i ytterkant av undersøkt område) som sand, grus og matjord.	Totalt 32 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m. De undersøkte massene er oppgitt å bestå av hovedsakelig sprengstein, pukk, sand, grus.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	13,4	17400
Hvor	BØF-NY-10 (0-0,1 m), prøve av sand grus og matjord.	BØF-1-2, fra 20-160 cm dyp. Sprengstein med sand, grus, steiner, trevirke, plast, og vann på 150 cm dyp. Lukt av mineralolje (THC påvist i tilstandsklasse 5). Prøven er ellers kun analysert for PFOS og PFOA.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	217	17416
Hvor	BØF-NY-1 (0-0,1 m), prøve av sand, grus, pukk (oppfylling).	BØF-1-2, fra 20-160 cm dyp. Sprengstein med sand, grus, steiner, trevirke, plast, og vann på 170 cm dyp. Lukt av mineralolje (THC påvist i tilstandsklasse 5). Prøven er ellers kun analysert for PFOS og PFOA.
Kommentar/usikkerhet	Alle jordprøvene er analysert for 11 PFAS-forbindelser. Det er i hovedsak PFOS og 6:2 FTS som er påvist i jordprøvene, og i enkelte prøver PFBA og PFPeA. Konsentrasjonen av PFAS i BØF-NY-1 skyldes innhold av 6:2 FTS og PFOS.	Alle jordprøvene er kun analysert for PFOS og PFOA.

VEDLEGG A

11.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	Det er ikke beregnet mengde for BØF A.	
Konsentrasjon (µg/kg)		645
Areal (m2)		4866
Mengde jord (tonn)		15766
Mengde PFOS (kg)		6,1
Usikkerhet -		3,5
Usikkerhet +		8,5
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		721
Areal (m2)		4307
Mengde jord (tonn)		13955
Mengde PFOS (kg)		6,0
Usikkerhet -		3,5
Usikkerhet +		8,4
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		1039
Areal (m2)		2880
Mengde jord (tonn)		9331
Mengde PFOS (kg)		5,8
Usikkerhet -		3,4
Usikkerhet +		8,1
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		1637
Areal (m2)		1572
Mengde jord (tonn)		5093
Mengde PFOS (kg)		5,0
Usikkerhet -		2,9
Usikkerhet +		7,0



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		2457
Areal (m2)		797
Mengde jord (tonn)		2582
Mengde PFOS (kg)		3,8
Usikkerhet -		2,2
Usikkerhet +		5,3
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		4360
Areal (m2)		214
Mengde jord (tonn)		693
Mengde PFOS (kg)		1,8
Usikkerhet -		1,1
Usikkerhet +		2,5

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Kommentar til beregningene av mengde	I risikovurderingsrapporten fra 2016 er det beregnet en restmengde av PFOS på $0,05 \pm 0,02$ kg. Det er tatt utgangspunkt i et areal på 5200 m ² , og 0,5 meters dybde.	I risikovurderingsrapporten fra 2016 er det beregnet en restmengde av PFOS på 12 ± 4 kg. Det er tatt utgangspunkt i et areal på 4000 m ² , og 3 meters dybde. Det er ikke tatt høyde for at det er en del sprengstein og grovere fraksjoner i massene, slik at ny beregning i 2019 har lavere mengder.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Det er fjell i dagen rundt hele BØF, slik at utstrekningen antas å være begrenset til umiddelbar nærhet av de utlagte sand- og grusmassene på BØF. I ytterpunkt BØF-NY-8 mot nordvest og BØF-NY-5 mot vest er det er kun påvist 10 µg/kg PFBA, og ingen andre PFAS. Den høyeste konsentrasjonen av PFAS er i ytterpunkt mot sørøst, BØF-NY-1 (217 µg/kg), som er avgrenset av fjell mot sør og sørøst. Ytterpunkter mot nord og øst BØF-NY 9 og 10 har konsentrasjoner av PFAS < 15 µg/kg.	Ytterpunktene mot vest (BØF-9 og 10) har konsentrasjoner av PFOS < 25 µg/kg. Ytterpunkt mot øst (BØF-8) har PFOS konsentrasjon på 3,2 µg/kg, og ytterpunkt mot sør (DT1 og DT2) har konsentrasjoner av PFOS < 40 µg/kg. Konsentrasjonene av PFOS er høyest rundt sentrum av feltet. BØF B ligger i et lite dalsøkk. Det er fjell i dagen nord, vest og sør for BØF, samt at terrenget skråner oppover i disse retningene. Det kan derfor antas at terrenget vil være avgrensende for horisontal spredning.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, det er ikke tatt prøver av masser dypere enn 0,1 meters dyp. Det er imidlertid liten løsmassemekthet og synlig fjell i dagen rundt hele BØF, slik at forurensningsutbredelsen antas å være begrenset til < 1 meter i dybden.	Nei. Det er tatt jordprøver ned til 1,8 meters dyp, og mektighet av løsmasser er oppgitt i rapportene til å være mellom 1-3 meter. Det er sannsynlig at det er forurensset ned til fjell i senter av BØF, ettersom det er høye konsentrasjoner i de dypeste prøvene.
Kommentar/usikkerhet		

11.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Ja
Hvor	I sjøvann og i oljeutskiller.	I grunnvannsbrønn MB1 lengst vest på BØF, i sjakter DT1 og DT3 og i avløpskum.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)		49 800
Hvor	Det er ikke tatt grunnvannsprøver ved lokaliteten.	DT3 grunnvann i sjakt
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)		50 000
Hvor		DT3 grunnvann i sjakt
Kommentar/usikkerhet		Prøven dt3 var kun analysert for PFOS og PFOA, men har de høyeste konsentrasjonene. Vann i sjakt har som regel et høyt innhold av partikler som PFOS kan være bundet til, i tillegg til at PFOS mobiliseres ved graving under vannstand. Det er derfor usikkert hvorvidt prøven er representativ for grunnvannet ellers på feltet. Prøvene DT1-vann og DT3-vann ble tatt i sjakter undersøkt i sammenheng med undersøkelse av en diesellekkasje ved siden av det gamle BØF. Det er en grunnvannsbrønn (MB1) ved BØF B, men denne er vest for området med de høyeste konsentrasjonene i jord, og antas å ligge i motsatt retning av grunnvannets strømning. I grunnvannsbrønn MB1 var konsentrasjonene av PFOS i to prøver 10,3 ng/l (prøvetatt 6.10.11) og ikke påvist (prøvetatt 25.5.12). Sum PFAS var kun analysert i den ene av prøvene (den som var prøvetatt 25.5.12), og var på 16,2 ng/l (i denne prøven var det kun påvist PFHxS over deteksjonsgrensen). Både vannprøvene fra sjakt og grunnvannsbrønn MB1 har THC konsentrasjoner mellom 350-7300 ug/l. For THC er de høyeste konsentrasjonene i vann fra DT3 og MB1.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)		3 780
Hvor	Ikke påvist i sjøvann (analysert for 11 PFAS forbindelser)	Avløp (kum 1) 19.06.2014
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)		6 050
Hvor	Ikke påvist i sjøvann (analysert for 11 PFAS forbindelser)	Avløp (kum 1) 19.06.2014

Kommentar/usikkerhet	Vann fra oljeutskiller er oppgitt å ledes til sjø i Visnesbukta gjennom avløpsrør. Prøver av vann fra oljeutskiller anses ikke være representative for overflatevann i området. Det er tatt sju vannprøver i oljeutskilleren mellom 2011 og 2014, og påviste konsentrasjoner av PFOS er mellom 38 og 1350 ng/l, og PFAS mellom 1150 og 40400 ng/l. Prøven med de høyeste konsentrasjonene er fra mai i 2014. Den dominerende forbindelsen i vannprøvene er 6:2 FTS, etterfulgt av 8:2 FTS i de fleste prøvene. Dette henger sammen med at det ikke er benyttet skum med PFOS som hovedforbindelse ved denne BØFen. Det har ikke vært benyttet PFAS holdig skum ved Avinors lufthavner etter 2012, og oljeutskillerne tømmes og rengjøres en gang i året (med mindre de produserer < 1kg olje i løpet av året), evt oftere ved behov. Målinger fra november 2014 til april 2018 (to målinger i året) viser varierende konsentrasjoner av sum PFAS (mellom ca 1000 og 7500 ng/l), men det er tilsynelatende en nedadgående trend i konsentrasjonene i oljeutskilleren over tid i perioden (hentet fra figur 17 i Avinors brev til Fylkesmannen i Rogaland den 5.2.2019).	Det finnes ingen offisiell informasjon om avløpssystemer fra BØF B, men det er observert en avløpskum (prøvepunkt "Avløp") ca. 100 m øst for BØF B som antakelig drenerer brannøvingsfeltet via en drensledning. Fra denne kummen føres vannet videre til en liten bekk og til slutt ut i Visnesbukta. Vannprøver i denne kummen har konsentrasjoner av PFOS mellom 1480 og 3780 ng/l, og PFAS mellom 2410 og 6050 ng/l.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	2-3	50
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	110	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Sjø, Visnesbukta som ligger ca 40 meter mot nordøst.	Naturlig avrenningsretning fra BØF B er mot sjø. Basert på strømningsvurderinger vil den naturlige spredningsveien for grunnvann være nordover mot sjøen. Det finnes ikke offisiell informasjon om avløpssystemer for BØF B, men det antas at det er lagt et drensrør fra BØF B som samler grunnvann i en kum som ligger øst for BØF B. Denne kummen mottar også vann fra andre rørledninger, før vannet føres ut i en liten bekk og ut i Visnesbukta. Visnesbukta ligger ca 125 meter mot øst-nordøst.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjoner i oljeutskiller. Beregningen er basert på målinger før 2015.	Vannkonsentrasjoner i prøvepunkt "Avløp" kum 1

11.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja* – biotaprøvene er felles for begge lokaliteter ettersom de har avrenning til samme resipient.
Hva for biota?	Kuskjell, kamskjell, rundøsters, berggylt, lomre, skrubbeflyndre, torsk, zooplankton.
Hvor mange prøver?	44
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	9,1
Hvor	9: Lomre individprøve muskel
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	17,9
Hvor	9: Lomre individprøve muskel (analysert for 11 PFAS forbindelser)
Mediankonsentrasjon (µg/kg vv) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Konsentrasjon av sum PFAS i filet av lomre fanget i Radsundet utenfor fabrikken til Solberg Scandinavian (produsent av brannskum) var på 492 µg/kg vv. Konsentrasjon av PFOS var målt til 462 µg/kg. Hentet fra Cowi Årsrapport 2015, Gjennomført overvakning for Solberg Scandinavian AS.
Kommentar/referanse	Det ble tatt referanseprøver ved en prøvetakingsstasjon ved Skudneshavn i forbindelse med biotaprvøvetakingen. Det ble samlet inn 10 prøver av kuskjell. Det ble ikke påvist PFOS/PFAS i noen av disse biotaprøvene.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Konsentrasjon av sum PFAS var 2 µg/kg i en prøve av lomre muskel fanget i Tårstadosen/Stunesosen utenfor Harstad lufthavn Evenes, en lokalitet som har betydelig PFAS forurensning i grunnen fra brannøvingsfelt. Hentet fra Avinor rapport fra 2015: Harstad/Narvik lufthavn Evenes, Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering.

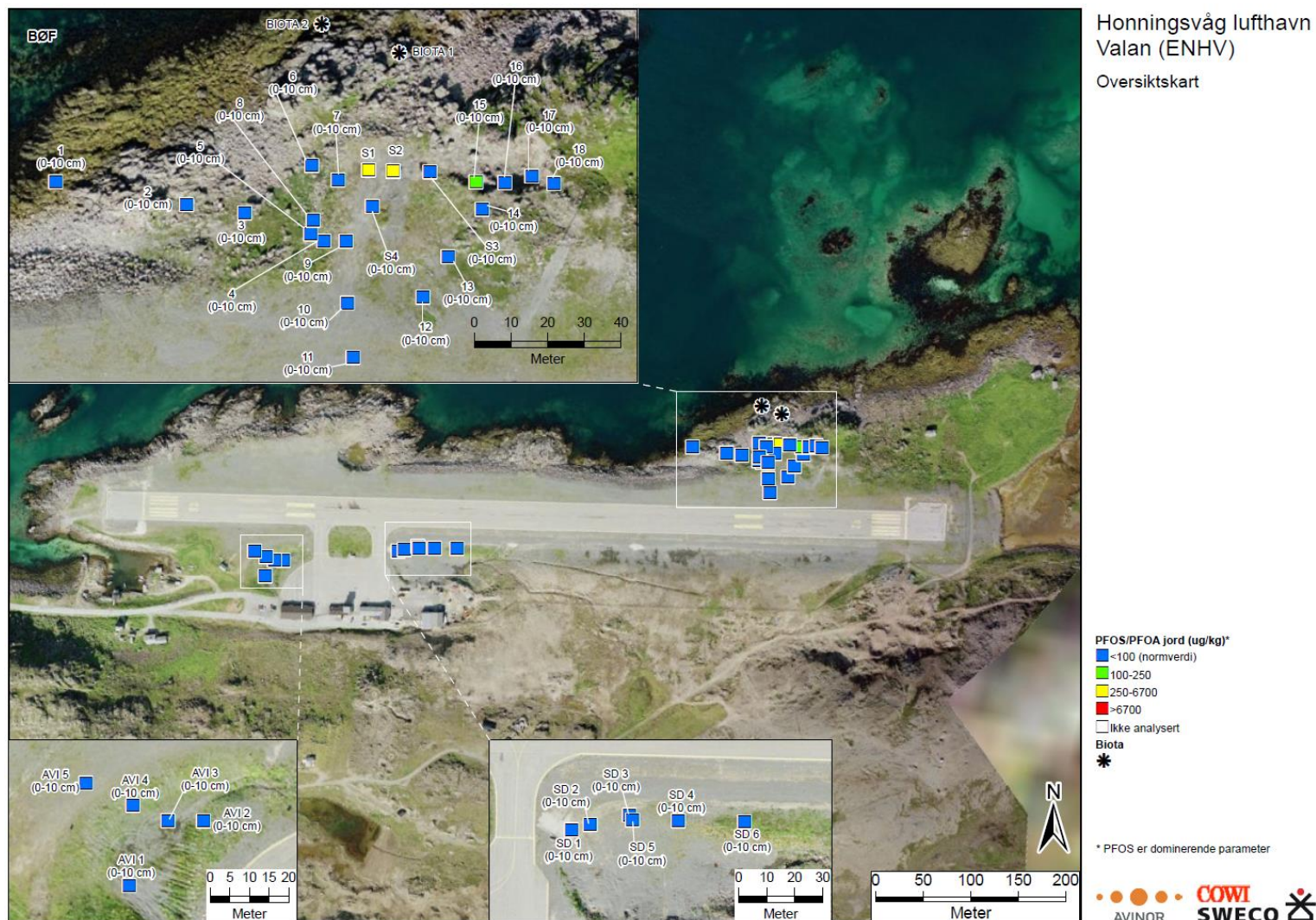
11.7 Usikkerhet og øvrige forhold

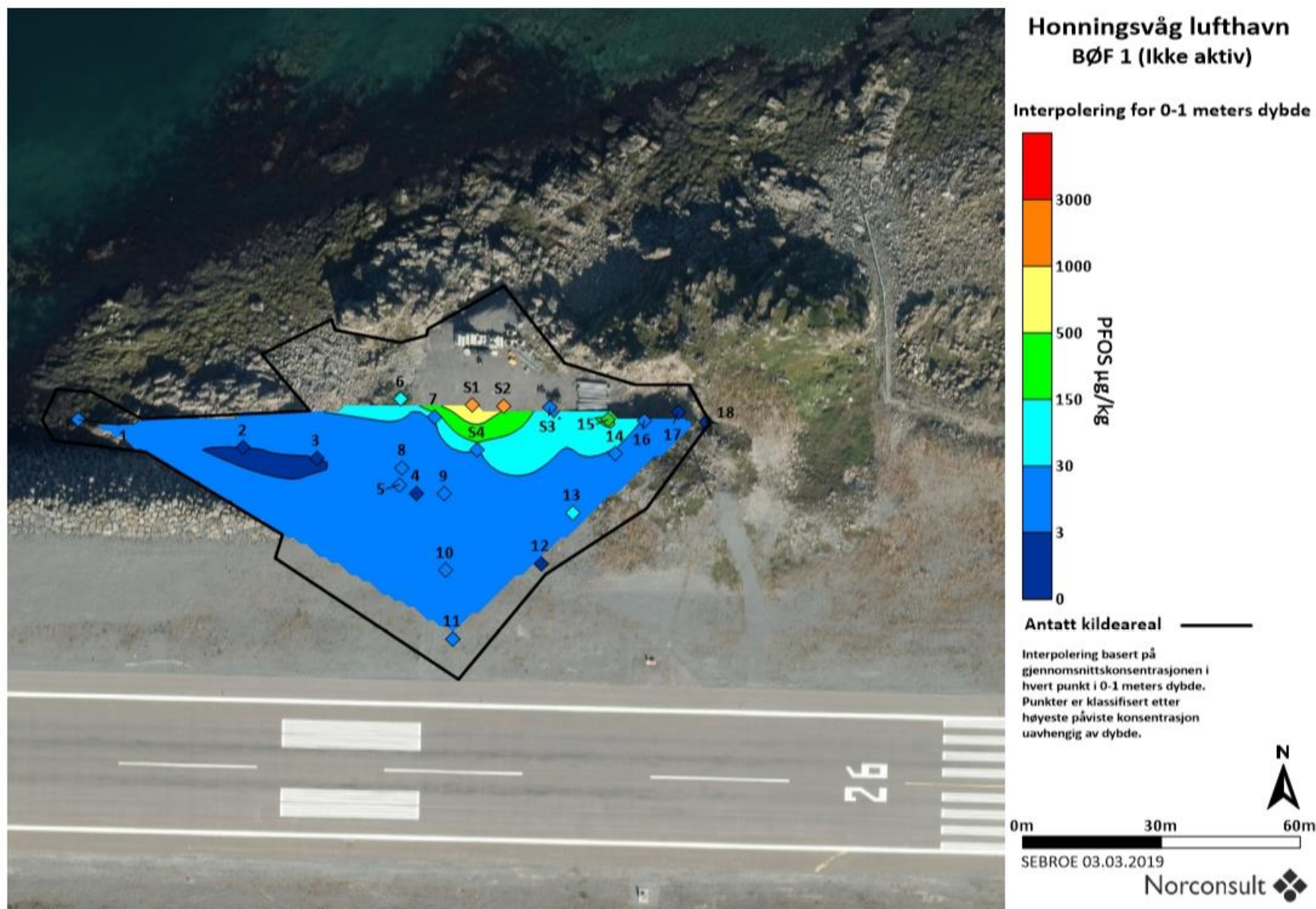
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Det er ikke beregnet mengder PFOS eller PFAS i grunnen. Konsentrasjonene i jordprøver er lave, og det forventes å være små mengder PFOS/PFAS i grunnen ved denne lokaliteten. Begge brannøvingsfelt ved Haugesund lufthavn vil ha avrenning til Visnesbukta, og graden av påvirkning på biota fra hver av lokalitetene kan ikke vurderes sikkert. Bidrag fra aktiv BØF forventes å gradvis bli mindre etter at skum med PFAS ble faset ut i 2012.	Det er usikkert hvorvidt noen av vannprøvene som er tatt er representative. Det er påvist PFOS i alle vannprøvene (fire punkter og ni prøver), men konsentrasjonene er svært sprikende mellom punktene. Vannprøvene viser imidlertid at det er sannsynlig at det pågår utlekking fra BØF B. Biota som har PFAS påvist er bunnlevende fisk, og det kan ikke vurderes sikkert om disse er påvirket også av evt annen forurensning i Visnesbukta. Begge brannøvingsfelt ved Haugesund lufthavn vil ha avrenning til Visnesbukta, og graden av påvirkning på biota fra hver av lokalitetene kan ikke vurderes sikkert.
Vurderinger	Senter av BØF er asfaltert og overvann på BØF ledes til oljeutskiller. Det er påvist høye konsentrasjoner av PFAS i vannprøver tatt fra oljeutskilleren, grunnet innholdet av 6:2 FTS. Det er oppgitt i 2016 rapport at overflatevann føres med rør til sjø. PFAS forbindelser har derfor vært spredt til Visnesbukta gjennom avløpsrør. Det står også at Promitek anbefalte våren 2014 tømning og rengjøring av oljeutskilleranlegget i tilknytning til BØF samme vår for å redusere spredning av PFAS. Avinor opplyser om at det utføres årlig tømning og rengjøring av oljeutskiller ved aktive BØF. Det er ikke påvist 6:2 FTS i biota, som har vært en av hovedkomponentene i skum benyttet i perioden 2001-2012.	Fra 2016-rapport: Dybde på fyllmassene er 1-3 m. Feltet drenerer antakelig rett til grunnvann. Grunnvann er registrert ca. 0,5 meter under terreng. Det finnes ingen offisiell informasjon om avløpssystemer fra BØF B, men det er observert en avløpskum (prøvepunkt "Avløp") ca. 100 m øst for BØF B som antakelig drenerer brannøvingsfeltet via en drensledning. Fra denne kummen føres vannet videre til en liten bekk og til slutt ut i Visnesbukta. Det står også at i kummen samles andre rør fra lufthavnsområdet for videre utløp i sjøen. Det burde tas vannprøve i bekken som går til Visnesbukta for å se spredning av PFAS videre med vann fra kummen. For biota er det påvist PFAS i seks av ti prøver av lomre (sum PFAS mellom 1,1 til 5,9 µg/kg, og en prøve med 17,9 µg/kg) i Visnesbukta nord for brannøvingsfeltene. Det er også påvist PFAS i en prøve av skrubbe (muskel), ellers er resterende 23 biotaprøver under deteksjonsgrensen. Det er beregnet at det ligger igjen ca 6 kg PFOS ved BØF B. Det er anslått at det er brukt 220 kg PFOS ved lokaliteten. Dette viser at mesteparten av PFOS allerede er lekket ut til resipient.

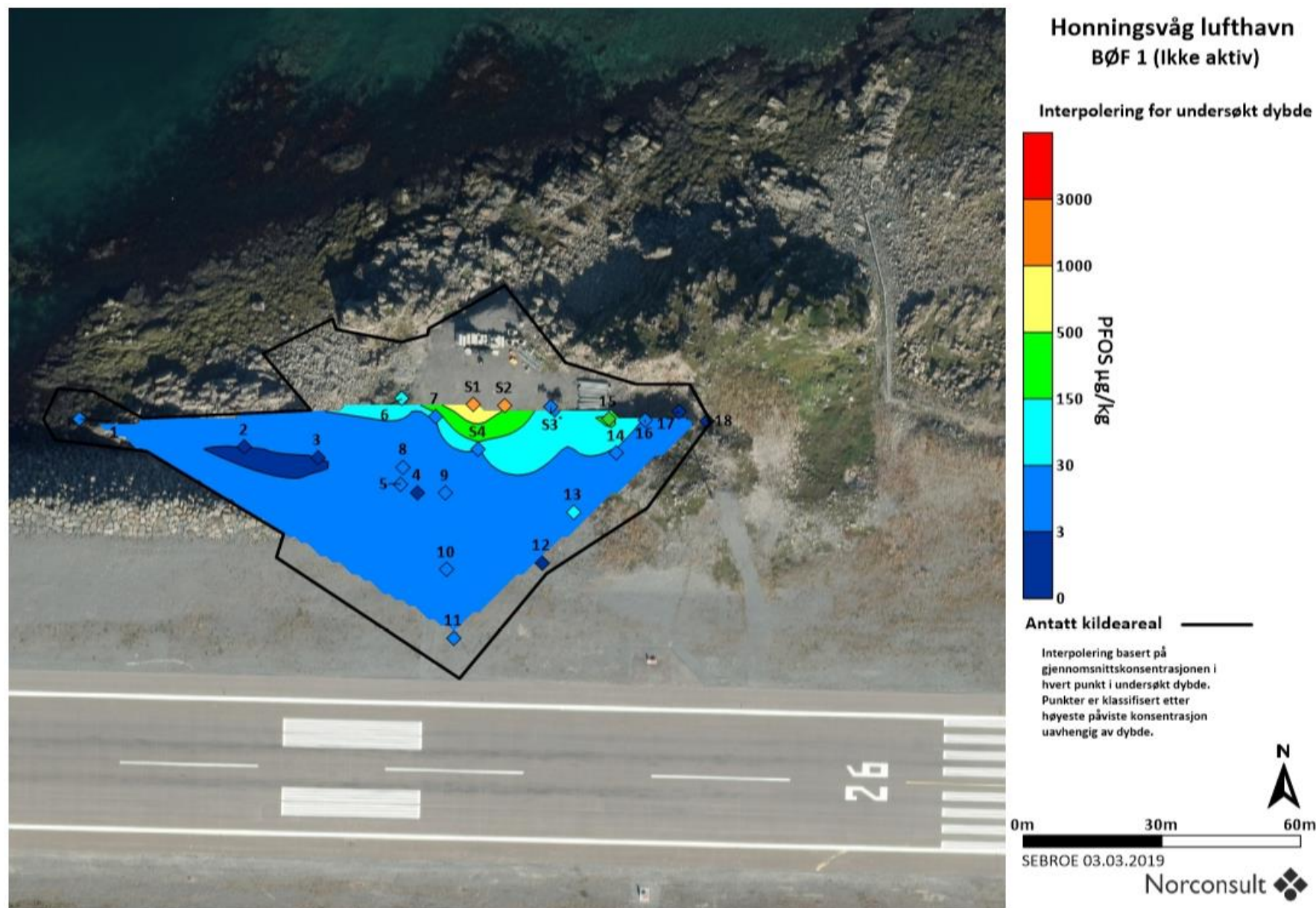
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er beskrevet i risikovurderingsrapporten at det ikke er kjent at det er gjennomført øvelser med brannskum utenfor brannøvingsfeltene. Det skal heller ikke være gjennomført vasking av biler utenfor vaskehall. I vaskehallen blir vann ført til en oljeutskiller og videre til en septiktank i sjø. I grunnvannsbrønnen (fjellbrønn) MB2 ved midtre snødeponi (vest/sørvest for terminalområdet) er det påvist lave PFAS-konsentrasjoner (PFOS på 17 ng/l i en prøve fra 2011 og 16,2 ng/l PFAS i en prøve fra 2012). Eventuell spredning herfra er ikke dokumentert, men det er mulig at denne spres mot Stogdalsvatnet og Kallstøbukta og/eller mot Isgardsvatnet og Visnesbukta. Det er registrert to nedlagte søppelfyllinger/deponier på lufthavnens område. Det ene er i nord på østsiden av rullebanen mens det andre er rett ved siden av det nedlagte brannøvingsfeltet. Det er tatt én jordprøve et stykke nordvest for det aktive brannøvingsfeltet, prøve MD1, som skal være tatt på det ene området for fylling/deponi. Prøven har lav konsentrasjon PFOS (23,7 µg/kg).	Det er beskrevet i risikovurderingsrapporten at det ikke er kjent at det er gjennomført øvelser med brannskum utenfor brannøvingsfeltene. Det skal heller ikke være gjennomført vasking av biler utenfor vaskehall. I vaskehallen blir vann ført til en oljeutskiller og videre til en septiktank i sjø. I grunnvannsbrønnen (fjellbrønn) MB2 ved midtre snødeponi er det påvist lave PFOS-konsentrasjoner (PFOS på 17 ng/l i en prøve fra 2011 og 16,2 ng/l PFAS i en prøve fra 2012). Eventuell spredning herfra er ikke dokumentert, men det er mulig at denne spres mot Stogdalsvatnet og Kallstøbukta og/eller mot Isgardsvatnet og Visnesbukta. Det er registrert to nedlagte søppelfyllinger/deponier på lufthavnens område. Det ene er i nord på østsiden av rullebanen mens det andre er rett ved siden av det nedlagte brannøvingsfeltet, ved prøvepunkt BØF 9 (20-160) og BØF 10 (20-180) som har PFOS konsentrasjoner på 8 og 24 µg/kg.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Lokaliteten anses godt nok kartlagt for PFAS til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen, men det er kun påvist PFOS i lave konsentrasjoner i seks av 10 prøver (3,5-13,4 µg/kg). For PFAS er det påvist i ni av ti prøver, alle prøvene har konsentrasjoner mellom 10,8 til 31,5, med unntak av prøven BØF-NY-1 som har 217 mg/kg. Det konkluderes derfor med at prøvetakingen viser at det er små mengder PFOS/PFAS i grunnen, og at lokaliteten ikke vil prioriteres for tiltak for PFOS/PFAS ut ifra et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.

Kommentar/usikkerhet	Det er ikke tatt prøver av dypereliggende masser, men det er kun et tynt lag med løsmasser over fjell på denne lokaliteten.	
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforkomster, verneområder etc.)	Det er ingen opplysninger om spesielle områder med naturvern i nærhet av flyplassen, men i en radius av ca. 1 km ligger det flere registrerte naturtyper, derav marine skjellsandområder (som er blant annet i Visnesbukta rett nordøst for BØFene) og kystlynghei. Det er også registrert flere områder med artsforekomster i samme sektoren. Noen av artene her er hjort, vade-, måke- og andefugl, orrfugl og spurvefugl. Det er registrert flere fuglearter med status i Rødlisten på flyplassområdet og i nærområdet, blant annet vipe, storspove, tornirisk, bergirisk, tornskate, hønsehauk og hubro. Visnesbukta brukes i noe grad til fiskeområde Dersom evt. bygge-/gravearbeider kan komme i berøring med PFOS-forurensset areal vil lufthavnas nye driftere ved «Lufthavndrift AS» måtte søke Miljødirektoratet om tillatelse. Av de 21 analyserte jordprøvene ved BØF B er det påvist THC i tilstandsklasse 2-3 i 5 av prøvene, og tilstandsklasse 4-5 i 12 av prøvene.	

12 Honningsvåg lufthavn Valan







12.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	Lufthavnen ble åpnet i 1977. Det er ett gammelt brannøvingsfelt som ble tatt ut av drift i ca 2006, men det er usikkert om det har vært operativt siden åpningen av lufthavnen. I dag eksisterer det ingen brannøvingsfelt som fortsatt er i bruk. Gammel BØF ligger nord for rullebanen, og Barentshavet / Skipsfjorden ligger omtrent 30 m sør for BØF. I DP2 rapporten er følgende opplyst: BØF er oppgitt å ha et areal på omtrent 2800 m ² , og det er ingen tilgjengelig skriftlig informasjon om bruk av BØF.

12.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

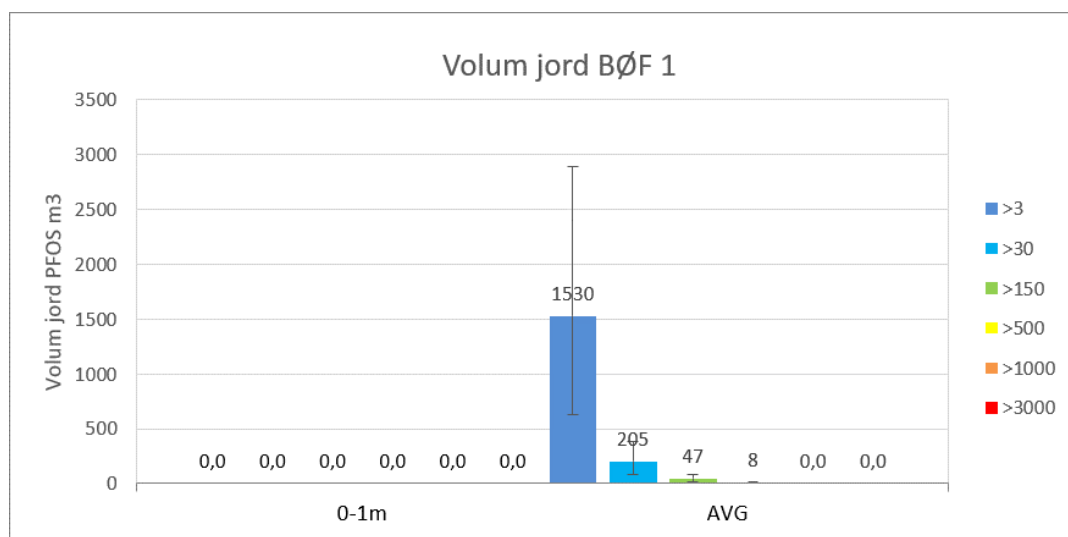
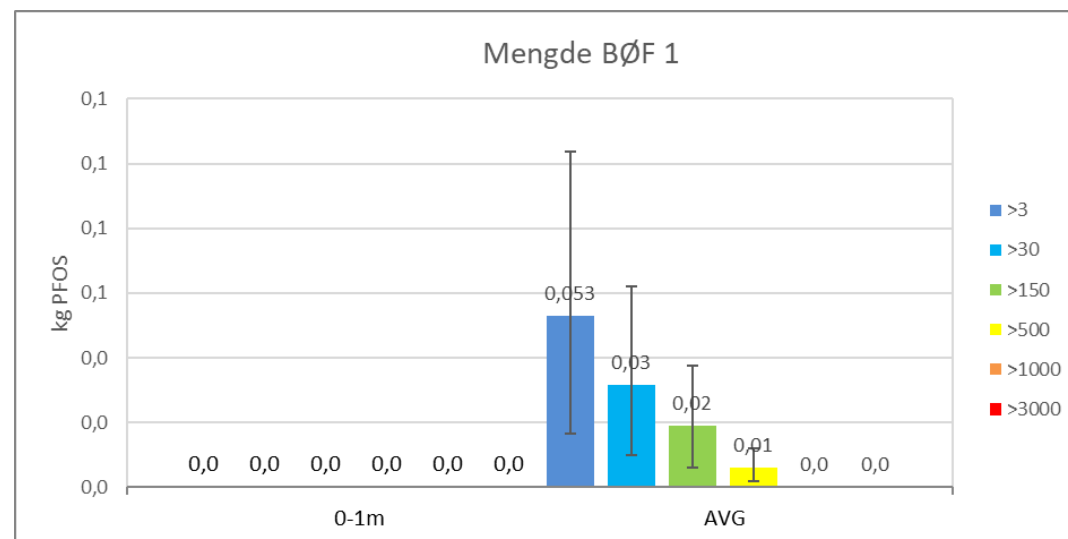
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

12.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	26
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	21 av prøvene er tatt fra 0-10 cm (overflateprøver). Dypeste prøver er tatt ned til 75 cm.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	26
Antall jordprøver under 1 m	0
Kommentar/usikkerhet	De undersøkte massene er alle oppgitt som oppfylling.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	2040
Hvor	S1-2 (5-75 cm). Oppfyllingsmasser
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	2050
Hvor	S1-2 (5-75 cm). Oppfyllingsmasser
Kommentar/usikkerhet	Alle jordprøvene er kun analysert for PFOS og PFOA. På grunn av påfylte asfaltmasser i 2010 er forurensningen av PFOS funnet i massene under 10 cm under overflaten. Prøvene ble i tillegg analysert for THC. Det ble påvist en konsentrasjon av THC tilsvarende tilstandsklasse 4 (helsebaserte tilstandsklasser) i 5 av de 26 prøvene. Fire av prøvene var fra 0-10 cm og en fra 0-50 cm, slik at dette har trolig sammenheng med at det er fylt ut knust asfalt.

12.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	32
Areal (m2)	3060
Mengde jord (tonn)	2754
Mengde PFOS (kg)	0,05
Usikkerhet -	0,04
Usikkerhet +	0,05
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	143
Areal (m2)	410
Mengde jord (tonn)	369
Mengde PFOS (kg)	0,03
Usikkerhet -	0,02
Usikkerhet +	0,03
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	381
Areal (m2)	93
Mengde jord (tonn)	84
Mengde PFOS (kg)	0,02
Usikkerhet -	0,01
Usikkerhet +	0,02
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	703
Areal (m2)	16
Mengde jord (tonn)	14
Mengde PFOS (kg)	0,01
Usikkerhet -	0,004
Usikkerhet +	0,01



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene	I DP2 rapporten er det beregnet at det ligger igjen 52 g PFOS i massene ved BØF, og 0,01 g PFOA. Areal og dyp for beregningen er ikke oppgitt.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Det kan se ut som at det mest forurensede området ligger rett nord for de nordligste prøvepunktene (S1 og S2). Forurensningen er heller ikke helt avgrenset i sør/sørvestlig retning ettersom ytterpunkt 1 og 11 har mellom 4-6 µg/kg. Ytterpunkt 12, 17 og 18 mot øst har ikke påvist PFOS.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Ja det fjell på mellom 50-75 cm dyp i sjaktene S1-S4.
Kommentar/usikkerhet	Prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA

12.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Nei
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	2,99
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	3,595
Til hvilken resipient	Skipsfjorden (Barentshavet)
Beregnet fra vann eller jordkons.	Fra jordkonsentrasjon. Det er beregnet grunnvannskonsentrasjoner ut ifra konsentrasjonene i jord. Årlig utslippsmengde er beregnet ut ifra beregnet konsentrasjon i grunnvann. Spredningsmengde for PFAS gjelder beregning for PFOS og PFOA.

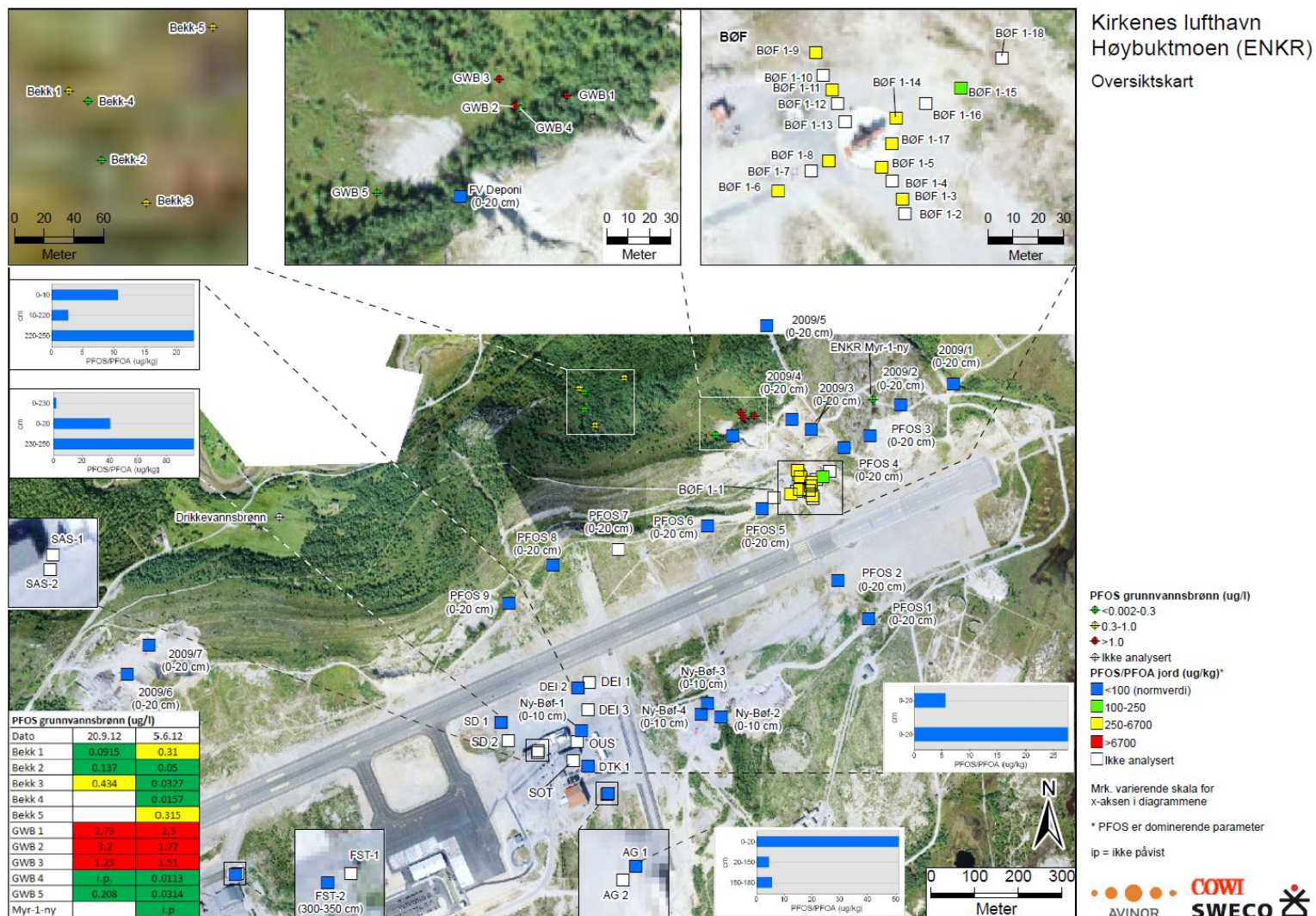
12.6 Biotaprøvetaking

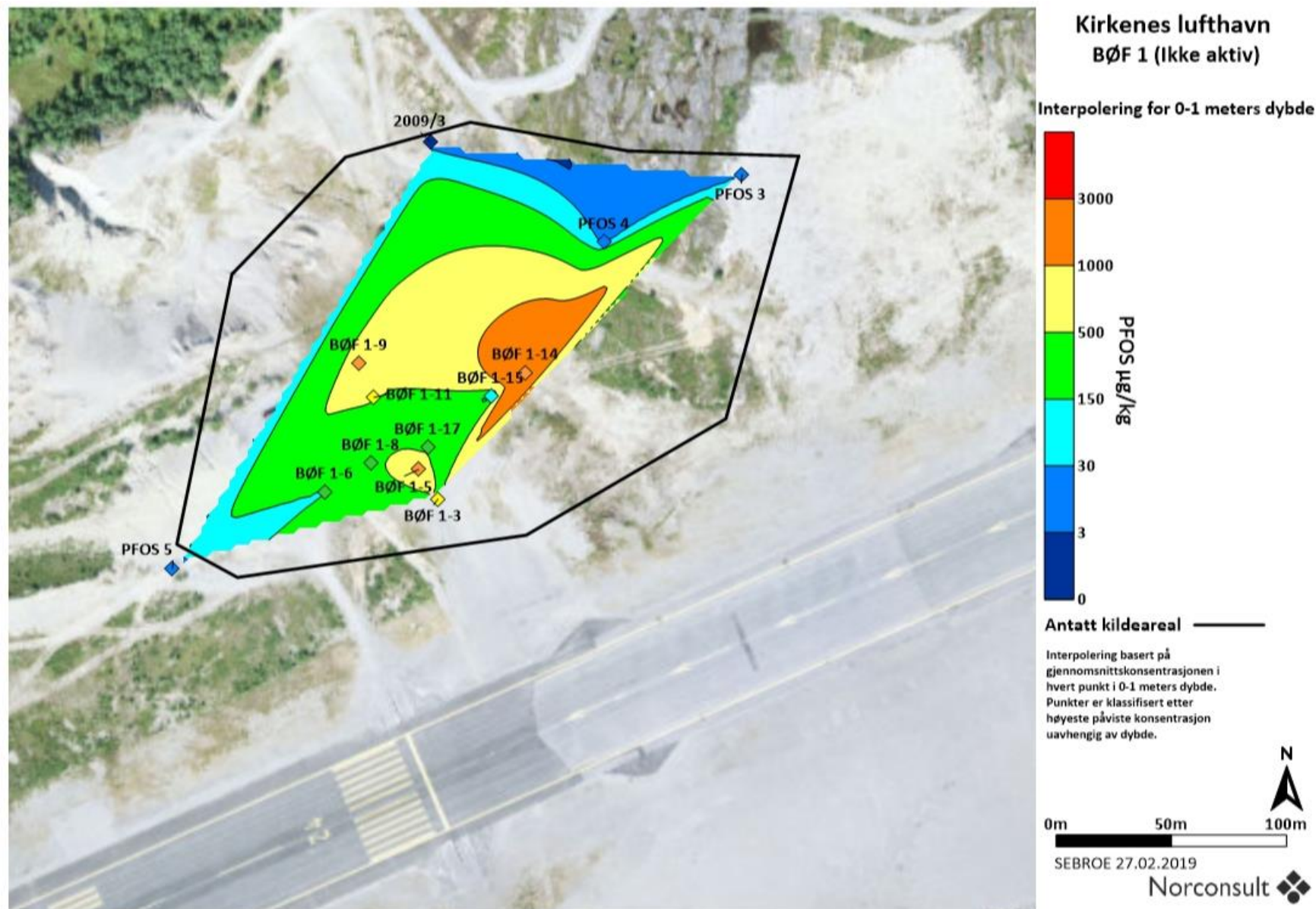
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Tang
Hvor mange prøver?	2
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	18,4
Hvor	BIOTA 1
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	19,1
Hvor	BIOTA 1
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	I 2016 ble det analysert to biotaprøver av tang utenfor Longyearbyen lufthavn som har et gammelt og ett aktivt brannøvingsfelt. Det ble ikke påvist PFOS eller PFAS i noen av disse prøvene. Referanse: Avinor 2016, Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving.
Kommentar/referanse	Biotaprøvene er analysert for PFOS og PFOA
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Miljøkvalitetsstandard i organismer i Miljødirektoratets veileder M-608: 9,1 µg/kg våtvekt. Biotaprøvene av tang viser konsentrasjoner over dette.

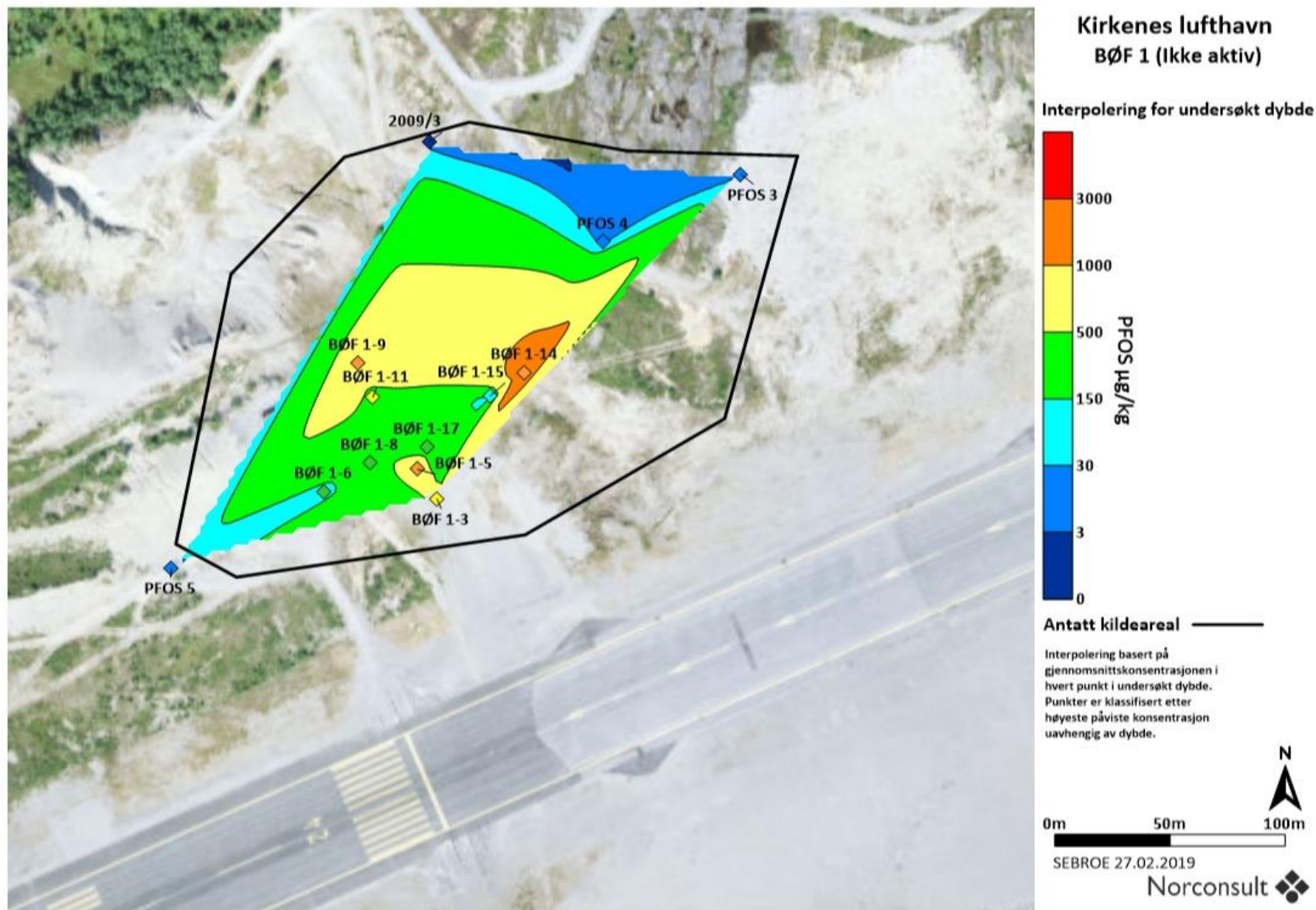
12.7 Usikkerhet og øvrige forhold

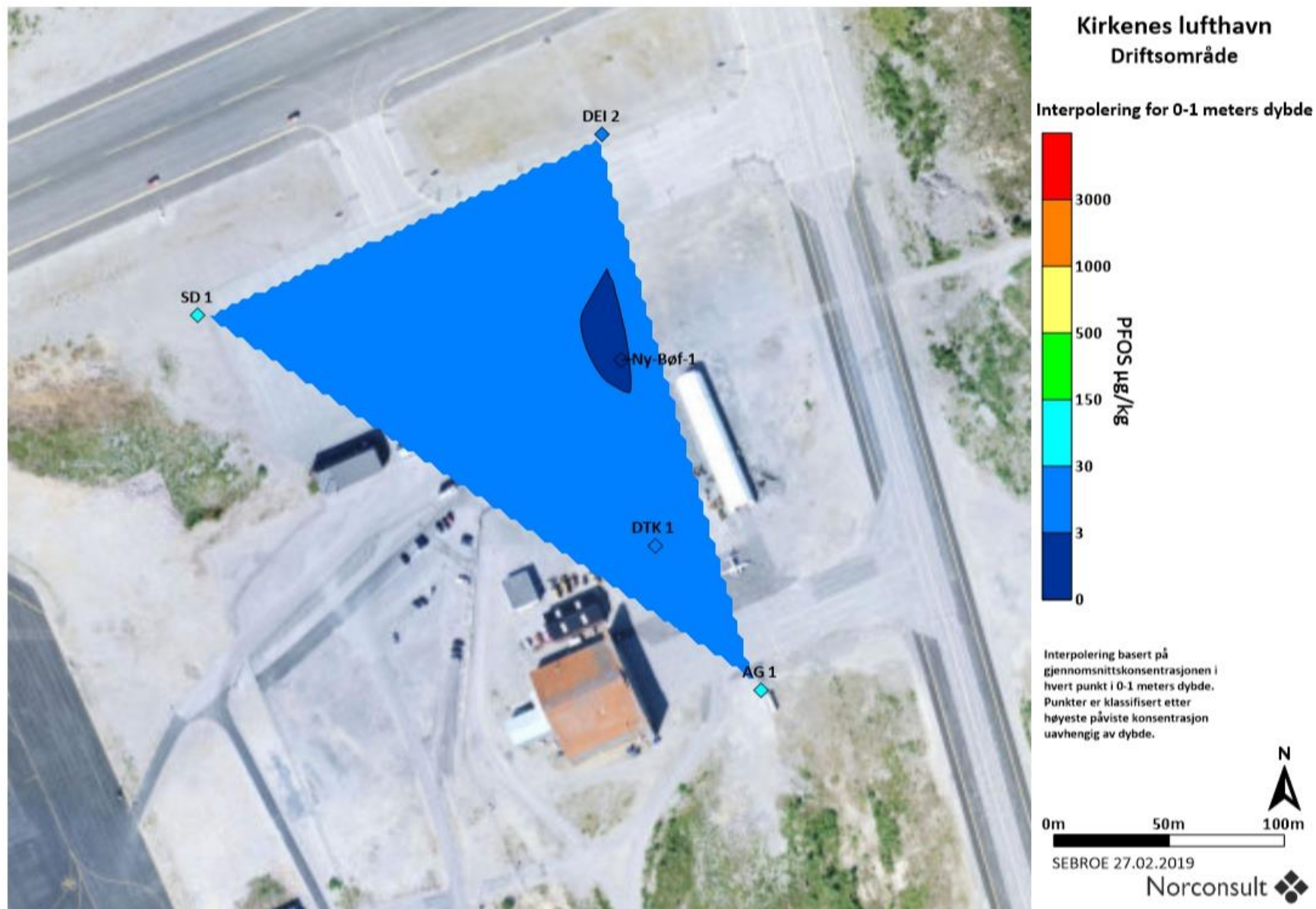
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Dette kan ikke vurderes for vann, da det ikke er tatt vannprøver. Dette medfører også usikkerhet for vurderinger av konsentrasjoner i biota. Det kan ikke vurderes sikkert for biota, men det kan ikke utelukkes at den påviste PFOS-konsentrasjonen i tangprøvene skyldes avrenning/spredning fra BØF.
Vurderinger	Avrenning fra BØF vil gå gjennom grusfyllingen og/eller via overflaten til Skipsfjorden. Avstanden fra BØF til området hvor biotaprøvene er tatt er ca. 30 meter, og med en høydeforskjell på 7-9 meter.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er ikke oppgitt at det er ytterligere kilder til PFOS på lokaliteten, eller på lufthavnen forøvrig, men det kan ikke utelukkes.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter. Mengdene PFOS i grunnen er imidlertid små (< 0,5 kg), på grunn av det tynne løsmasselaget over fjell. Lokaliteten vil derfor ikke prioriteres for tiltak ut ifra et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	BØF ble tatt ut av drift omlag 2006. Flyfoto fra 2007 sammenlignet med 2016 viser at det er fylt ut masser på området for BØF i denne perioden. Det er oppgitt i DP2 rapport at knust asfalt på BØF ble lagt ut i 2010, slik at disse massene skal ha blitt lagt ut etter at BØF ble tatt ut av drift. Dette kan forklare at de høyeste konsentrasjonene av PFOS (380-2040 µg/kg) er påvist i de dypeste prøvene som er rett over fjell på 50 og 75 cm dyp, i tillegg til en prøve i intervallet 5-75 og en i 10-50 cm dyp. Prøver av 0-10 og 0-50 cm har lave konsentrasjoner (2,9-40 µg/kg) med unntak av en prøve som antas å være utenfor det oppfylte området (15 som har 208 µg/kg). Forurensningen er ikke godt kartlagt i nordlig retning, og det er mulig at "hoveddelen" av forurensningen ligger rett nord for området som er prøvetatt. Det er imidlertid utfylte masser også på den nordlige delen, og masser fylt ut etter 2006 antas også i denne delen av BØF å ha lave konsentrasjoner. Det er synlig fjell i dagen ca. 20 meter nord for de nordligste sjaktene, S1 og S2, slik at masser med evt sterk forurensning av PFOS på den nordlige delen av BØF antas å ha liten mektighet (ca. 0,5 m).
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremøter, verneområder etc.)	Det er oppgitt i DP2 rapporten at det finnes et mindre våtmarksområde øst for lufthavnen, utenfor lufthavnens avgrensning. Det er ikke avrenning fra lufthavnen til dette området. Det er registrert flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse på og rundt lufthavnen (planter, fugler). I området hvor BØF ligger er bakkesøte registrert, samt naturtypen "kystlynghei" registrert. Det er også registrert et område med kystlynghei sør for lufthavnen. Det er påvist forurensning tilsvarende tilstandsklasse 4 (helsebaserte tilstandsklasser) av THC i overflatemassene i BØF. Det er sannsynlig at dette har sammenheng med at det er lagt ut knust asfalt på område i 2010.

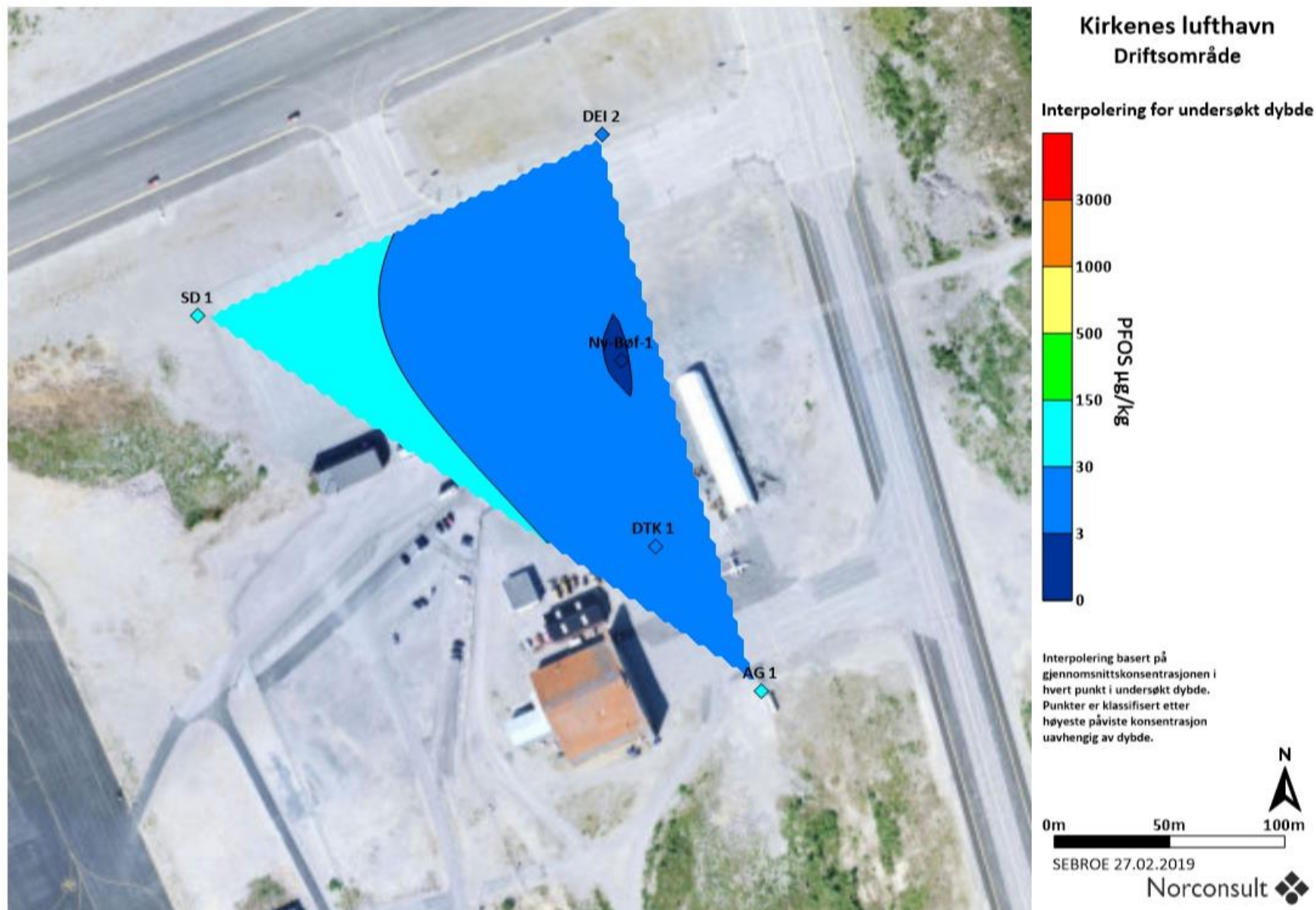
13 Kirkenes lufthavn Høybuktmoen

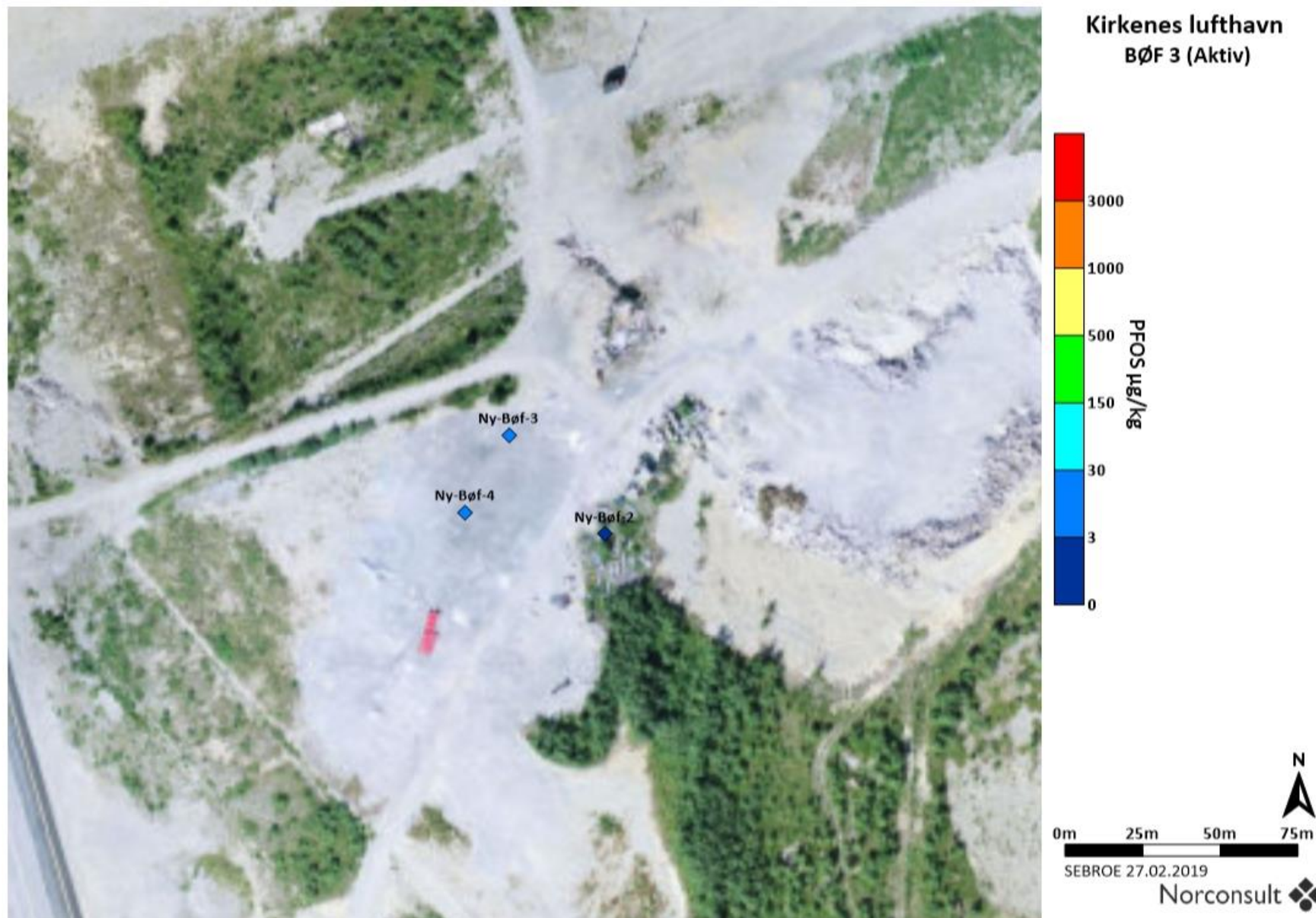












13.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 3 (aktivt)	Driftsområdet
	Det har vært to gamle brannøvingsfelt på Høybukthmoen. Det eldste brannøvingsfeltet (BØF 2) ble på 90-tallet flyttet cirka 100 meter mot øst. Ny lokalisering er det som i dag kalles det gamle brannøvingsfeltet (BØF 1). Alle masser fra BØF 2 ble angivelig skiftet ut, og det er synlige fyllmasser på området for BØF 2. BØF 1 ble tatt ut av drift i cirka 2006.	Ikke oppgitt driftsperiode, men trolig ble dette tatt i bruk ca 2006 når det gamle ble lagt ned. Feltet er etablert med tett dekke og sluk, og overvann ledes til oljeutskiller og videre til utslipp i sjø.	

13.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet			
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		Avinor faset helt ut PFAS holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.	

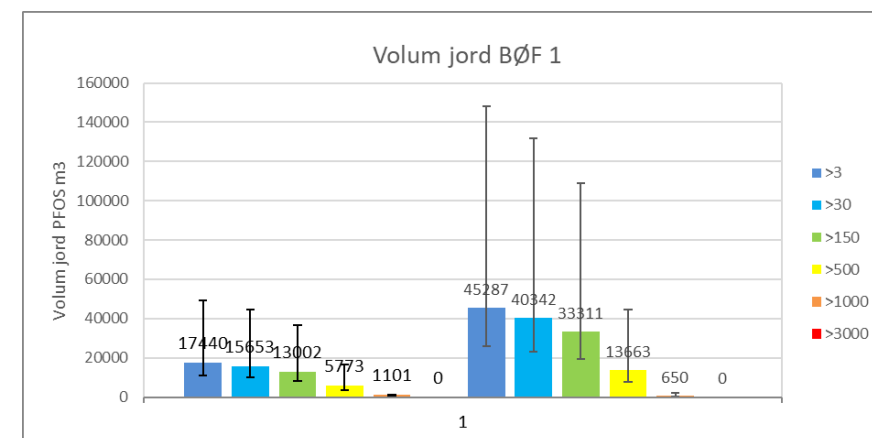
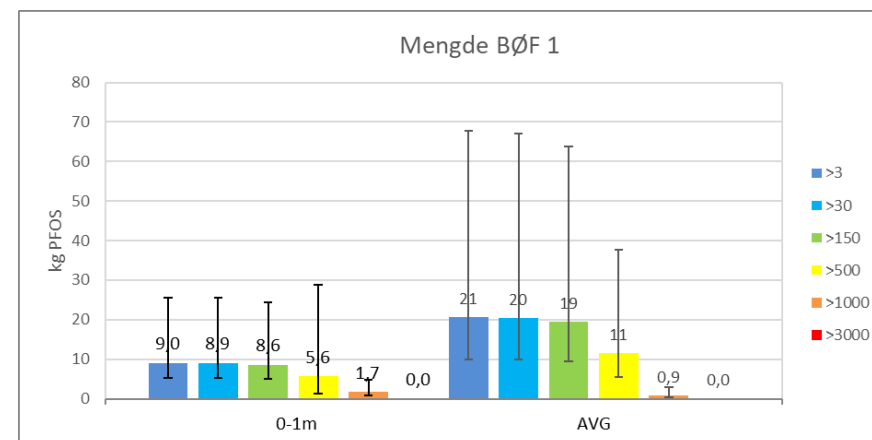
13.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 3 (aktivt)	Driftsområdet
Antall jordprøver totalt	31	3	12
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Bra fordeling av prøver i ulike dyp. Fire prøvepunkt som ligger relativt tett på BØF 1 (ca 100 meter nord og nordøst og vest for senter) er tatt med (2009/3, PFOS 4 og PFOS 3 samt PFOS 5).	100 % av prøvene er tatt i 0-10 cm dyp.	Prøvene er fordelt på 5 prøvepunkt
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	21	3	8
Antall jordprøver under 1 m	17	0	7
Kommentar/usikkerhet	Totalt 38 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m. Det er 13 prøver i 1-2 meter og 4 prøver i 2-3 meter.	Det er en prøve som heter Ny-BØF-1 som er lokalisert ved driftsområdet som ligger vest for aktiv BØF. Denne prøven er ikke medtatt for BØF 3, og anses som en del av driftsområdet hvor det er øvrige prøver med PFAS påvist.	Totalt 15 prøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	2520	20,7	99,6
Hvor	Prøven BØF 1-14-2 i masser av pukklag, sand og stein fra 20-200 cm dyp.	Ny BØF 3, grus fra 0-10 cm dyp.	SD1-3 tatt av grov sand på 230-250 meters dyp ved baneavising.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	2520	91,3	99,6
Hvor	Prøven BØF 1-14-2 i masser av pukklag, sand og stein fra 20-200 cm dyp.	Ny BØF 3, grus fra 0-10 cm dyp.	SD1-3 tatt av grov sand på 230-250 meters dyp ved baneavising.
Kommentar/usikkerhet	Alle prøvene fra BØF 1 er kun analysert for PFOS og PFOA.	De tre prøvene ved BØF 3 er analysert for 11 PFAS-forbindelser.	Prøven SD1-3 og de andre prøvene ved driftsområdet er kun analysert for PFOS og PFOA.

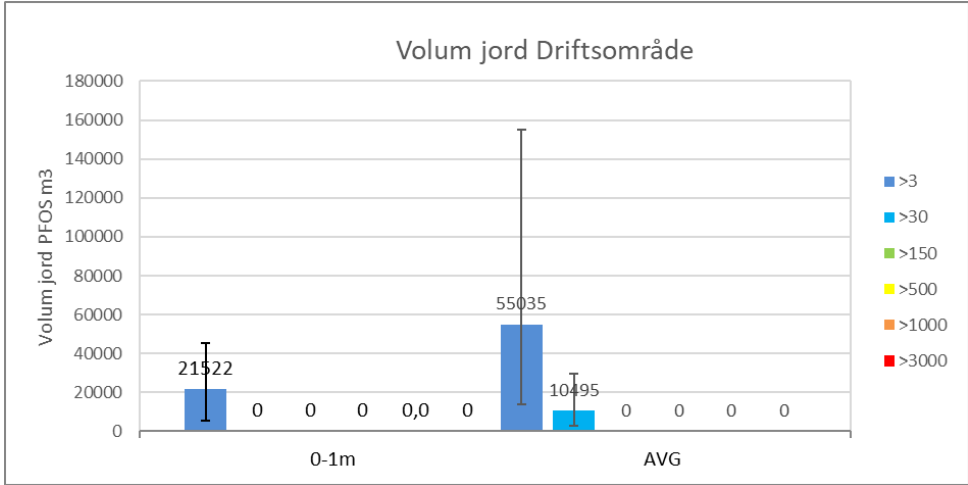
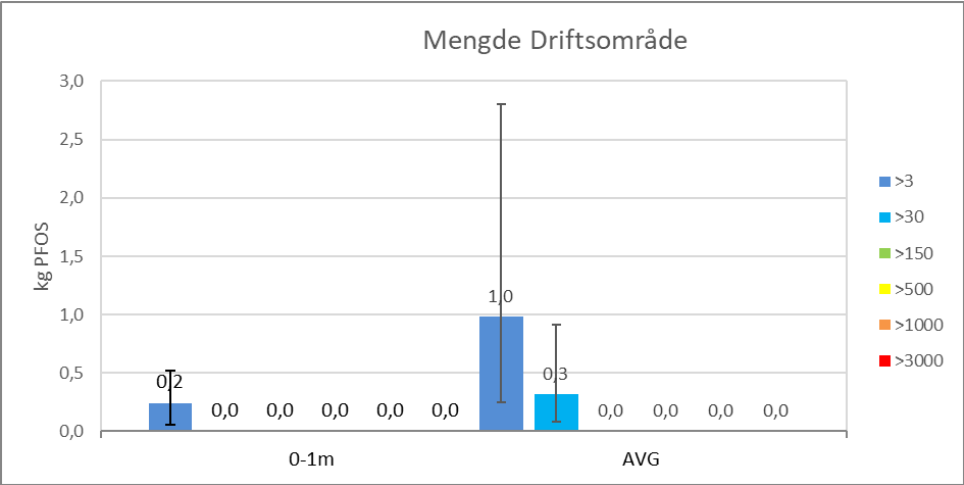
VEDLEGG A

13.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg		Det er ikke beregnet mengde for BØF 3.	
Konsentrasjon (µg/kg)	382		21
Areal (m2)	17418		22014
Mengde jord (tonn)	76988		93560
Mengde PFOS (kg)	21		1,0
Usikkerhet -	11		0,7
Usikkerhet +	47		1,8
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg			
Konsentrasjon (µg/kg)	425		36
Areal (m2)	15516		4198
Mengde jord (tonn)	68581		17842
Mengde PFOS (kg)	20		0,3
Usikkerhet -	10		0,2
Usikkerhet +	47		0,6
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg			
Konsentrasjon (µg/kg)	489		
Areal (m2)	12812		
Mengde jord (tonn)	56629		
Mengde PFOS (kg)	19		
Usikkerhet -	10		
Usikkerhet +	44		
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg			
Konsentrasjon (µg/kg)	705		
Areal (m2)	5255		
Mengde jord (tonn)	23227		
Mengde PFOS (kg)	11		
Usikkerhet -	6		
Usikkerhet +	26		



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg			
Konsentrasjon (µg/kg)	1137		
Areal (m2)	250		
Mengde jord (tonn)	1105		
Mengde PFOS (kg)	0,9		
Usikkerhet -	0,5		
Usikkerhet +	2,0		
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg			
Konsentrasjon (µg/kg)			
Areal (m2)			
Mengde jord (tonn)			
Mengde PFOS (kg)			
Usikkerhet -			
Usikkerhet +			



13.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 3 (aktivt)	Driftsområdet
Er det tatt vannprøver?	Ja	Nei	Nei
Hvor	I to bekker nordvest for BØF 1, samt fem grunnvannsbrønner nordvest for BØF (nedstrøms).		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	3200		
Hvor	GWB2 (09/2011)		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	5550		
Hvor	GWB1 (06/2012)		
Kommentar/usikkerhet	Tallet er kun oppgitt i tabell i DP2 rapporten. Analysevedlegg til rapporten for PFAS i grunnvannsprøvene som merket GWB mangler, så det usikkert hvilke forbindelser som er analysert.		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	434	ca. 35	
Hvor	Bekk 3 (09/2011)	GSV sør for lufthavnen	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	1 690	180	
Hvor	Bekk 5 (06/2012)	GSV sør for lufthavnen	

Kommentar/usikkerhet	Prøven er analysert for 11 PFAS-forbindelser.	Forsvarets leir Garnison Sør-Varanger ligger sør for lufthavnens område. Avløpsvann fra dette området og fra Vestleiren vest for lufthavnen føres inn til Avinors utslippsledning før prøvepunkt GSV, som dermed dokumenterer kvaliteten på vannet som føres inn på lufthavnens område. Flere PFAS-forbindelser påvises i prøver av avløpsvannet fra GSV. Overvann fra brannøvingfeltet ledes via oljeutskiller til utslippsledningen og videre utslipp i sjø. Det tas vannprøver av oljeutskiller ved aktiv BØF, og disse konsentrasjonene varierer fra år til år og mellom prøvetakinger. Sum PFAS i vannprøve tatt i 2016 er ca. 4000 ng/l, i 2017 ca. 6500 ng/l. I to prøver fra mai 2018 er sum PFAS mellom 3000 og 5000 ng/l. Det er hovedsakelig 6:2 FTS i dette vannet. Avinor har ikke benyttet PFAS-holdig skum på sine lufthavner etter 2012. I utslippspunktet fra lufthavnen til sjø er konsentrasjonene av sum PFAS også svært varierende, i seks prøver tatt i perioden 2016 til 2018 er de mellom < 20 til 160 ng/l. I mai 2018 var konsentrasjonene inn på lufthavnen i punkt GSV høyere enn ved utløpspunktet. Informasjon er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport til Fylkesmannen i Finnmark datert den 31.7.18:	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	0,75	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	4	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Korsfjorden ligger ca 800 meter mot vest/nordvest	Korsfjorden ligger ca. 900 meter mot nordvest	Korsfjorden ligger ca. 800 meter mot nord
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon		

13.6 Biotaprøvetaking

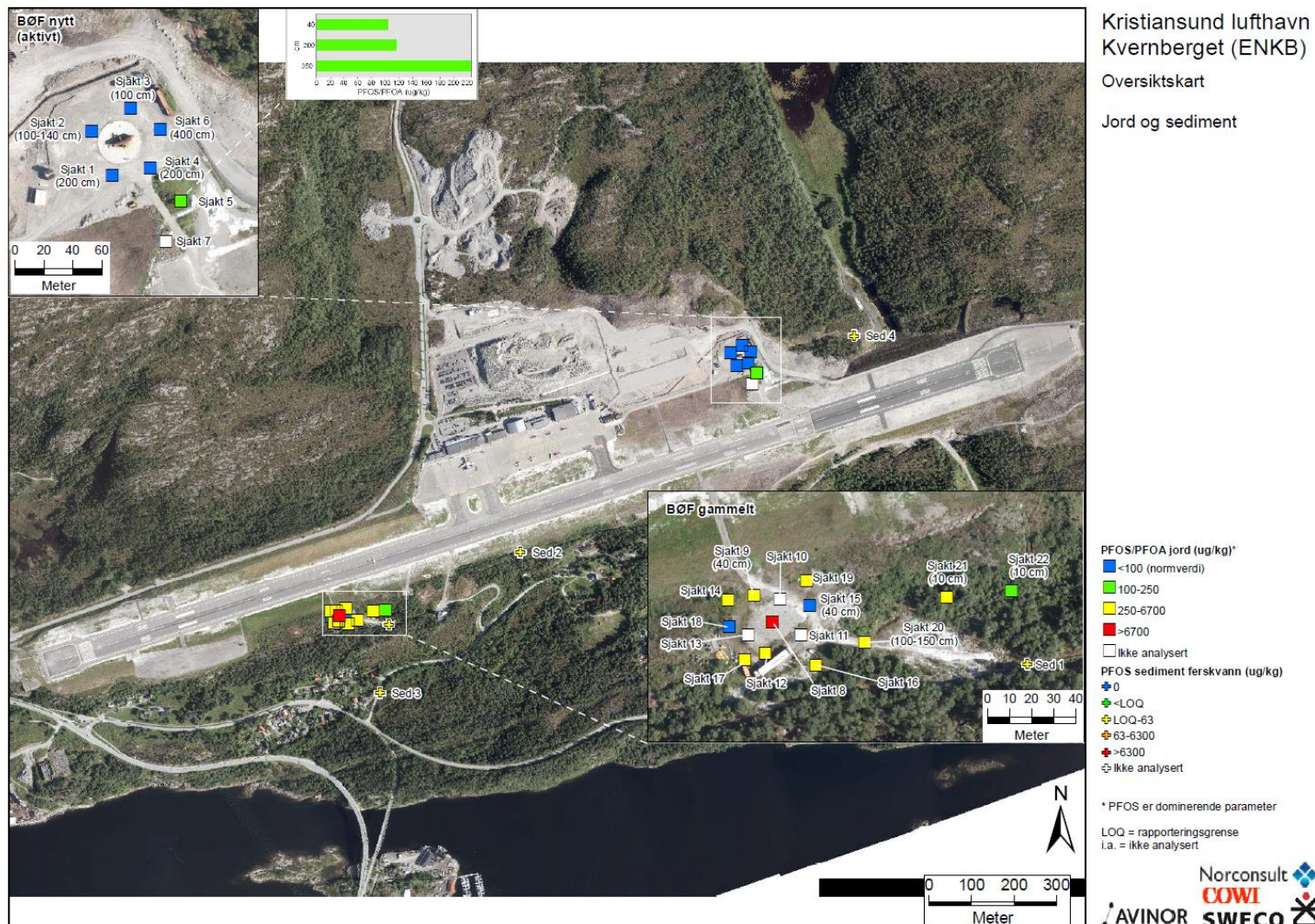
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei	Nei	Nei
Hva for biota?			
Hvor mange prøver?			
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)			
Hvor			
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)			
Hvor			
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)			
Kommentar/referanse			
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.			

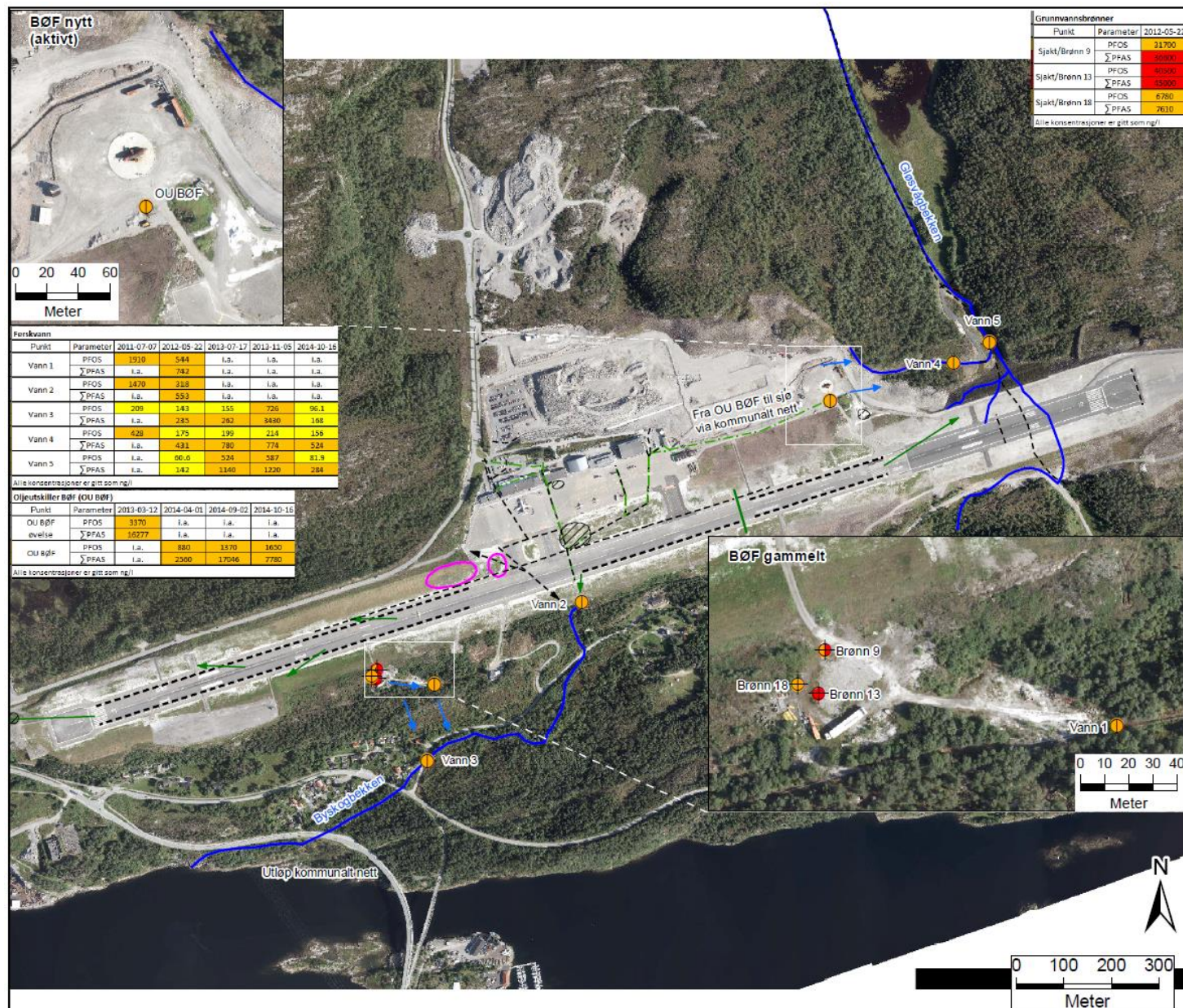
13.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 3 (aktivt)	Driftsområdet
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes for biota ettersom det ikke er tatt biotaprøver. Det ligger et nedlagt deponi fra forsvaret mellom grunnvannsbrønner og BØF som gir store usikkerheter for konsentrasjonene i grunnvann og overflatevann nedstrøms BØF.	Kan ikke vurderes ettersom det ikke er prøver av vann og biota.	Kan ikke vurderes ettersom det ikke er prøver av vann og biota.
Vurderinger	Det er påvist relativt høye konsentrasjoner i alle prøvepunkt tatt sentralt ved BØF (gjennomsnitt av PFOS i alle jordprøvene nær ved senteret er 540 µg/kg), og det er påvist relativt høye konsentrasjoner i grunnvannsbrønner (gjennomsnitt av ti prøver er ca 1400 ng/l) som ligger ca. 200 meter nordvest for sentrum av BØF. I to bekker som renner ca 500 meter nordvest for BØF, mot Korsfjorden, er gjennomsnittskonsentrasjon i åtte prøver på 173 ng/l.		
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er et gammelt forsvarsdeponi nedstrøms brannøvingsfeltet som kan være en (tilleggs-) kilde til PFOS i grunnvann. Grunnvannsbrønnene er nedstrøms deponiet. Det er ikke tatt prøver av grunnvann mellom deponiet og BØF, slik at det kan ikke vurderes om konsentrasjonene i grunnvann er knyttet til en eller begge forurensningskilder. Jordprøve fra forsvarsdeponiet er kun av toppjord (0-20 cm). Påvist PFOS i jordprøver fra driftsområdet tyder på at det kan foregå spredning mot Korsfjorden også fra denne delen av lufthavnen. I 2017 ble det utført en miljøteknisk grunnundersøkelse og utarbeidet en tiltaksplan i forbindelse med etablering av ny banebelysning ved lufthavnen. Det ble tatt prøver fra 14 punkter, hvor syv av dem ble plassert i områder med mulig PFAS-forurensning (to prøvepunkter i hver ende av rullebanen og tre punkter ved brannøvingsfeltet). Det ble påvist PFAS-forurensning i alle disse syv prøvepunktene. Den dominerende forbindelsen var PFOS, som ble påvist i konsentrasjoner mellom 0,35-160 µg/kg. Fire av prøvene hadde konsentrasjoner mellom 20 og 160 µg/kg. De høyeste konsentrasjonene ble påvist i den sørvestlige enden av rullebanen, samt i det punktet som var plassert nærmest brannøvingsfeltet. De PFAS-forurensede massene er mellomlagret ved brannøvingsfeltet.		

Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Nei, lokaliteten er for dårlig kartlagt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Det er godt undersøkt med hensyn til prøveantall og dybdefordeling i og ved senter av BØF. Det er imidlertid ikke prøver mellom de fire ytterste prøvepunktene i undersøkelsesformasjonen som utgjør et "kors" (BØF 1-6, BØF 1-9, BØF 1-15 og BØF 1-3), og overflateprøvene (2009/3, PFOS 4 og PFOS 3 samt PFOS 5) som er tatt ca. 50-100 meter lenger mot nord, nordøst og øst, noe som øker usikkerheten i mengdeberegningen.		Dette er fire prøvepunkter, med totalt 12 jordprøver. Det er konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensa i 10 av prøvene, og fem av har PFOS konsentrasjoner mellom 20-100 µg/kg. Driftsområdet er derfor vurdert som en egen lokalitet og det er beregnet mengder.
Generelt for lufthavnen			
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Vann i en bekk nedstrøms det gamle brannøvingsfeltet ble benyttet som drikkevann til to husstander nord for lufthavnen, dette drikkevannet viste seg å ha innhold av PFAS. Avinor installerte ny drikkevannsprøvningsbrønn i 2012, denne brønnen ble i DP2-rapporten anbefalt å inkluderes i overvåkningsprogrammet. Fire analyser fra 2012 og 2013 viste at det var PFAS tilstede i vannet, i konsentrasjoner ΣPFAS mellom 9-11 ng/l. Kirkeneshalvøya som ligger ca 3 km øst for lufthavnen er verneområde for dyrelivsfredning. Det er flere dyre- og plantearter av særlig stor forvaltningsinteresse både på lufthavnens område og i Høybukta som ligger rett nord for lufthavnen. Rett nordvest for lufthavnen og i Høybukta er det også registrert ulike naturtyper (som kroksjøer, flomdammer, meanderende elveparti og bløtbunnsområder i strandsonen), og slåttemark. Makkskjær er et viktig friluftsområde som ligger rett nordvest for lufthavnen. Det er registrert et inngrepsfritt naturområde ca 2,5 km øst/nordøst for lufthavnen. Høybukta som ligger nord for lufthavnen er det også funn av flere rødlistede plantearter i strandsonen. Det er også observert flere fuglearter i området, blant dem flere rødlistede. Det er på BØF 1 mellomlagret PFAS-forurensede masser fra tiltak med ny banebelysning på det nedlagte brannøvingsfeltet. I tiltaksplanen for ny banebelysning ble det anbefalt at PFAS- forurensede masser (ca 765 m³) ble mellomlagret på tildekket og på tett dekke på brannøvingsfeltet. Dette fordi grunnen ved brannøvingsfeltet er forurensset med PFOS, og man unngår derfor risiko for spredning til rene områder. Det er planlagt å mellomlagre de PFAS-forurensede massene her inntil en deponiløsning er på plass. Tiltaksplanen er behandlet av Sør-Varanger kommune og godkjent. Kopi av godkjennelsen ble sendt til Fylkesmannen i Finnmark. Det er på BØF 3 påvist THC i tilstandsklasse 4 i en jordprøve, og det er kun en prøve som er analysert for THC.		

14 Kristiansund lufthavn Kvernberget





Kristiansund lufthavn Kvernberget (ENKB)

Oversiktskart inkl. brannøvingsfelt

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsprøner (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

Avlopsledning

Avløp annet

Avløp Felles

Drensvann

Glykolholdig overvann

Glykolholdig spillvann

Overvann

Pumpespillvannsledning

Spillvann

Avrenning

Deponi glykolforurensset snø

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

Overvannssystem

Vannskille rullebane

Antatt avrenningsveg baneavising

PFOS-lokalitet

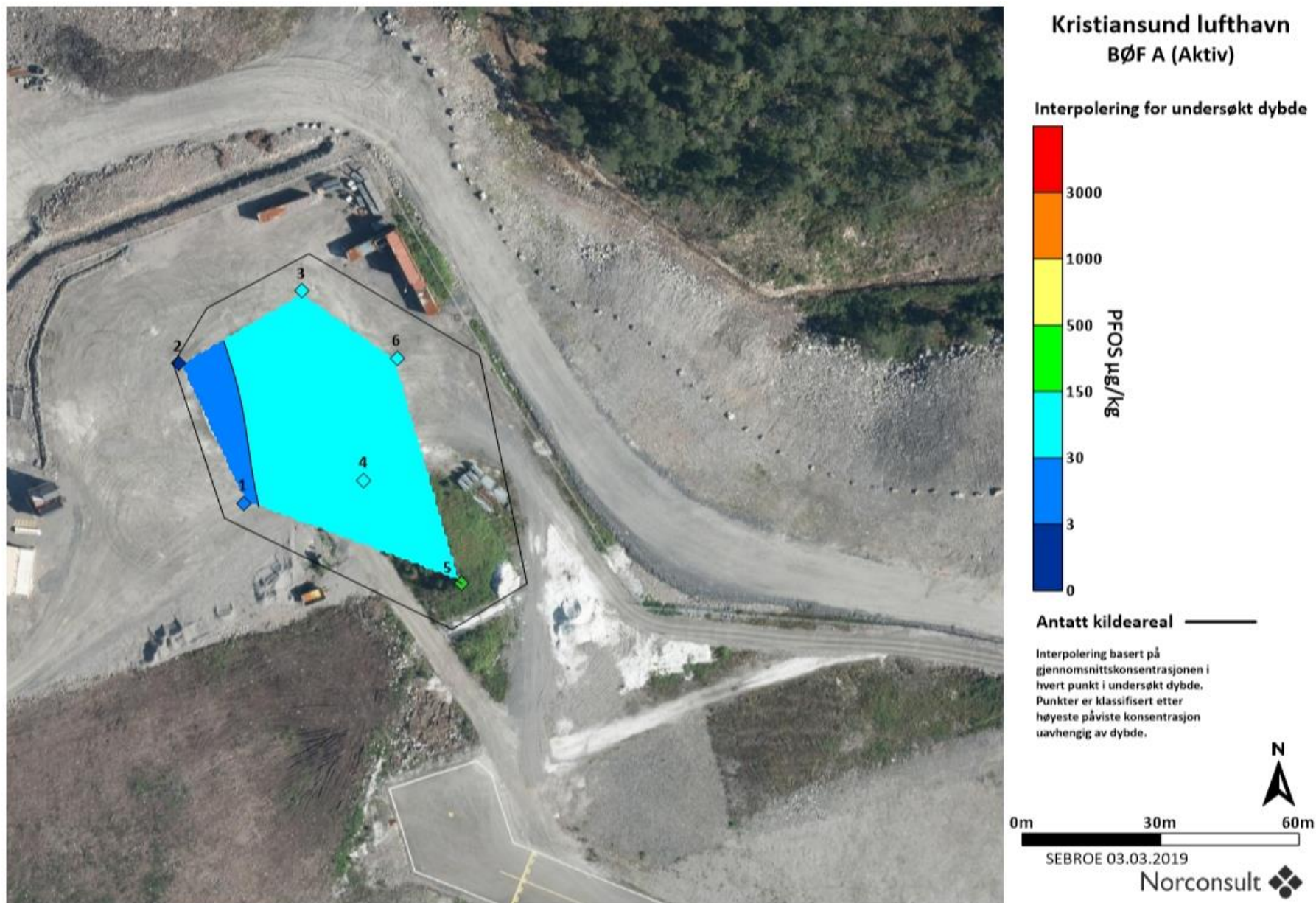
Antatt dreneringsretning fra BØF

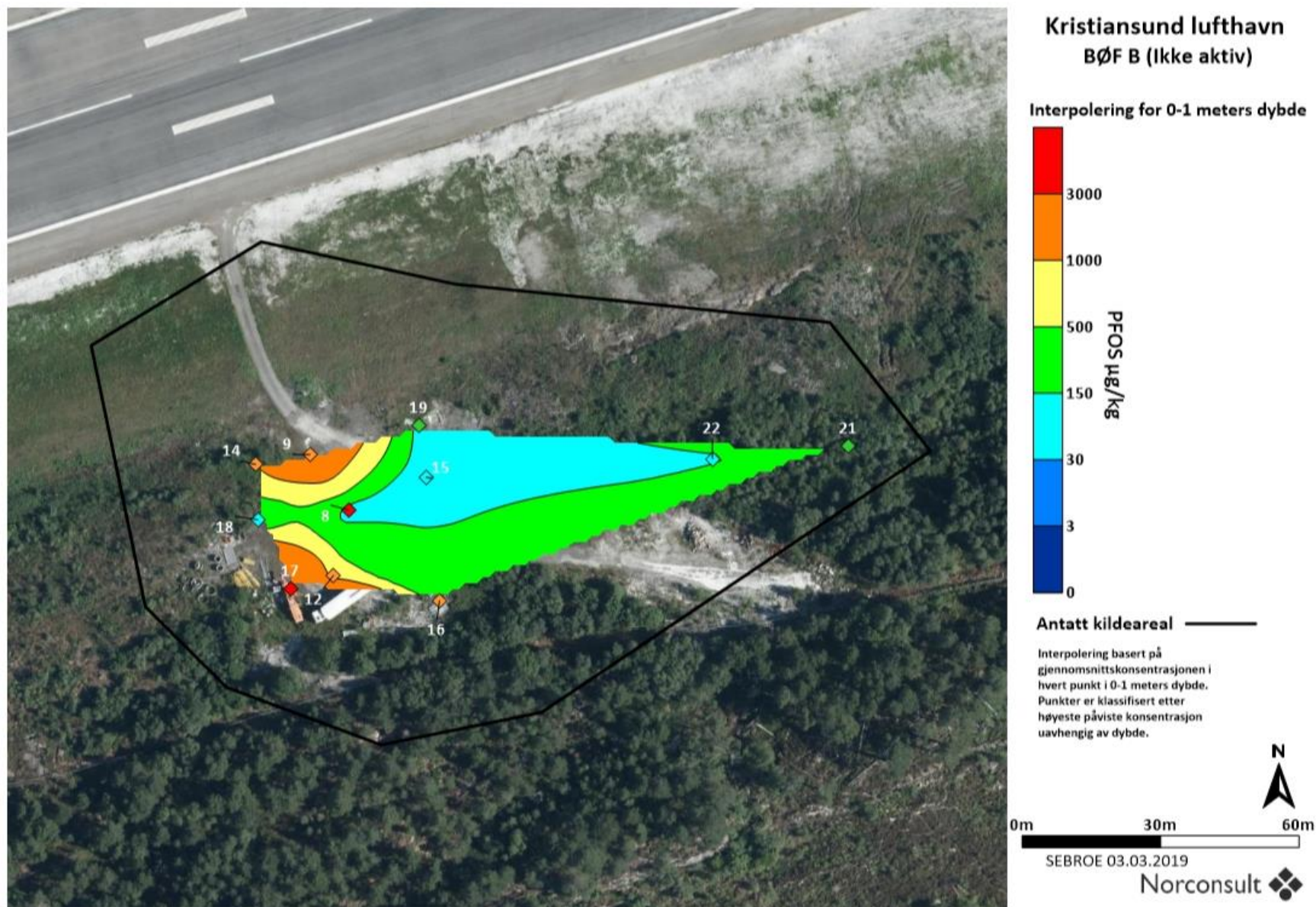
* Venstre halvdel = PFOS

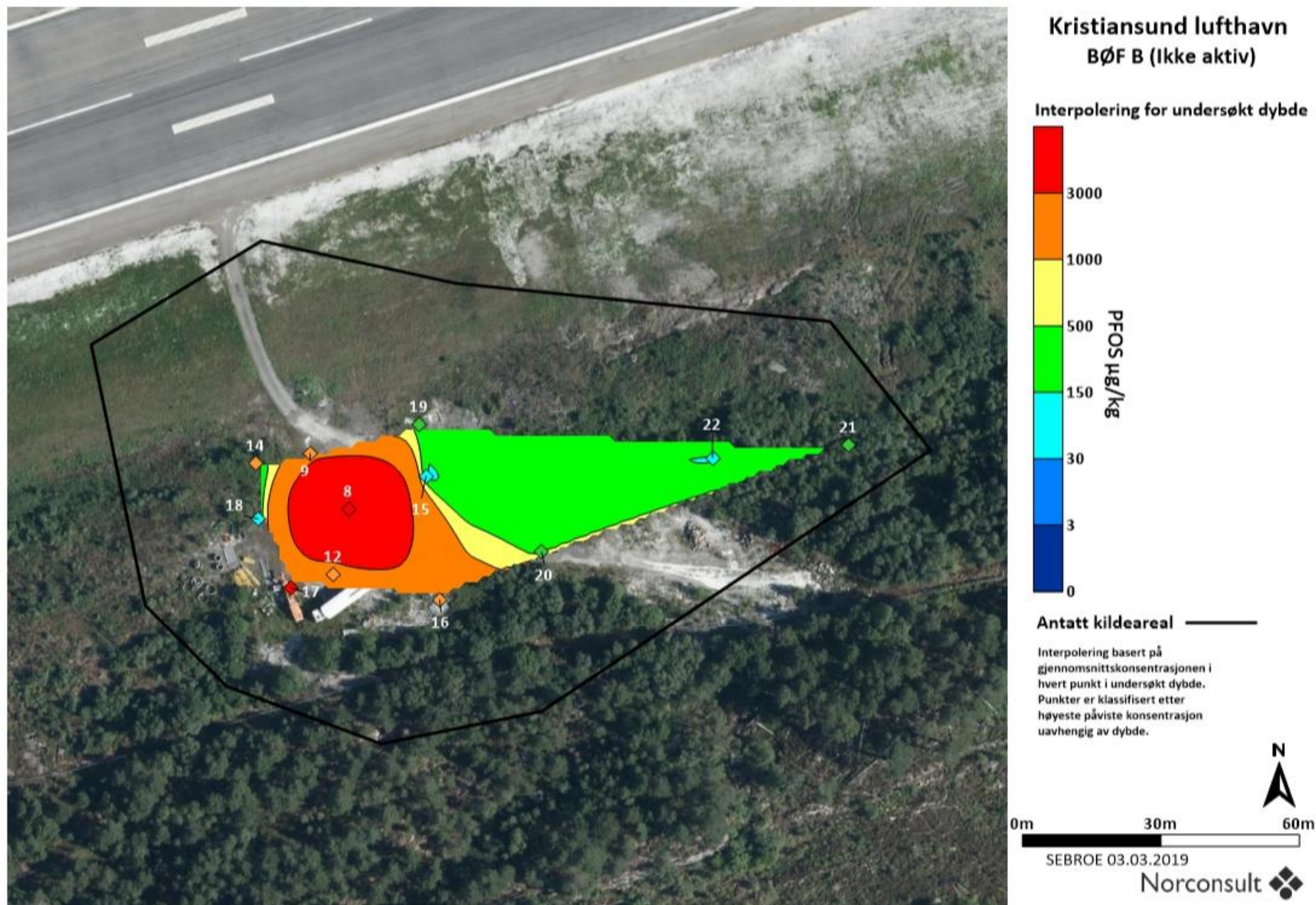
Høyre halvdel = ΣPFAS

LOQ = rapporteringsgrense

i.a. = ikke analysert







14.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
	Aktivt brannøvingsfelt, tatt i bruk i 2004.	Gammelt brannøvingsfelt som ble tatt i bruk i 1978 og tatt ut av drift i 2004.

14.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

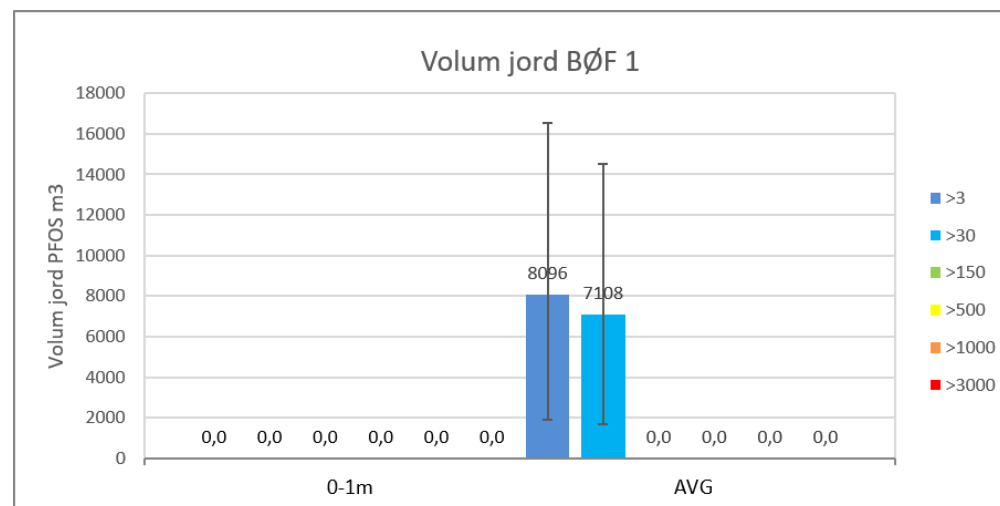
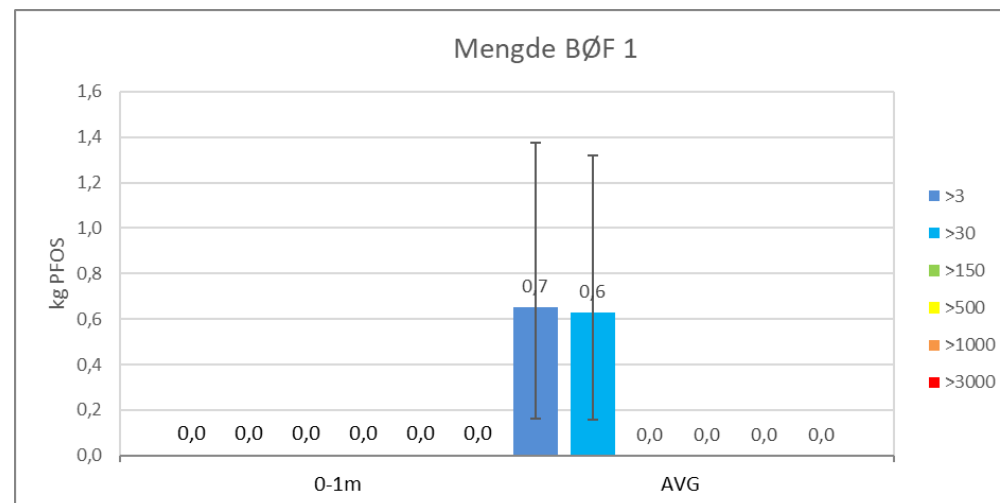
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)		800
Kommentar/usikkerhet	Skal ikke ha vært benyttet skum med PFOS som hoved PFAS-komponent, ettersom dette ble faset ut i 2001.	Det er ukjent når brannøvingsfeltet først ble tatt i bruk, men det var aktivt frem til ca. 2004. Mengdeberegningen er basert på tidsrommet fra 1978 til 2002.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	105	25
Kommentar/usikkerhet	Beregnet bruk i tidsrommet fra 2004 til 2012. Avinor faset helt ut PFAS holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.	Beregnet mengde basert på tidsrommet fra 2002 til 2004

14.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Antall jordprøver totalt	8	20
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Alle prøvene er av dypereliggende masser (100-400 cm), unntatt en prøve som er fra 40 cm dyp.	To prøver fra 10 cm dyp, 9 prøver fra 40 cm dyp, og 8 prøver fra mellom 100-200 cm dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	1	11
Antall jordprøver under 1 m	7	9
Kommentar/usikkerhet	Stein, grus, sand, steinblokker, og ett prøvepunkt SJ5 i myr rett utenfor BØF.	Stein, grus, sand, myr, steinblokker.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	222	12 100
Hvor	Prøve av myr på 350 cm dyp, Sjakt 5-3, som ligger rett utenfor aktiv BØF mot sørøst.	Prøve av grus og sand på 150 cm dyp, Sjakt 8-2, sentralt på BØF.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	222	12 100
Hvor	Prøve av myr på 350 cm dyp, Sjakt 5-3, som ligger rett utenfor aktiv BØF mot sørøst.	Prøve av grus og sand på 150 cm dyp, Sjakt 8-2, sentralt på BØF.
Kommentar/usikkerhet	Prøven «Sjakt 5-3» er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er kun to prøver som er analysert for flere PFAS forbindelser (12 stk). De to prøvene er også av myrmasse, men viser ikke betydelig innhold av andre PFAS forbindelser enn PFOS.	Prøven «Sjakt 8-2» er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er imidlertid analysert for flere PFAS forbindelser (12 stk) i 12 av prøvene, men ingen har høyere sum enn prøven Sjakt 8-2.

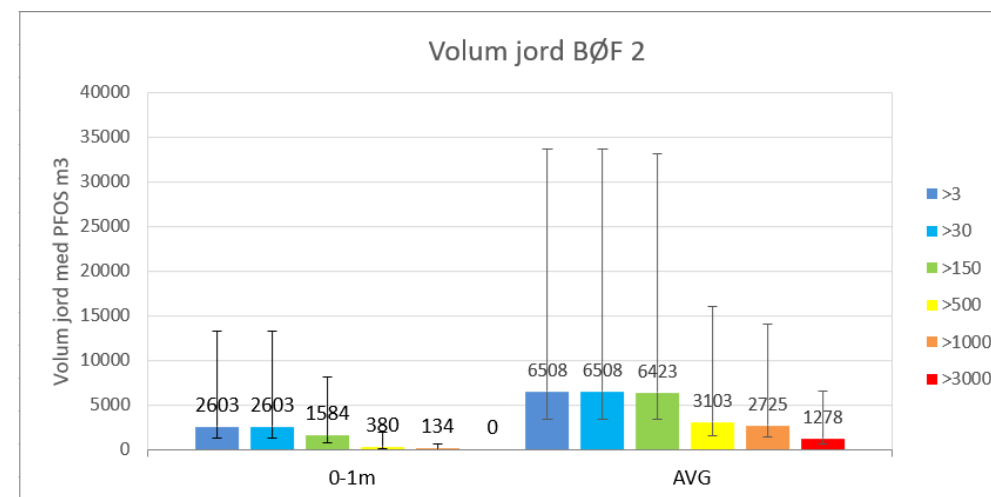
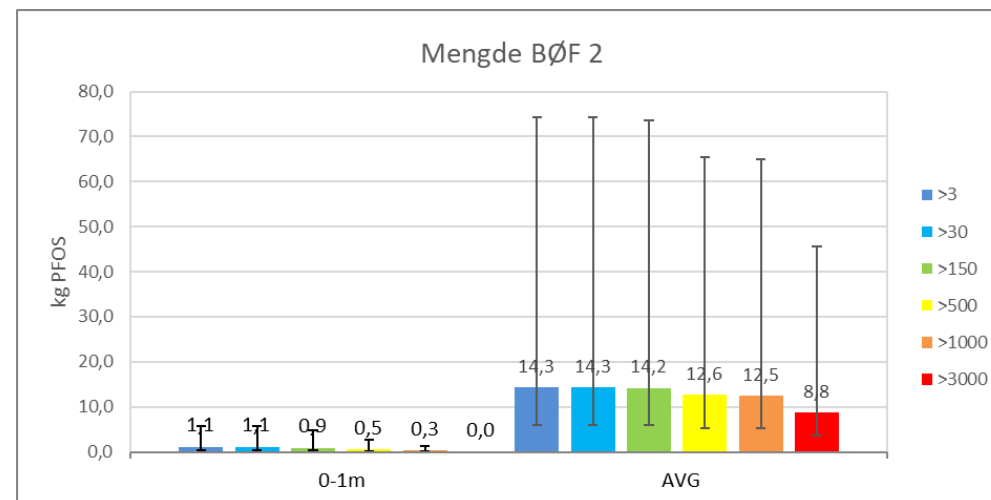
14.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	64	1748
Areal (m2)	2024	2603
Mengde jord (tonn)	14573	11714
Mengde PFOS (kg)	0,7	14
Usikkerhet -	0,5	8,4
Usikkerhet +	0,7	60
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	70	1748
Areal (m2)	1777	2603
Mengde jord (tonn)	12794	11714
Mengde PFOS (kg)	0,6	14
Usikkerhet -	0,5	8,4
Usikkerhet +	0,7	60
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		1757
Areal (m2)		2569
Mengde jord (tonn)		11561
Mengde PFOS (kg)		14
Usikkerhet -		8,4
Usikkerhet +		59
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		3227
Areal (m2)		1241
Mengde jord (tonn)		5585
Mengde PFOS (kg)		13
Usikkerhet -		7,4
Usikkerhet +		53



VEDLEGG A

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		3647
Areal (m2)		1090
Mengde jord (tonn)		4905
Mengde PFOS (kg)		13
Usikkerhet -		7,4
Usikkerhet +		52
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		5475
Areal (m2)		511
Mengde jord (tonn)		2300
Mengde PFOS (kg)		8,8
Usikkerhet -		5,2
Usikkerhet +		37



Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Kommentar til beregningene	I risikovurdering for BØF A utført i 2016, er det beregnet at det er en restmengde på 2,5 kg ± 1 kg PFOS i grunnen fordelt på et areal på 8 000 ± 2000 m ² , og dybde på 4 ± 0,4 meter.	I risikovurdering for BØF B utført i 2016, er det beregnet at det er en restmengde på 15 kg ± 7 kg PFOS i grunnen fordelt på et areal på 6 000 ± 2000 m ² , og dybde på 2 ± 0,4 meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, for denne lokaliteten er de høyeste konsentrasjonene av PFOS påvist i myrmasser rett utenfor øvingsplattformen, i ytterpunkt sjakt 5 mot sørøst. Ytterpunkter fra området rundt plattformen har lavest konsentrasjoner i vest (sjakt 1 og sjakt 2 med henholdsvis 21,4 og 2,9 µg PFOS/kg). Mot nordøst og øst har sjakt 3 ca 80 µg/kg og sjakt 6 har ca. 50 µg/kg.	Nei. Ytterpunktene har alle konsentrasjoner som er > 300 µg/kg, med unntak av sjakt 18 i vest som har ca 50 µg/kg. Det må derfor tas prøver på et større område for å avgrense forurensning ned til lave konsentrasjoner.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, de dypeste prøvene viser ikke konsentrasjoner under deteksjonsgrensen. Det er imidlertid relativt lave konsentrasjoner av PFOS i prøvene som er fra > 1 meter med unntak av sjakt 4 og sjakt 5 som har mellom 90-225 µg/kg. Den høyeste konsentrasjonen er i den dypeste prøven fra sjakt 5 (350 cm dyp).	Nei, de dypeste prøvene viser ikke konsentrasjoner under deteksjonsgrensen. Det er ikke noen gjennomgående trend med reduksjon av PFOS konsentrasjoner i dypere lag.
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke tatt mer enn en prøve i toppjorden (0-1 m). Det er kun analysert for andre PFAS-forbindelser enn PFOS og PFOA i to prøver.	Grunnvann er oppgitt å være på ca 1 meters dyp.

14.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Ja
Hvor	Bekk/grøft som fører vann via en fangdam til Gløsvågbekken og Gløsvågen (naturvernområde). Oppsamlet væske fra øvingsplattformen ledes til oljeutskiller og videre til pumpekum, hvor det pumpes videre til spillvannssystemet for lufthavnen som har utløp i sjø. Avrenning fra lufthavnen føres enten via Byskogbekken og kommunalt nett til Omsundet i sør eller via Gløsvågbekken til Gløsvågen i nord.	Grunnvannsbrønner satt i oppgravde sjakter på BØF. Kulp og Byskogbekken
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)		40500
Hvor	Ikke målt	Brønn 13 (22.05.2012)*
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)		45000*
Hvor	Ikke målt	Brønn 13 (22.05.2012)*
Kommentar/usikkerhet	Grunnvannet ved plattformen renner i en liten bekk mot øst der det samles i en ny fangdam. Vannet i fangdammene renner videre til Vågen før den strømmer ut i Gløsvågen.	*Antagelig ikke representative verdier pga. prøven tatt kort tid etter sjaktgraving med brønnetablering i sjakt. Prøven er analysert for 12 PFAS forbindelser.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	587	1910
Hvor	Vann 5 øverst i fangdam som ligger 280 meter øst for aktiv BØF.	Vann 1 (07-07-2011). En liten kulp som ligger ca. 90 meter øst for det gamle BØF.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	1220	3430
Hvor	Vann 5 øverst i fangdam som ligger 280 meter øst for aktiv BØF.	Vann 3 (05-11-2013). Byskogbekken.

Kommentar/usikkerhet	Det er tatt prøver også fra grøft/bekk prøvepunkt Vann 4 som ligger 170 meter fra aktiv BØF. Konsentrasjonene er noe lavere i bekken (PFOS 150-430 ng/l og PFAS 430-800 ng/l) enn i fangdammen (Vann 5). Prøver av vann fra oljeutskiller anses ikke være representative for overflatevann i området. Vann fra oljeutskiller ble prøvetatt fire ganger i perioden 2013 og 2014, og har konsentrasjoner av PFOS mellom 850-3400 ng/l og PFAS mellom 2500-16 300 ng/l. Dominerende forbindelser er 6:2 FTS, PFOS og 8:2 FTS. Det har ikke vært benyttet PFAS-holdig skum ved Avinors lufthavner etter 2012, og oljeutskillere tømmes og rengjøres en gang i året (med mindre de produserer < 1kg olje i løpet av året), evt oftere ved behov.	Byskogbekken er en bekk som ligger ca. 180 meter sør for BØF. Det står i 2016-rapport at det er usikkert om prøven fra mai 2013 er representativ, ettersom prøven er så mye høyere enn ved fire andre prøvetakinger fra 2011-2014 (sum PFAS ca 200 ng/l). Videre står det at det er usikkert om bekken ved prøvetakingspunktet faktisk fanger opp avrenning/grunnvann fra BØF
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	Ikke beregnet (1)*	200
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet (7)*	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Gløsvågbekken/Gløsvågen, og *vann fra oljeutskiller ledes til spillvannssystemet for lufthavnen som har utløp i sjø (til Ormsundet?)	Byskogbekken og sjø, Ormsundet
Beregnet fra vann eller jordkons.	*Vannkonsentrasjon oljeutskiller, men det er usikkert hvorvidt utlekkingen er representativ for dagens situasjon ettersom bruken av PFAS holdig skum opphørte i 2012.	Grunnvann og overflatevann
	Beregnet uttransport av PFOS til Gløsvågen er på ca. 143 g/år. Det var ikke mulig å estimere transporten fra BØF A eller kilder rundt/under BØF A isolert. Det er beregnet en total spredning fra lufthavnen i størrelsesorden 300-400 g per år.	Det er beregnet en total spredning fra lufthavnen i størrelsesorden 300-400 g per år.

14.6 Biotaprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Er det tatt biotap prøver ved flyplassen?	Ja	Ja
Hva for biota?	Børstemark, strandkrabbe, strandsnegl, blåskjell, sjøsalat, tanglopper	Tanglopper, purpursnegl, spiss strandsnegl, albuesnegl
Hvor mange prøver?	6	4
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	17	12
Hvor	Tanglopper, blandprøve av n>30, Utløp Vågen	Tanglopper, blandprøve av n>20, Byskogbekken
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	22,6	20,4
Hvor	Tanglopper, n>30, Utløp Vågen	Tanglopper, n>20, Byskogbekken
Mediankonsentrasjon (µg/kg vv) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Mediankonsentrasjonen av PFOS i prøver av tanglopper utenfor Tromsø lufthavn var 11,7 µg/kg, se kommentar/referanse.	Mediankonsentrasjonen av PFOS i prøver av tanglopper utenfor Tromsø lufthavn var 11,7, se kommentar/referanse.
Kommentar/referanse	I en blandprøve av tanglopper (n=31) ved Giæverneset utenfor Tromsø lufthavn ble det påvist 9,4 µg/kg PFOS og 9,4 µg/kg PFAS. Det ble også tatt en blandprøve av tanglopper (n=13) i sjøen rett utenfor aktiv BØF som ligger mot nord ved samme lufthavn, prøven hadde 14 µg/kg PFOS og 34,4 µg/kg PFAS. Hentet fra Avinor rapport fra 2016, Tromsø lufthavn Langnes; Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering.	I en blandprøve av tanglopper (n=31) ved Giæverneset utenfor Tromsø lufthavn ble det påvist 9,4 µg/kg PFOS og 9,4 µg/kg PFAS. Det ble også tatt en blandprøve av tanglopper (n=13) i sjøen rett utenfor aktiv BØF som ligger mot nord ved samme lufthavn, prøven hadde 14 µg/kg PFOS og 34,4 µg/kg PFAS. Hentet fra Avinor rapport fra 2016, Tromsø lufthavn Langnes; Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Avinor 2018, Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving Longyearbyen, Svalbard. To prøver av tangloppe i strandsonen nedstrøms nedlagt BØF hadde konsentrasjoner av PFOS mellom 1,2-2,5 µg/kg, ikke påvist andre PFAS forbindelser. Avinor 2016, Leknes lufthavn undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota. I en blandprøve av n=50 tanglopper samlet i sjøen utenfor Leknes lufthavn i 2013 var det ikke påvist PFAS.	Avinor 2018, Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving Longyearbyen, Svalbard. To prøver av tangloppe i strandsonen nedstrøms nedlagt BØF hadde konsentrasjoner av PFOS mellom 1,2-2,5 µg/kg, ikke påvist andre PFAS forbindelser. Avinor 2016, Leknes lufthavn undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota. I en blandprøve av n=50 tanglopper samlet i sjøen utenfor Leknes lufthavn i 2013 var det ikke påvist PFAS.

14.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF A (aktivt)	BØF B (gammelt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert.	Kan ikke vurderes sikkert.
Vurderinger	Selve plattformen på BØF A er bygget av betong med dobbelarmert plate for å hindre sprekkdannelse, men uten membran slik at evt. lekkasjer vil infiltrere i steinfyllingen under øvingsplattformen. Betongdekket har noen sprekker som kan medføre nedsiving av væske. Det er relativt lave konsentrasjoner av PFOS i jordprøvene som er tatt i grunnen rundt plattformen ved BØF. Massene består av stein, grus og sand, og det forventes relativt høy grad av utlekking. Jordprøvene er ikke analysert for andre PFAS-forbindelser, med unntak av to prøver av myr fra sjakt 5 som hadde lavt innhold av andre PFAS-forbindelser enn PFOS. Disse jordprøvene hadde ikke 6.2 FTS eller 8.2 FTS som er hovedkomponenter i skum brukt fra 2001. Det er ikke tatt prøver av grunnvann under BØF. Grunnvann fra BØF er oppgitt i risikovurderingsrapporten å renne ut i en liten bekk mot øst, hvor det samles i en fangdam. Konsentrasjonene i bekk (prøvepunkt Vann 4) og fangdam (prøvepunkt Vann 5) nedstrøms BØF viser påvirkning med tidvis moderate konsentrasjoner av PFOS (mellom 60-590 ng/l), og PFAS (mellom 140-1220 ng/l). PFOS er den dominerende komponenten i vannet, deretter 6:2 FTS, PFHxA, PFHxS og PFPeA. I bekken var konsentrasjonene av sum PFAS i prøver tatt den 22. mai 2012 og 16. oktober 2014 (431 og 524 ng/l) høyere enn konsentrasjonene i fangdammen på de samme datoene (142 og 284 ng/l). Dersom forurensningen skyldes avrenning fra BØF alene er dette rimelig, ettersom bekken er nærmere BØF, og at fangdammen er en større resipient enn bekken. I prøvene som er tatt den 17. juli 2013 og 5. november 2013 er imidlertid konsentrasjonene i bekken (ca. 780 ng/l i begge prøver) lavere enn i fangdammen (ca. 1220 ng/l i begge prøver). Det er uvisst hvorfor konsentrasjonene i bekken er lavere enn i fangdammen på disse prøvetakingene, kanskje kan det knyttes til mengder vann i dammen i forbindelse med nedbør, oppkonsentrering ved fordamping eller tømning av dammen, men det kan også være tilførsel til fangdammen fra en ukjent kilde på lufthavnens østre del, eller fra avrenning fra lufthavnen forøvrig. Vannet fra fangdammen renner til Vågen, før det renner videre til Gløsvågen. Det er påvist PFOS og PFUnDA (henholdsvis 17 og 5,6 µg/kg) i en blandprøve av tanglopper og PFOS i sjøsalat (1,2 µg/kg) fra prøvepunktet som er ved utløpet av Vågen til bekken som renner videre til Gløsvågen. Det er også påvist PFOS (mellom 1-4,7 µg/kg) i strandbiota ved prøvepunktet som er ved utløpet av denne bekken til i sjø (Gløsvågen).	Jordprøvene har generelt relativt høye konsentrasjoner, og ni av 12 prøvepunkter har PFOS mellom 300-12100 µg/kg. Det er kun i tre av prøvepunktene at den høyeste påviste konsentrasjonen i prøvepunktet er lavere enn 150 µg/kg. Jordprøvene har PFOS som den dominerende komponenten, og deretter kommer PFHxS, og i enkelte prøver er det påvist PFNA og noen andre komponenter. Det er påvist 6:2 FTS i en prøve fra 100 meter dyp i sjakt 19. Prøver av grunnvann er tatt i brønner etablert i sjakt, rett etter etablering. Konsentrasjonsnivåene i prøvene anses derfor ikke som representative på grunn av mobilisering av PFAS ved graving. Grunnvannsbrønnene har imidlertid ikke 6:2 FTS påvist i vannprøvene. Det har vannprøvene fra Byskogbekken, ca 200 meter nedstrøms BØF (Vann 3). Vannprøvene fra bekken viser relativt jevne nivåer av PFOS (mellom 95-210 ng/kg) og PFAS (mellom 160-260 ng/l), med unntak av en prøve fra november 2013 som har PFOS 726 ng/l og PFAS 3430 ng/l. Også vannprøven Vann 2 som er tatt rett nedstrøms rullebanen, sør for terminalområdet og øst for gammel BØF, har høye konsentrasjoner av PFOS (318 og 1470 ng/l) og PFAS (553 ng/l). Det kan være kilder til PFAS som ikke er kartlagt på lufthavnen.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Som beskrevet i vurderingene over, så kan det være flere kilder til PFAS i fangdammen mot øst, ettersom avrenning fra lufthavnen føres enten via Byskogbekken og kommunalt nett til Omsundet i sør eller via Gløsvågbekken til Gløsvågen i nord. Det er flere vannstrømmer ved rullebanenes østre del som leder til fangdammen (figur 7-2 i risikovurderingsrapporten). For øvrig er det gjennomført brannøvelser med bruk av skum i vestre ende av lufthavnen og sørøst for det aktive brannøvingsfeltet. Årstall for øvelsene er ukjent. I forbindelse med Avinorprosjektet «Sikkerhetsområde- og lysanlegg» ble det i mars 2011 tatt overflateprøver i nærheten av det aktive BØF. Fjellmasser under jordprøvene ble brukt til fylling under forlengelsen av rullebanen. Jordprøvene av overflatemasser viste lave PFOS-verdier mellom 5,8 og 43 µg/kg. Disse prøvene er ikke vist i kart fra noen av rapportene, det er oppgitt i risikovurderingsrapporten å ikke være representative for dagens situasjon.	Brannbilen rengjøres og sjekkes på grøntareal ved terminalbygget og foran driftsbygget. Avrenning herfra vil bli ledet sørover mot Byskogbekken. For øvrig er det gjennomført brannøvelser med bruk av skum i vestre ende av lufthavnen og sørøst for det aktive brannøvingsfeltet. Årstall for øvelsene er ukjent.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet		
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremønstre, verneområder etc.)	Gløsvågen er et naturreservat som ligger ca 500 meter nordøst for flyplassen. Det ble vernet i 1988, og formålet med fredningen er å ta vare på et viktig våtmarksområde med tilhørende plantesamfunn, fugleliv og annet dyreliv. Verneområdet er hekke- og trekklokalitet for våtmarksfugl. Lokaliteten er kartlagt som naturtype brakkvannspoller (Svært viktig). Området har særlig interesse som rasteplass under trekket for våtmarksfugler, men også som hekkelokalitet for enkelte, dels mer kravfulle arter. Arter som gråhegre, stokkand, vipe, krikand, storspove, rødteik er registrert. I milde vintre kan det òg overvintre en del fugl. Det er det viktigste våtmarksområdet i Kristiansund. (www.naturbase.no). Gløsvågen har også botanisk verdi. I Omsundet sør for flyplassen ligger Rensvikholmen, der det bl.a. er registrert fiskemåke, makrellterne og ærfugl. Området rundt naturreservatet og flyplassen er et beiteområde for rådyr (hele året). På Gløsvågens vestsida er det registrert en gammel boreal barskog med lokal verdi (Kvernberget øst). Det er ikke angitt rødlistede arter knyttet til fauna fra dette området, Området består av en bratt li med middelaldret skog.	

15 Lakselv lufthavn Banak



Grunnvannsbørner					
Punkt	Parameter	2011-10-11	2012-05-29	2012-05-31	2013-06-05
LBØF Sj 5	PFOS	i.a.	i.a.	355	294
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	4260	4050
LBØF Sj 6	PFOS	i.a.	i.a.	19900	19900
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	30900	30900
LBØF Sj 7	PFOS	i.a.	i.a.	167	145
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	986	940
LT1	PFOS	i.a.	i.a.	<LOQ	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	111	i.a.
LT2	PFOS	i.a.	i.a.	<LOQ	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	<LOQ	i.a.

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

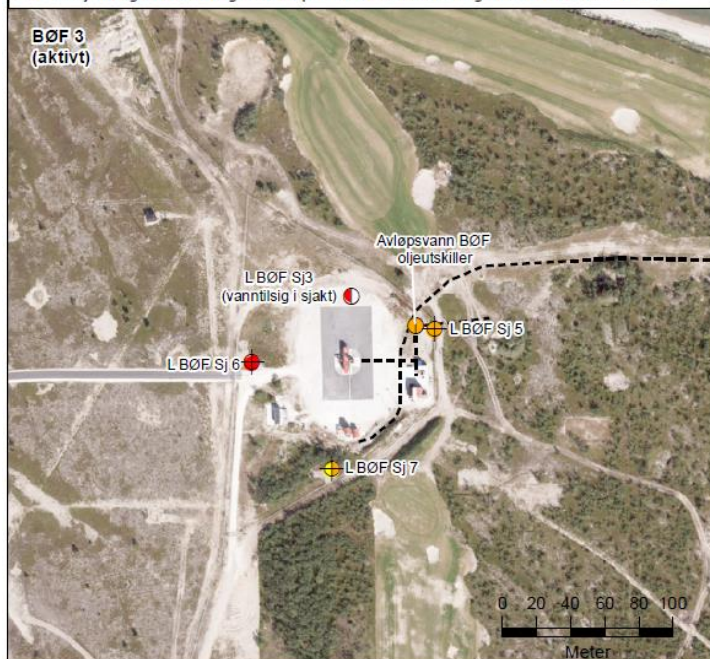
Ferskvann									
Punkt	Parameter	2011-10-11	2012-05-29	2013-05-29	2013-06-05	2013-09-04	2014-05-16	2014-09-18	2015-07-15
LBØF UTLOP	PFOS	383	117	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	123	253	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
LBØF Sj 3	PFOS	16300	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Komm. RA	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.
Avløpsvann BØF	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	2230	764	29.5	162	
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	14700	20700	2120	2060	
Oljeutskiller, normal	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	2230	764	29.5	162	
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	14700	20700	2120	2060	
Avløpsvann BØF	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	2230	764	29.5	162	
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	14700	20700	2120	2060	

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

Sjøvann		
Punkt	Parameter	2012-05-31
Strand 1	PFOS	25.7
	ΣPFAS	95.4

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

Fargekode for Avløpsvann BØF i kartutsnitt representerer konsentrasjoner i prøve tatt under normale forhold. Konsentrasjoner og tilhørende fargekode for prøve tatt under øvelse er gitt i tabell for ferskvann over.



Lakselv lufthavn Banak (ENNA)

Oversiktskart inkl.
brannøvningsfelt 3 (aktivt)

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbørner (ng/l) *

Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS sjøvann (ng/l) **

Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-23

23-7 200

>7 200

Avløpsledning

Avløp annet

Avløp Felles

Drensvann

Glykolholdig overvann

Glykolholdig spillvann

Overvann

Pumpespillvannsledning

Spillvann

Avrenning

Deponi glykolforurensset snø

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

Overvannssystem

Vannskille rullebane

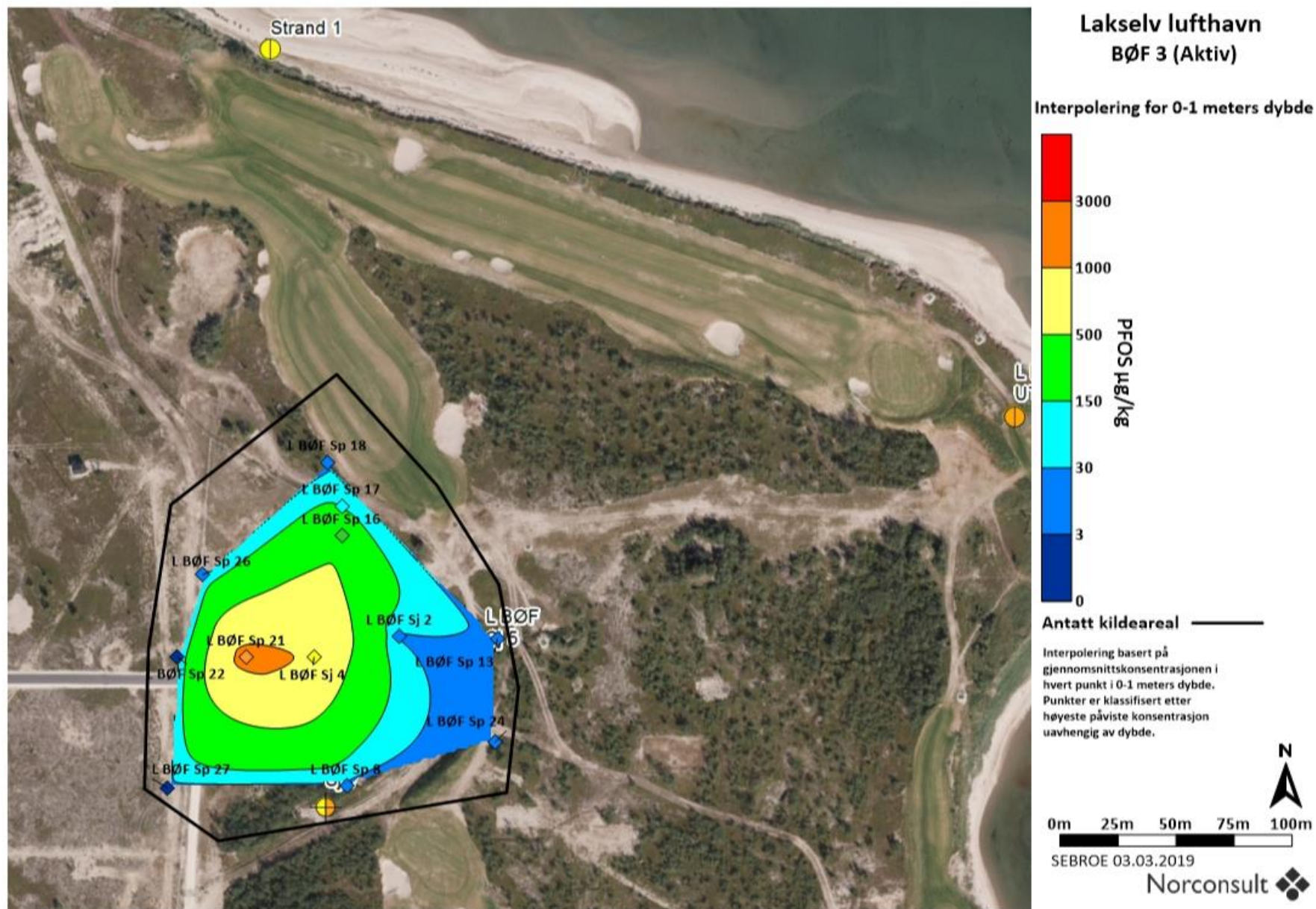
Antatt avrenningsveg baneavising

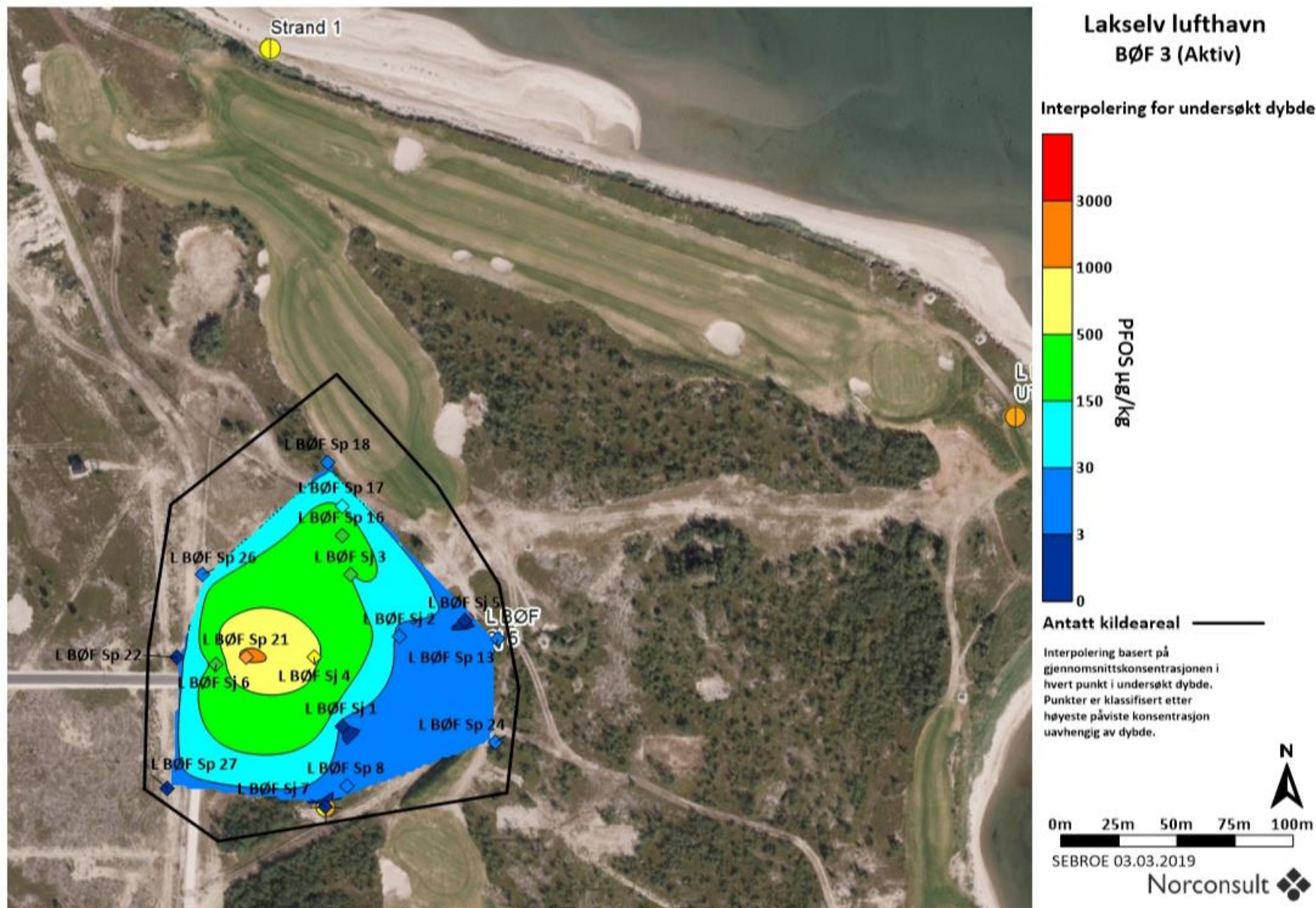
i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense

AVINOR

Norconsult
SWECO





15.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 3 (aktivt)
	Brukt fra 1978

15.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	810
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 1978 til og med 2001.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	140
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 2002 til 2012. Avinor faset helt ut PFAS holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.

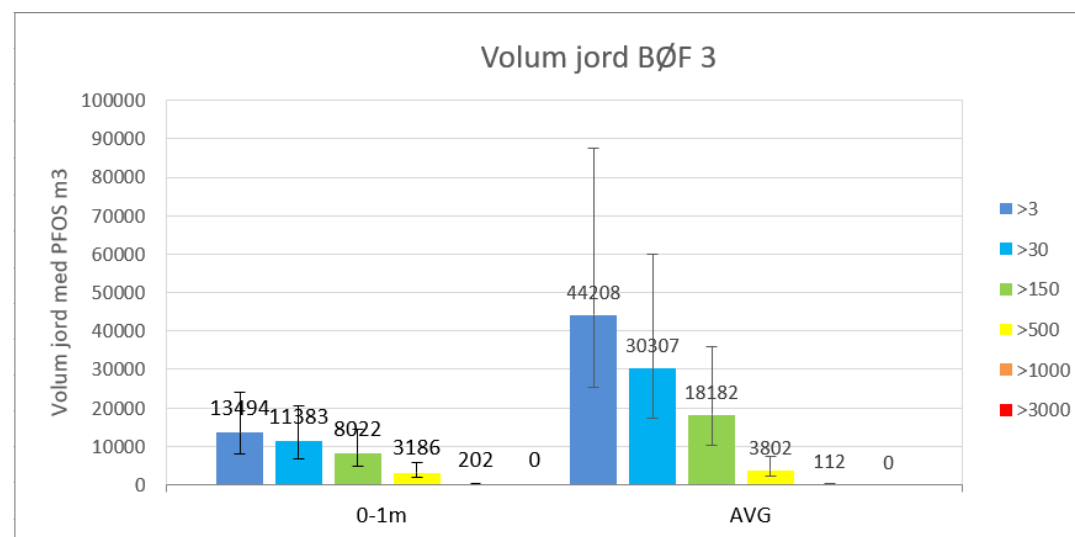
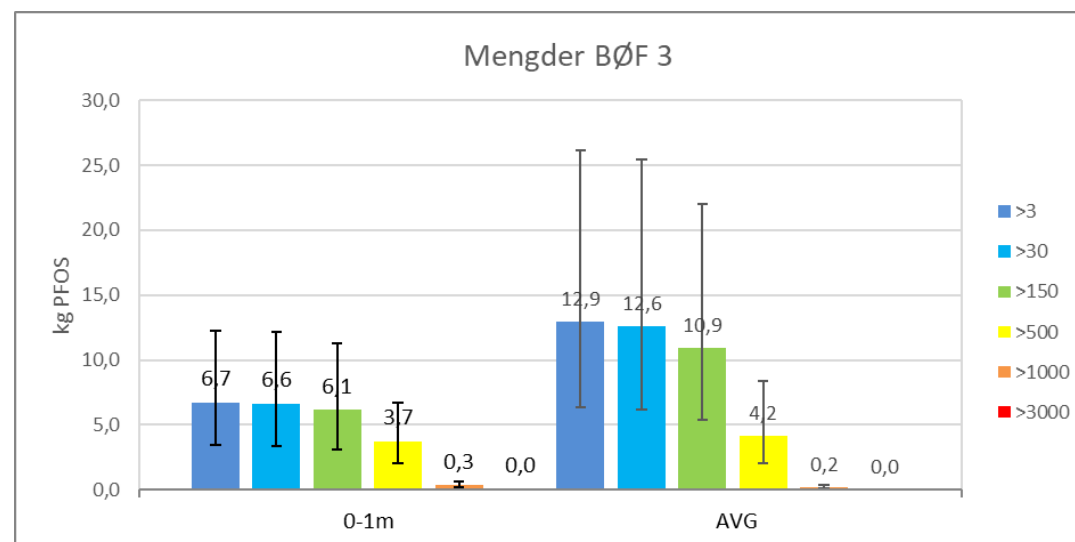
15.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	25
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Alle prøver er tatt mellom 10-40 cm dypt unntatt for 7 prøvepunkter der det blitt tatt dypere prøver
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	12
Antall jordprøver under 1 m	15
Kommentar/usikkerhet	Totalt 27 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m.
Høyeste oppmålte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	1220
Hvor	L BØF Sp 21 (10-30 cm)
Høyeste oppmålte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	1220
Hvor	L BØF Sp 21 (10-30 cm)
Kommentar/usikkerhet	Det er målt 12 forbindelser i 9 prøver, resten av prøvene kun PFOS/PFOA. Prøven L BØF Sp 21 er kun analysert for PFOS og PFOA. Konsentrasjonen i prøven er den høyeste.

VEDLEGG A

15.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	183
Areal (m2)	13815
Mengde jord (tonn)	70733
Mengde PFOS (kg)	13
Usikkerhet -	6,6
Usikkerhet +	13
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	260
Areal (m2)	9471
Mengde jord (tonn)	48492
Mengde PFOS (kg)	13
Usikkerhet -	6,4
Usikkerhet +	13
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	375
Areal (m2)	5682
Mengde jord (tonn)	29092
Mengde PFOS (kg)	11
Usikkerhet -	5,5
Usikkerhet +	11
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	685
Areal (m2)	1188
Mengde jord (tonn)	6083
Mengde PFOS (kg)	4,2
Usikkerhet -	2,1
Usikkerhet +	4,2



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1067
Areal (m2)	35
Mengde jord (tonn)	179
Mengde PFOS (kg)	0,2
Usikkerhet -	0,1
Usikkerhet +	0,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene	I risikovurdering for BØF 3 utført i 2016, er det beregnet at det er en restmengde på 13 kg ± 6 kg PFOS i grunnen fordelt på et areal på 14 000 ± 3000 m2, og dybde på 3 ± 1 meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Forurensningen ser ut til å være avgrenset mot sør og vest, ettersom punktene Sj7 (250-300 cm), Sp22 (20-30 cm) og Sp27 (20-30 cm) er under deteksjonsgrensen for analyserte forbindelser (PFOS/PFOA). Ikke avgrenset mot andre retninger.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, det kan være PFAS i dypere lag. Påvist i fire prøver > 250 cm.
Kommentar/usikkerhet	Forurensningen ser ut til å være avgrenset i toppjord mot sørøst for konsentrasjoner < 20 µg/kg (Sp13 20-30 cm og Sp24 10-30 cm).

15.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Tre grunnvannsbrønner ved BØF, og to sørøst for terminalområdet, en sjakt på BØF, oljeutskiller, kummer, og i sjøvann i en sjakt på stranda ca. 220 m nord for BØF.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	58900
Hvor	Grunnvann i sjakt, L BØF Sj3 (2011-10-11)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	67500
Hvor	Grunnvann i brønn, L BØF Sj 6 (2013-06-05)
Kommentar/usikkerhet	De aller høyeste totale konsentrasjonene i vann er påvist i grunnvann fra brønn Sj 6 som ligger i kildeområdet, vest for plattformen. Der skal det ha vært gjennomført øvelser.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	25,7
Hvor	Sjøvann i sjakt mot nord, Strand 1
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	95,4
Hvor	Sjøvann i sjakt mot nord, Strand 1
Kommentar/usikkerhet	Vann i sjakt har høyt innhold av partikler som PFOS kan være bundet til, i tillegg til at PFOS mobiliseres ved graving under vannstand, slik at det er usikkerhet knyttet til hvorvidt prøven av sjøvann er representativ. Det er også tatt prøver av vann fra kommunalt renseanlegg (ikke påvist PFAS) for å kontrollere om PFAS i fisk i sjøen utenfor lufthavnen kan stamme fra andre kilder enn lufthavnen. Prøver av vann fra oljeutskiller anses ikke være representative for overflatevann i området. Det er tatt fire prøver av avløpsvann fra oljeutskiller i perioden 2013 til 2015, som har PFOS konsentrasjon på mellom 25 og 2230 ng/l og PFAS mellom 2000 og 20700 ng/l (når det ikke er øvelse). Vann fra oljeutskilleren går til Brennelvfjorden med dykket ledning. Oljeutskilleranlegget ble ombygget i 2014, og ifølge årsrapport for 2017 ble oljeutskilleren tømt og rengjort, og anlegget var beskrevet som velfungerende. Det har ikke vært benyttet PFAS holdig skum ved Avinors lufthavner etter 2012, og oljeutskillerne tømmes og rengjøres normalt en gang i året (med mindre de produserer < 1kg olje i løpet av året), evt oftere ved behov.

Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	500 (4)*
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet (42)*
Til hvilken resipient	Brennelvfjorden. *Også fra oljeutskiller går vann til Brennelvfjorden, via dykket ledning
Beregnet fra vann eller jordkons.	Grunnvann. *Tallene i parentes er beregnede mengder PFOS og PFAS som spres til sjø via oljeutskiller, basert på målte konsentrasjoner i vannprøver fra oljeutskilleren. Beregningen er fra 2016, og det er usikkert om den er representativ for dagens situasjon.

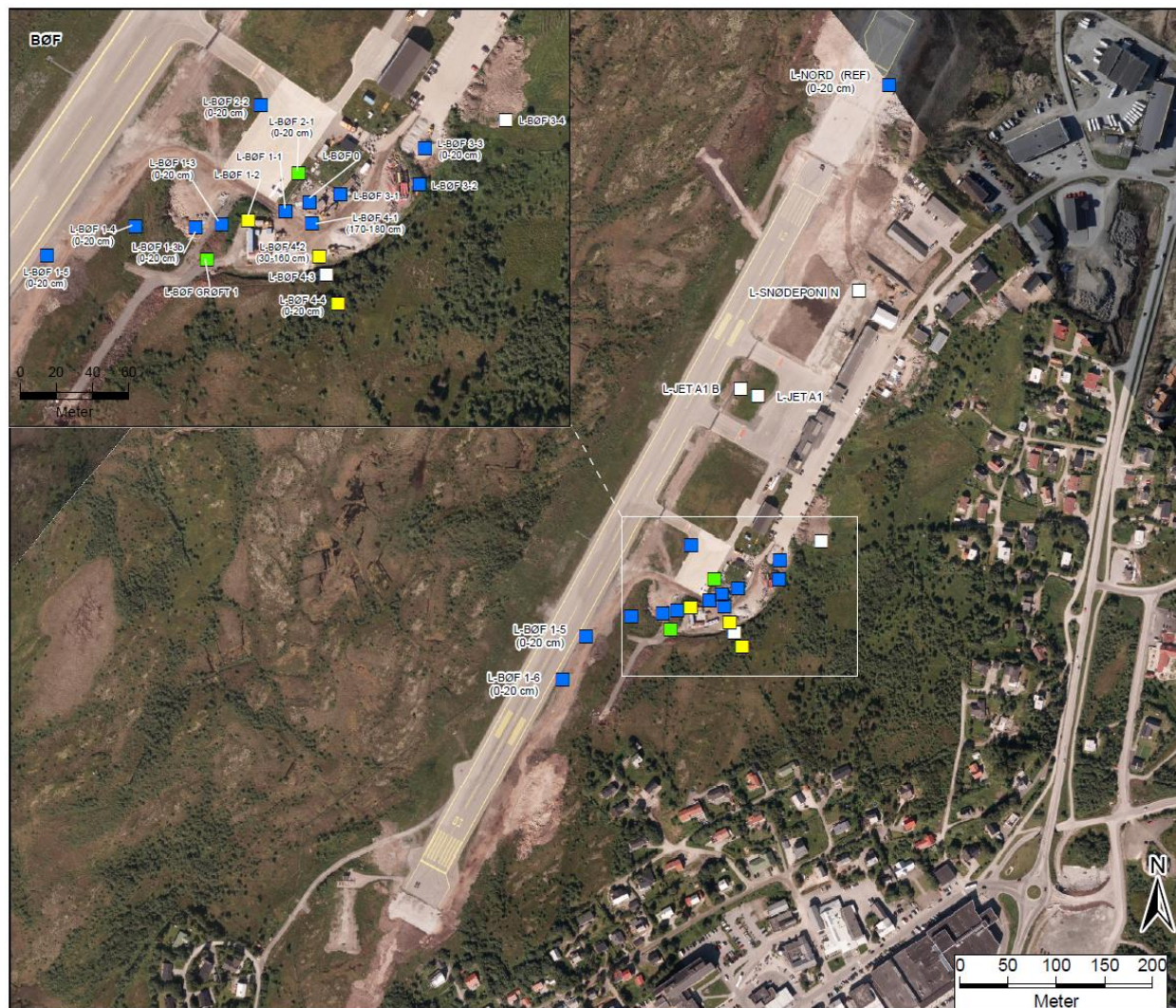
15.6 Biotaprovvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Sjørret, Skrubbe, vanlig sandskjell, spiraltang
Hvor mange prøver?	16
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	39
Hvor	Lever sjørret, n=1
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	48,4
Hvor	Lever sjørret, n=1
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	Det lyktes ikke å finne et rapportert innhold av PFAS i lever i sjørret fra annen undersøkelse. Det var hovedsakelig muskelprøver, eller prøver av ferskvannsrret. Man finner som regel høyere verdier av PFAS i lever sammenlignet med muskel, fordi PFAS akkumulerer i blodfylte organer som lever, nyrer og galle. I åtte muskel-individprøver av sjørret fra Lavangsvannet ved Evenes lufthavn Harstad var gjennomsnittsinholdet av PFOS på 38,58 µg/kg vv (median 14,44), og for PFAS på 42,10 µg/kg vv (median 17,15). I 11 leverprøver fra ørret fanget i Kjerkvatnet var gjennomsnittsinholdet av PFOS på 753,6 µg/kg vv (median 880), og for PFAS på 759,5 µg/kg vv (median 880). Hentet fra Avinor rapport fra 2015; Harstad/Narvik lufthavn, Evenes, undersøkelser av jord, vann og biota med risikovurdering.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Sjø: I rapport M 618 refereres det til studier som viser at mediankonsentrasjoner i torskelever fra stasjoner i Lofoten, Kvænangen og Varangerfjord indikerer at høye bakgrunnskonsentrasjoner i områder kun berørt av diffus forurensning kan ligge på 10 µg/kg våtvekt. Ved Evenes er det rapportert om gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i torskelever på 41.88 µg/kg (median er 18 µg/kg), og kveitelever på 10,9 µg/kg (median 11,5 µg/kg), Avinor 2015. Mediankonsentrasjon av PFOS var på 6.5 µg/kg våtvekt i torskelever i Indre Oslofjord fra Miljødirektoratets rapport M 618, 2015.

15.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert, men vurderes som sannsynlig.
Vurderinger	På Lakselv lufthavn er det sandige masser, og grunnvannsnivå på ca. 2.5 meter ved BØF. Det er påvist svært høye konsentrasjoner av PFAS i grunnvann i vest (Sj6), tilnærmet samme område som "hotspoten" i jord er lokalisert. Det forventes relativt høy grad av utlekking fra sand, noe som reflekteres i at det er påvist PFOS/PFAS i sjøvann (25.7 / 95.4 ng/l) i en sjakt på stranden ca. 220 m mot nord. Dette kan skyldes mobilisering av PFAS i massene ved graving, men betyr allikevel at det har spredt seg til dette området og at det pågår utlekking til sjø. Betydelig forurenset avløpsvann fra oljeutskiller på BØF har også vært ledet til sjø, selv om det siden 2012 ikke har vært benyttet PFAS holdig skum ved Avinors lufthavner siden 2012, er det usikkert om det pågår spredning fra gjenværende gammel forurensning i oljeutskiller og rør. Det er sannsynlig at biota kan være påvirket av utlekkingen som har pågått fra BØF, noe som gjenspeiles i påvist PFOS i sandskjell, de andre undersøkte artene er imidlertid ikke stasjonære og kan også være påvirket av andre kilder.
Beregning	Total mengde PFOS > 3 µg/kg er basert på det undersøkte området estimert til ca. 13 kg (+13 -6.5). Gjennomsnittskonsentrasjon er beregnet til 183 µg/kg. Konsentrasjon PFOS i grunnvannsbrønner ved BØF er mellom 150-55900 ng/l. Ved å bruke gjennomsnittskonsentrasjonen, $((167+145+325+19000+55900+37700+355+294+337)/9)$ 12700 ng/l, så vil en gjennomsnittlig kd for sanden på BØF 3 bli på 14.4 (l/kg). Dette anses å være en realistisk kd for PFOS i sand ved sammenligning med kd verdier fra laboratorieforsøk i sand (Masteroppgaver Nygård, 2017; Nordskog, 2013). Kd vil imidlertid variere blant annet med forurensningens nivå relativt til grunnvannsnivå (Nygård, 2017).
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det kan ikke utelukkes at det er andre lokaliteter med PFOS eller PFAS forurensning på lufthavnen, feks fra bruk av brannslukningsskum for testing av utstyr som ofte har vært gjort på vilkårlige steder. Det er påvist PFAS forbindelser (111 ng/l) i grunnvann sørøst for terminalbygget, som er forholdsvis langt fra BØF 3. Brannøvingsfelt 1 ligger på Forsvarets grunn (på sørvest siden av rullebanen) og var i bruk fra ca. 1968 - 1978. Det er sannsynligvis ikke PFOS på dette feltet da brannskum med PFOS ble tatt i bruk ca. 1978. Brannøvingsfelt 2 ligger også på Forsvarets grunn (vest for rullebanen) og ble tatt i bruk fra ca. 1978. I tidsrommet 1978-2005 ble både brannøvingsfelt 2 og 3 brukt. Det er sannsynligvis PFOS og andre PFAS-er i grunnen rundt brannøvingsfelt 2.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremøter, verneområder etc.)	Det er ikke registrert vernede områder nær lufthavnen. Av naturverdier er det registrert naturtyper og en del sårbare og truede fuglearter i tilknytning til strandsonene og deltaområdene (svært viktig naturtype). Det er utstrakt sportsfiske av laks i Lakselva.

16 Leknes lufthavn



Leknes lufthavn
(ENLK)

Oversiktskart

Jord

PFOS/PFOA jord (µg/kg)*

■ <100 (normverdi)

■ 100-250

■ 250-6700

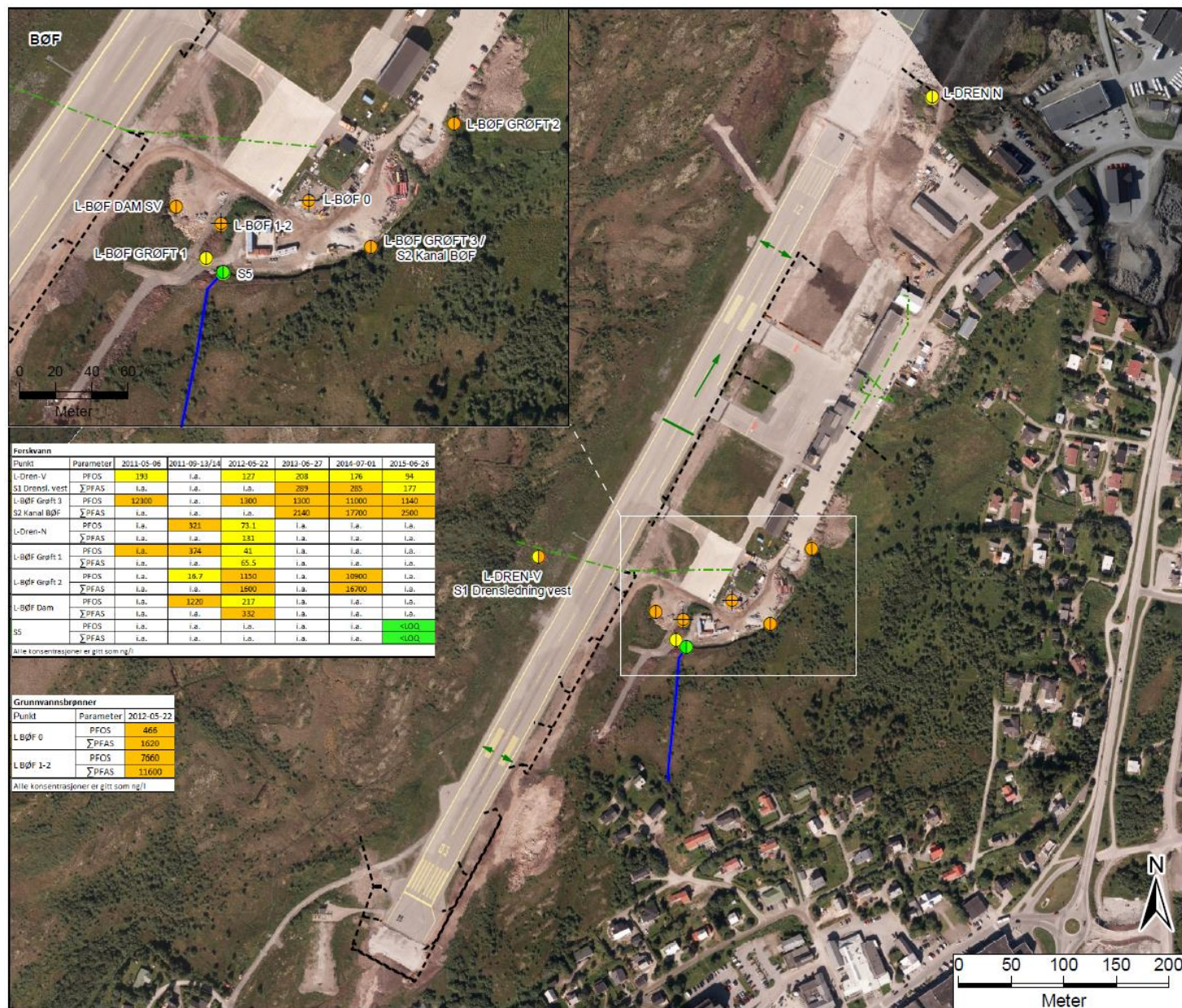
■ >6700

□ ikke analysert

* PFOS er dominerende parameter

LOQ = rapporteringsgrense

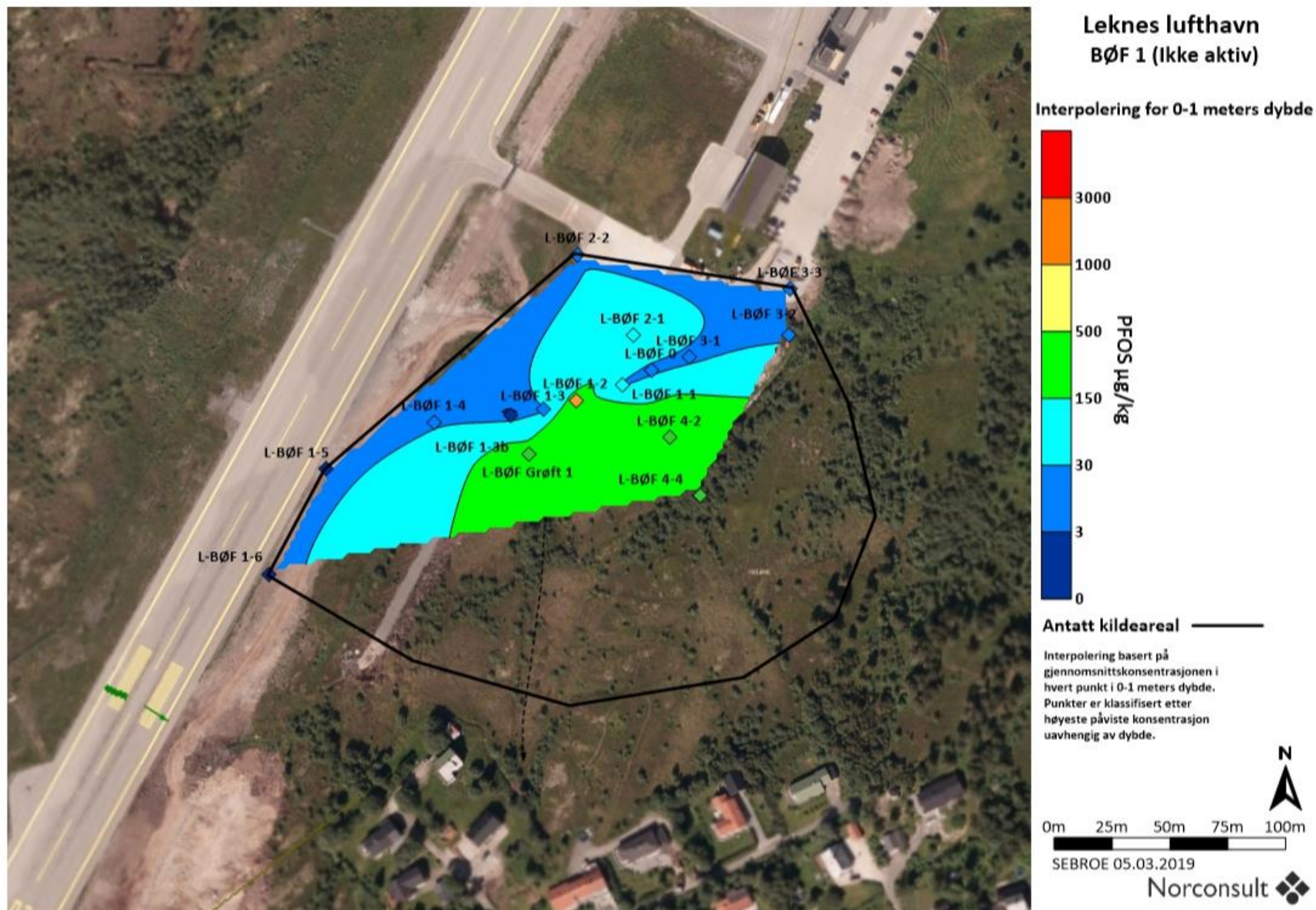
i.p. = ikke påvist

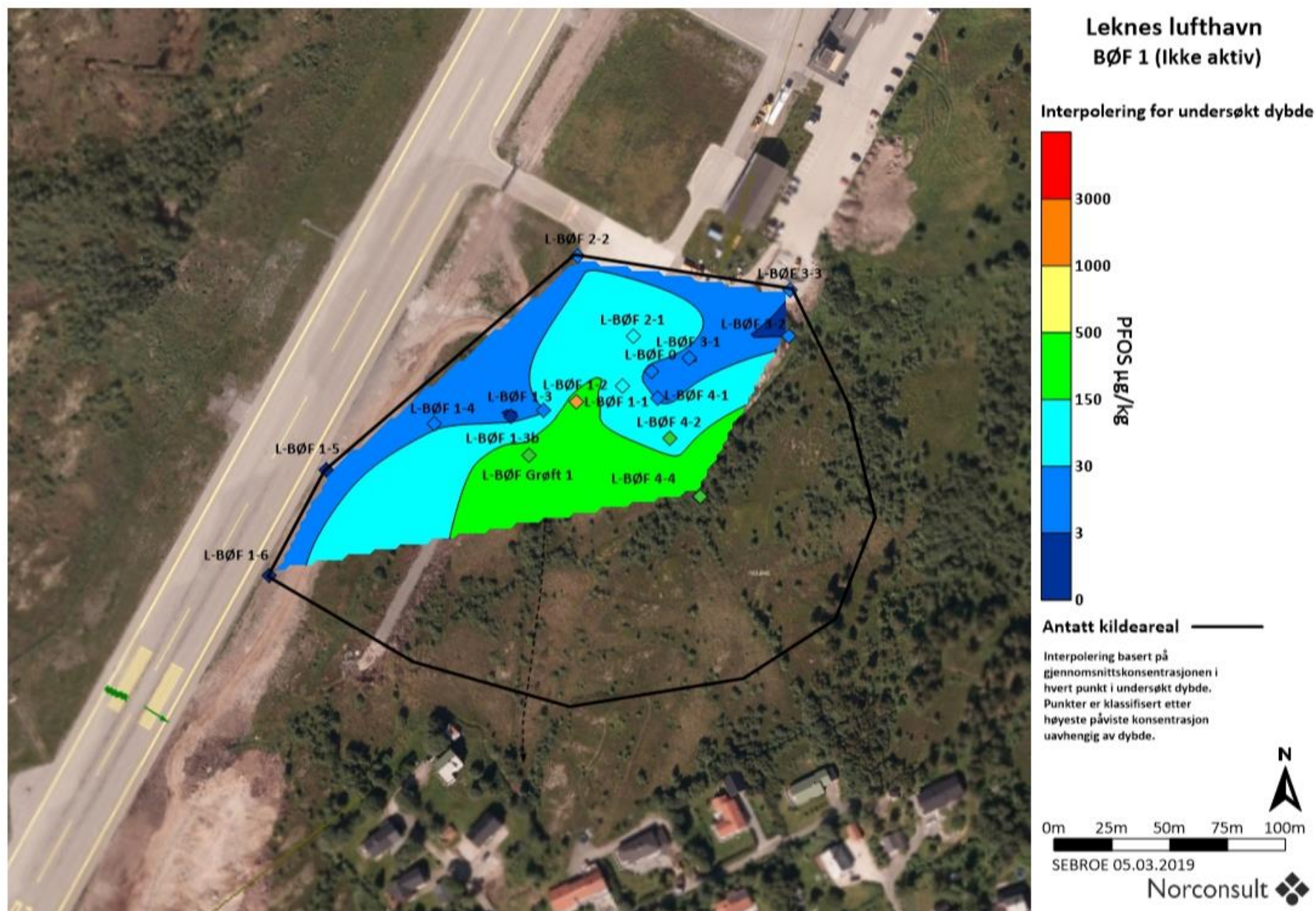


Leknes lufthavn (ENLK)

Oversiktskart

Vann





16.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (ikke aktivt)
	Feltet ble opprettet i 1991 og var i aktivt bruk med bruk av fuel og brannskum frem til 2008. Feltet var fortsatt i bruk i 2011, mest av Fiskerifagskolen, men det lages bare røyk til øvelsene ved brenning av trevirke og slukkes kun med vann. Grunnet topografien på feltet var det vanligst å sprøyte skum mot sørvest under øvelser, i denne retningen har det tidligere vært en voll utenfor BØF.

16.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

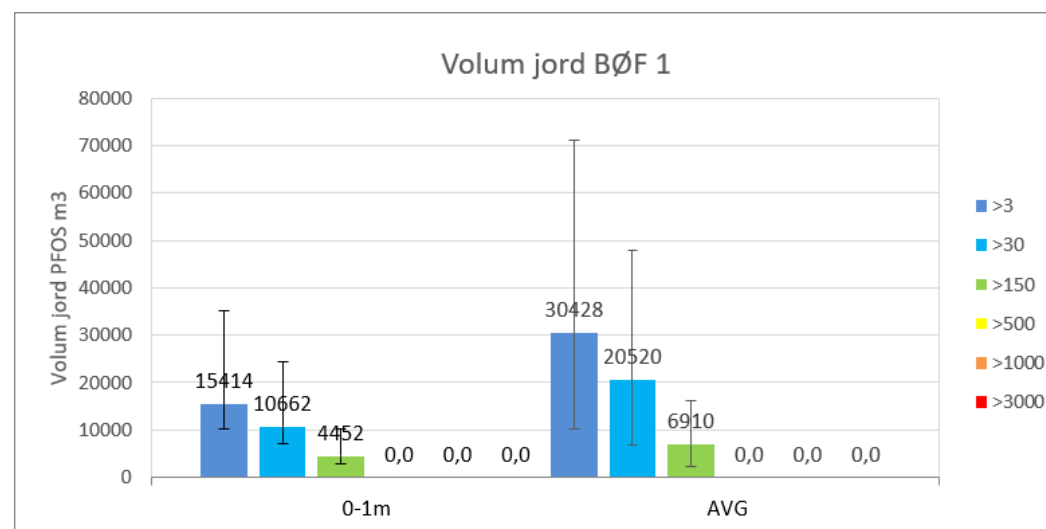
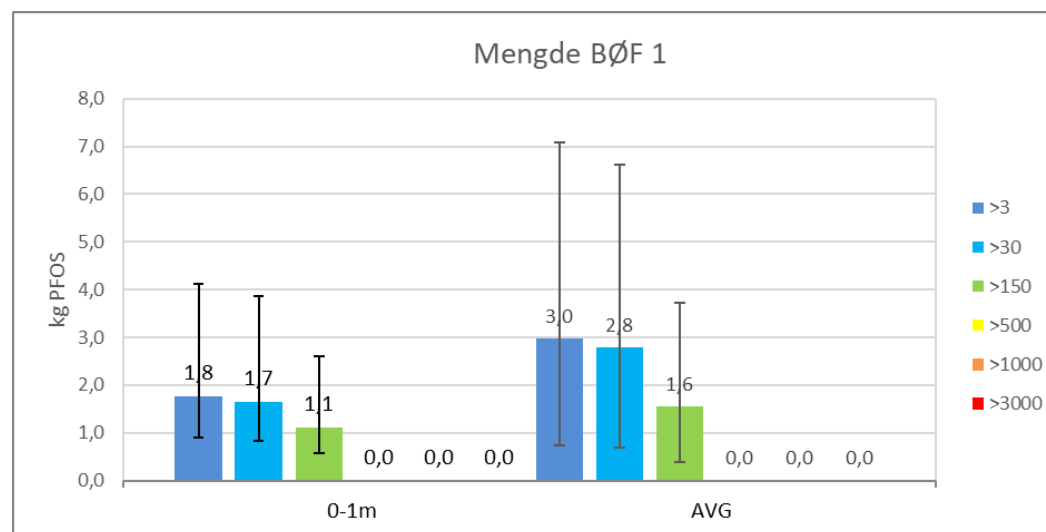
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	18
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk av PFOS i perioden 1991-2002.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	4
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk av PFAS i perioden 2002 til 2008. Etter 2012 har Avinor ikke benyttet PFAS-holdig skum ved sine lufthavner.

16.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	23
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	11 av prøvene er fra 0-0,2 meters dyp, en er fra 0,5-0,9 meter, og resterende er i varierende dybder mellom 0,8 og 2,8 meters dyp. Massene er oppgitt å bestå av sand, stein, grus, fyllmasser, torv og sandig jord/silt.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	16
Antall jordprøver under 1 m	11
Kommentar/usikkerhet	Totalt 27 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	1600
Hvor	L-BØF 1-2 (50-90), masser av torv.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	1606
Hvor	L-BØF 1-2 (50-90), masser av torv.
Kommentar/usikkerhet	Prøven L-BØF 1-2 er kun analysert for PFOS og PFOA, men er fortsatt høyere enn alle andre prøver. Kun tre av prøvene er analysert for flere (11) PFAS forbindelser, og av disse er det kun påvist lav konsentrasjon av PFHxA i en prøve.

16.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	93
Areal (m2)	15214
Mengde jord (tonn)	42599
Mengde PFOS (kg)	3,0
Usikkerhet -	2,2
Usikkerhet +	4,1
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	129
Areal (m2)	10260
Mengde jord (tonn)	28728
Mengde PFOS (kg)	2,8
Usikkerhet -	2,1
Usikkerhet +	3,8
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	215
Areal (m2)	3455
Mengde jord (tonn)	9674
Mengde PFOS (kg)	1,6
Usikkerhet -	1,2
Usikkerhet +	2,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	Det er i risikovurderingen utført i 2016 beregnet en restmengde PFOS på BØF på 4 ± 2 kg. Beregningen er basert på et areal på 13000 ± 3000 m², en dybde på $2 \pm 0,5$ meter, og en gjennomsnittskonsentrasjon på 114 µg/kg. Ettersom forurensningen er lite avgrenset mot sør/sørøst er det i beregningen som er utført nå i 2019 benyttet en større usikkerhet i utbredelse enn hva som ble brukt i 2016. I 2016 ble arealet avgrenset med hensyn på konsentrasjoner ned til 100 µg/kg, og nå i 2019 for konsentrasjoner ned til 3 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, kun i ytterpunktet (overflateprøve) L-BØF 1-6 mot sørvest er det ikke påvist PFOS. I ytterpunkt mot vest (overflateprøve L-BØF 1-5) og nord (overflateprøver L-BØF 2-2 og L-BØF 3-3, og i prøver fra 20-160 cm dyp i L-BØF 3-2) er det påvist < 14 µg/kg. Forurensningen er minst avgrenset mot sør, sørøst og øst.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. I tre av prøvene tatt fra 170-200 cm dyp er det påvist konsentrasjoner av PFOS mellom 25-70 µg/kg. I den dypeste prøven som er fra 280 cm dyp, og i grunnvannssonen, er det ikke påvist PFOS. Grunnvannsnivå ved BØF er på ca. 1,7 meters dyp, noe som antas å begrense utbredelsen i masser i dypet.
Kommentar/usikkerhet	De høyeste konsentrasjonene (150-1600 µg/kg) er påvist i toppjord (< 1 m) i fire prøvepunkter (L-BØF grøft 1, 1-2, 2-1, og 4-4), i tillegg er det i ett prøvepunkt (L-BØF 4-2) påvist høy konsentrasjonen i en prøve som er tatt fra 30-160 cm dyp. Det er usikkert hvordan konsentrasjonsfordelingen er med dybde i dette dybdeintervallet i prøvepunktet, men i masser fra 180-200 cm er konsentrasjonen ca 55 µg/kg. Dette er også det eneste av de prøvepunktene med høy konsentrasjon i overflatemasser som har prøve fra dypere liggende masser. Det er generelt lavere konsentrasjoner i prøver av dypere liggende masser.

16.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Grunnvann ved BØF, overflatevann ved BØF og i avrenningsveier øst, vest og nord for rullebane
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	7660
Hvor	L BØF 1-2 (22.05.2012)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	11600
Hvor	L BØF 1-2 (22.05.2012)
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke oppgitt når eller hvordan brønnene er etablert, men de er registrert i Lokalitetsrapport Leknes lufthavn fra 2011, som er et vedlegg til DP2 rapporten, og det er da sannsynlig at de er etablert i 2011. Brønn ved snødeponi er satt ned med gravemaskin i 2011, slik at det kan være benyttet samme metode for brønner ved BØF. Prøvetakingen av brønnene er fra 2012. Det er analysert for 11 PFAS forbindelser, og den forbindelsen som har høyest konsentrasjon i vannprøven fra brønn 1-2 er PFOS, deretter er det PFHxS, og så PFPeA (det er også påvist 6:2 FTS).
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	12 300
Hvor	S2 L-BØF Grøft 3 (2011-05-06)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	17 700
Hvor	S2 L-BØF Grøft 3 (2014-07-01)
Kommentar/usikkerhet	Prøve fra 2011-05-06 var kun analysert for PFOA og PFOS.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	70
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Fra 2016 rapporten: Det er tre hovedresipienter på drensvann fra brannøvingsfeltet: Enten myrområdene i vest eller Fyglisjøen via Borgvatnet i øst.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon

16.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Blåskjell, strandsnegl, vanlig tangloppe, strandkrabbe, fjæremark. Alle biotaprøvene er blandprøver.
Hvor mange prøver?	5
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	Ikke påvist over deteksjonsgrensen
Hvor	Alle prøver er under deteksjonsgrensen (< 1µg/kg vv).
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	12
Hvor	Blåskjell, blandprøve (n=10). Prøvene av biota er analysert for 14 forbindelser. Det er kun 6:2 FTS som er påvist.
Mediankonsentrasjon (µg/kg vv) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Gjennomsnittskonsentrasjon av PFAS i tre blandprøver av blåskjell i Indre Oslofjord var 0,58 µg/kg vv. Gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS var på 0,07 µg/kg vv. Det var analysert på 13 forbindelser, og tre forbindelser var detektert. Den høyeste konsentrasjonen var for PFOSA på 0,46 µg/kg, det var også detektert 0,05 µg/kg PFHxS. Hentet fra Miljødirektoratets rapport; Environmental Contaminants in an Urban Fjord fra 2016 (M-812).
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Vannforskriftens EQS-verdi for PFOS i biota er på 9,1 µg/kg våtvekt. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.

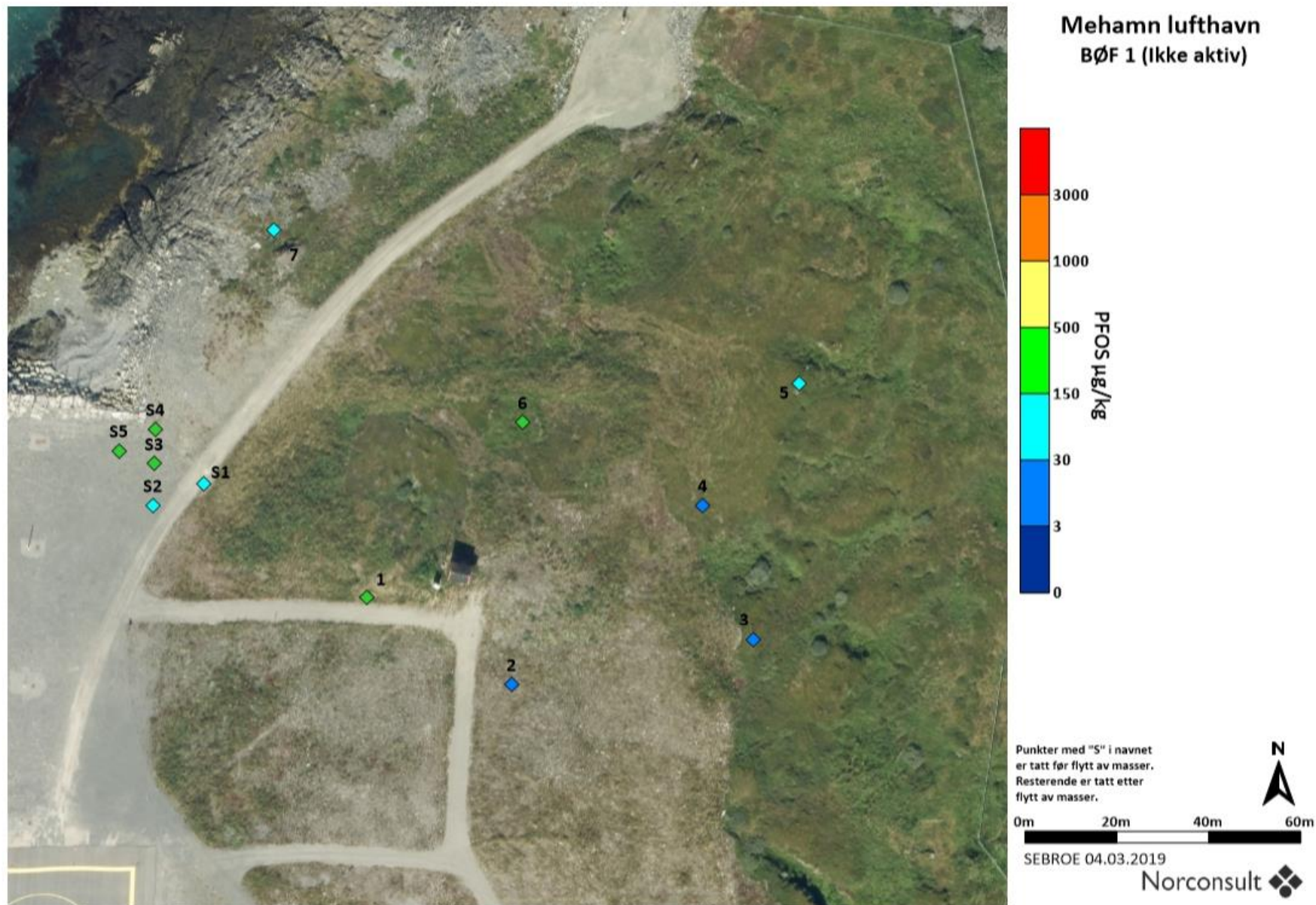
16.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert. Grunnvannsprøver under BØF viser høye konsentrasjoner av PFOS og PFAS, disse er kun prøvetatt en gang (2012), og det er mye høyere konsentrasjoner i brønn 1-2 enn i brønn 0. Det er ikke oppgitt informasjon om etablering av disse brønnene (feks om det benyttet tettemateriale for å forhindre overflateinfiltrasjon), men begge brønner er i områder hvor det skal ha stått øvelsesobjekter. Jordprøver fra sjakt 1-2, som er samme sted som brønn 1-2, har også de høyeste påviste jordkonsentrasjonene (1600 µg/kg) i torvjord mellom 50-90 cm dyp. Det er ikke tatt prøver dypere i sjakten. I sjakt 0, som er samme sted som brønn 0, er det lave konsentrasjoner (<8 µg/kg) i de to jordprøvene som er tatt. Prøvene er fra 90-180 cm dyp og fra 180-200 cm dyp. Jordprøvene er ikke analysert for flere forbindelser enn PFOS, men i vannprøvene er det forbindelsene PFOS, PFPeA, PFHxS, PFHpA og 6:2 FTS som har de høyeste konsentrasjonene. Det er også høye konsentrasjoner av PFAS i overflatevann tatt fra grøfter rundt BØF, spesielt mot øst (grøft 3) og nordøst (grøft 2), som virker å kunne knyttes blant annet til avrenning fra betongplaten ved øvelse. Disse prøvene har høyest PFOS konsentrasjoner, men også et betydelig innhold av blant annet 6:2 FTS og PFHxS.
Vurderinger	Det er synlig på flyfoto fra 2004 at det har vært jordvoller rundt BØF på nord, vest og sørsiden. I DP2 og 2016 rapportene er det oppgitt at det har vært en masseutskifting på BØF, blant annet i 2008; "BØF ligger i et område hvor grunnen opprinnelig besto av mektige torvmasser, men hvor noe masseutskifting må ha blitt gjort da øvingsfeltet ble startet. De øvre 1-2 m av massene sentralt i brannøvingsfeltet er i tillegg skiftet ut med nye fyllmasser for noen få år siden. Det er ikke kjent hvor de utskiftede massene er deponert." Det er synlig på flyfoto fra 2009 at vollen i sør er fjernet, og feltet er utvidet mot sør. Det er imidlertid høye konsentrasjoner i grunnvann og grøftevann ved BØF. Konsentrasjonene i overflatevann er ved noen av prøvepunktene prøvetatt flere ganger i perioden mellom 2011 og 2014, og i prøvepunktene grøft 2 og 3 varierer konsentrasjonene betydelig. Det er for begge prøvepunkter langt høyere konsentrasjoner i 2014 sammenlignet med prøver fra 2012. Den høyeste PFOS konsentrasjonen i overflatevann er fra grøft 3 i 2011. Prøvepunkt "grøft 3" er rett etter at vann fra overvannsrør fra betongplaten på brannøvingsfeltet renner ut i grøften. Vannet i grøften renner videre nordover før det ender i et myrområde. Prøvepunkt "grøft 2" er plassert i grøft før vannet renner ut i myrområdet. På vestsiden av rullebanen er det registrert PFOS og PFAS i vannprøver (L-DREN-V, for PFOS mellom 94 og 208 ng/l og PFAS mellom 177 og 289 ng/l). Det er sannsynlig at dammen som ligger rett vest for BØF drenerer hit. Biotaprøvene er tatt i Fyglisjøen, som er en del av Buksnesfjorden. Prøvetakingsstasjonen er ca 1,4 km fra BØF, og imellom prøvetakingsstasjonen og BØF ligger Leknes sentrum. Det er derfor mange andre mulige kilder til forurensning i biota på prøvetakingsstasjonen, og det er derfor ikke sikkert at innholdet av PFAS i blåskjell skyldes spredning av forurensning fra BØF. Ved undersøkelsene ble det funnet tegn til at det slippes ut urensset kloakk i nærheten av prøvetakingsområdet.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Fra 2016 rapporten: Det er registrert PFOS og PFAS i vannprøver fra punktet L-Dren-N som ligger i nordenden av lufthavnen (200 ng/l, gjennomsnitt av to prøvetakinger). Det er ikke kjent hvor dette stammer fra, men den nordlige delen av rullebanen drenerer til punktet. BØF drenerer sannsynligvis ikke hit. Da dette punktet er nord for vannskillet på lufthavnen, vil PFAS som påvises her stamme fra andre kilder enn brannøvingsfeltet. Det har som ved andre lufthavner sannsynligvis blitt utført innstilling av skytebilde og testing av kanoner i lengderetning av rullebanen. Det er mulig at dette kan være kilden til PFOS/PFAS i prøve L-Dren N.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Det er kun tre jordprøver som er analysert for flere PFAS-forbindelser enn PFOS og PFOA. I vannprøver er det kun de langkjedede forbindelsene PFDA og PFNA som ikke er påvist.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforekomster, verneområder etc.)	Det er ingen verneområder i direkte tilknytning til lufthavnen. Lufthavnen ligger innenfor et område med registrerte naturtyper og utvalgte naturtyper som slåttemark langs rullebanen, og kystmyr (Bollemyrene) mot vest. Bollemyrene har kvaliteter av nasjonal verdi. Syd for myrene ligger Storeidvatnet som er et naturreservat (ca 2 km unna lufthavnen). Den frodige veksten i Storeidvatnet er med å danne grunnlag for et særdeles rikt og interessant fugleliv. Det er registrert flere fuglearter som er svært sjeldne for landsdelen. Innenfor lufthavnens område er det registrert følgende arter at særlig stor forvaltningsinteresse: snømyrull, fiskemåke, sandsvale, flere typer rødspore og fjellpiggnopp. Det er også registrert arter blant annet i Haldsvågen mot sør, Kretjønna mot nord og i Gunnarvatnet mot sørøst. Rett øst for lufthavnen er det registrert kulturminner, og friluftsområdet Buggeskogen. Fra DP2 rapporten: Det ble under undersøkelsene registrert sterk oljelukt av grunnvannet. I punkt 1-2, hvor massene ikke er skiftet, og hvor det i realiteten er et deponi for div. skrap, er innholdet av både PFOS og olje høyt. THC-konsentrasjonen er i tilstandsklasse 5. Det er i punkt 1-1 THC i tilstandsklasse 4.

17 Mehamn lufthavn





17.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 og 2 (ikke aktive)
	BØF 1 ble brukt i perioden 1974 – 1986. BØF 2 ble tatt i bruk etter 1986. BØF 2 er kun benyttet én gang etter 2005 og da uten bruk av kjemikalier. BØF 1 og BØF 2 ligger svært nærme hverandre, og er derfor ansett som ett BØF i DP2 rapporten. Fra DP2-rapporten: I forbindelse med S&L-prosjektet ble rullebanen utvidet nordover, og dekker nå brannøvingsfeltet, både ny (BØF 2) og gammel del (BØF 1). De to tidligere brannøvingsfeltene er nå tildekket av opptil 3 m steinmasser. Under anleggsarbeidet ble vegetasjon fjernet og lagt til side. En fjellknaus som lå sør for BØF ble sprengt bort og benyttet til utfylling for forlengelse av rullebanen i nord. Det ble lagt erosjonssperre under de utfylte massene for å hindre utvasking til sjø. Vegetasjon og torv ble lagt tilbake etter sprengningsarbeidene var utført. De opprinnelige massene ved brannøvingsfeltet ble ikke fjernet før sprengmassene ble lagt på. Det er gjort undersøkelser av massene ved BØF i to omganger. Rambøll utførte en prøvetaking av massene ved det ene BØF (usikkert hvilket) våren 2011, før steinmassene ble lagt på. Det ble i denne forbindelsen tatt prøver i fem punkter. Senere i 2011 utførte Sweco en undersøkelse av massene. BØF var da tildekket med opptil 3 meter med steinmasser, og det ble derfor tatt 7 prøver av opprinnelige masser nord og øst for brannøvingsfeltene. Prøvene ble tatt omtrent 60-120 meter fra BØF. Grunnet at det kun er tatt 5 prøver av det ene BØF, er det valgt å ikke beregne mengder denne lokaliteten. I og med at det er beskrevet at de to BØF lå tett inntil hverandre (antagelig mindre enn 50 meter mellom) er det valgt å behandle de som en lokalitet også i dette rapporteringsskjemaet.

17.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke beregnet
Kommentar/usikkerhet	

17.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	12
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	7 av prøvene er tatt av overflatemasser (0-0,2 m) nord og øst for BØF (ca 60-120 meter fra BØF). 5 av prøvene er tatt av BØF før området ble oppfylt med sprengstein.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	12
Antall jordprøver under 1 m	0
Kommentar/usikkerhet	Dypeste prøve (S5) er tatt ned til 0,7 m.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	460
Hvor	S3 (0-0,4 m). Massene består av grus, sand og stein. Prøven ble tatt av massene ved BØF før området ble oppfylt med sprengstein.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	460
Hvor	S3 (0-0,4 m). Massene består av grus, sand og stein.
Kommentar/usikkerhet	Prøve «S3» er kun analysert for PFOS. Prøvene tatt ved BØF før området ble oppfylt med sprengstein er kun analysert for PFOS. Prøvene som er tatt nord og øst for BØF er analysert for PFOS og PFOA.

17.4 Mengdeberegning

Det er ikke beregnet mengde.	Det er ikke beregnet mengde ved denne lokaliteten som ligger under rullebanen. Lokaliteten består av to gamle brannøvinger ved siden av hverandre, og det er usikkert hvor stor avstand det er mellom disse, men de er oppgitt å ligge tett (antas mindre enn 50 meter). Det er undersøkt i fem prøvepunkter på ett av feltene før forlengelse av rullebanen, men utbredelsen av øvingsområde(ne) basert på disse prøvene er svært usikker. Prøvetakingen etter utvidelsen gir lite avgrensning av området.
Kommentar	I DP2 rapporten er det tatt utgangspunkt i at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 30x20 meter, og at mektigheten på de forurensede massene er 0,4 meter. Det er beregnet at gjennomsnittskonsentrasjon på de forurensede massene er 238 µg/kg. Basert på disse tallene er det beregnet at det ligger igjen 90 g PFOS ved BØF. Det er antageligvis knyttet en del usikkerhet til dette tallet. Det er kun tatt prøver av ett av de tidligere BØF (det er usikkert om det er tatt prøver av det nyeste eller det eldste BØF). Det foreligger ingen informasjon om forurensningsgraden til massene ved det andre BØF.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, forurensningen er ikke avgrenset horisontalt. Det er påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i samtlige prøver, både i de som er tatt ved BØF, og de som er tatt av opprinnelige masser nord og øst for BØF. Grovt sett er de høyeste konsentrasjonen påvist i massene ved BØF, men det er også påvist en konsentrasjoner på 235-255 µg/kg i to av prøvene tatt av de opprinnelige massene nord og øst for BØF.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. Det er påvist forurensning over deteksjonsgrensen ned til 0,7 m. Det er usikkert hvor mye dypere denne forurensningen strekker seg. Det er imidlertid grunt til fjell i området, så det antas at det er en begrenset utstrekning.
Kommentar/usikkerhet	

17.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Det er tatt prøver i Mehamn elva, både oppstrøms og nedstrøms lufthavnen. Det er også tatt prøver av et vann nedstrøms snødeponi, sør for terminalen.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Det er ikke tatt grunnvannsprøver
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	Det er ikke tatt grunnvannsprøver
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke påvist grunnvann i området.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	2 280
Hvor	Snødeponi, vann3 (prøven er tatt av et vann nedstrøms snødeponiet)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	3 970
Hvor	Snødeponi, vann3 (prøven er tatt av et vann nedstrøms snødeponiet)
Kommentar/usikkerhet	Prøven "Snødeponi, vann 3" er analysert for 12 PFAS forbindelser. Det er påvist 6:2 FTS, PFBS, PFBA, PFHxS, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFOS og PFPeA i prøven. PFOS er den dominerende forbindelsen, men det er også påvist høye konsentrasjoner av PFHxS, og PFHxA, og PFPeA i prøven (konsentrasjoner mellom 200-823 ng/l). Kulpen hvor vannprøven er tatt ligger langt unna BØF. Det er derfor trolig at forurensningen i denne vannprøven har en annen kilde enn BØF.
Total årlig spredningsmengde fra lufthavnen PFOS	Dette er ikke beregnet. I DP2 rapporten er det beskrevet at massene ved BØF ligger under flere meter med stein/grus er overdekket med et fast dekke. Sannsynligheten for at de forurensede massene skal komme i kontakt med vann er liten, og derfor er spredningspotensialet herfra lite. Det er påvist forurensning i omliggende terreng, hvor det er ca 20 cm med torv over fjell. Denne forurensningen vil kunne spres til Mehamn elva med vann. Erfaringer fra DP2 prosjektet tyder på at torv har en god tilbakeholdelsesevne på PFOS. Det er i DP2-rapporten konkludert med at evt avrenning av PFOS trolig ikke vil ha en miljømessig betydning for Mehamnfjorden, da det er antatt av vannutskiftingen i Mehamnfjorden er på minimum 100 mill m³/år.
Total årlig spredningsmengde fra lufthavnen PFAS	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Avrenning fra BØF vil gå til Sørfjorden/Mehavn fjorden
Beregnet fra vann eller jordkons.	

17.6 Biotaprøvetaking

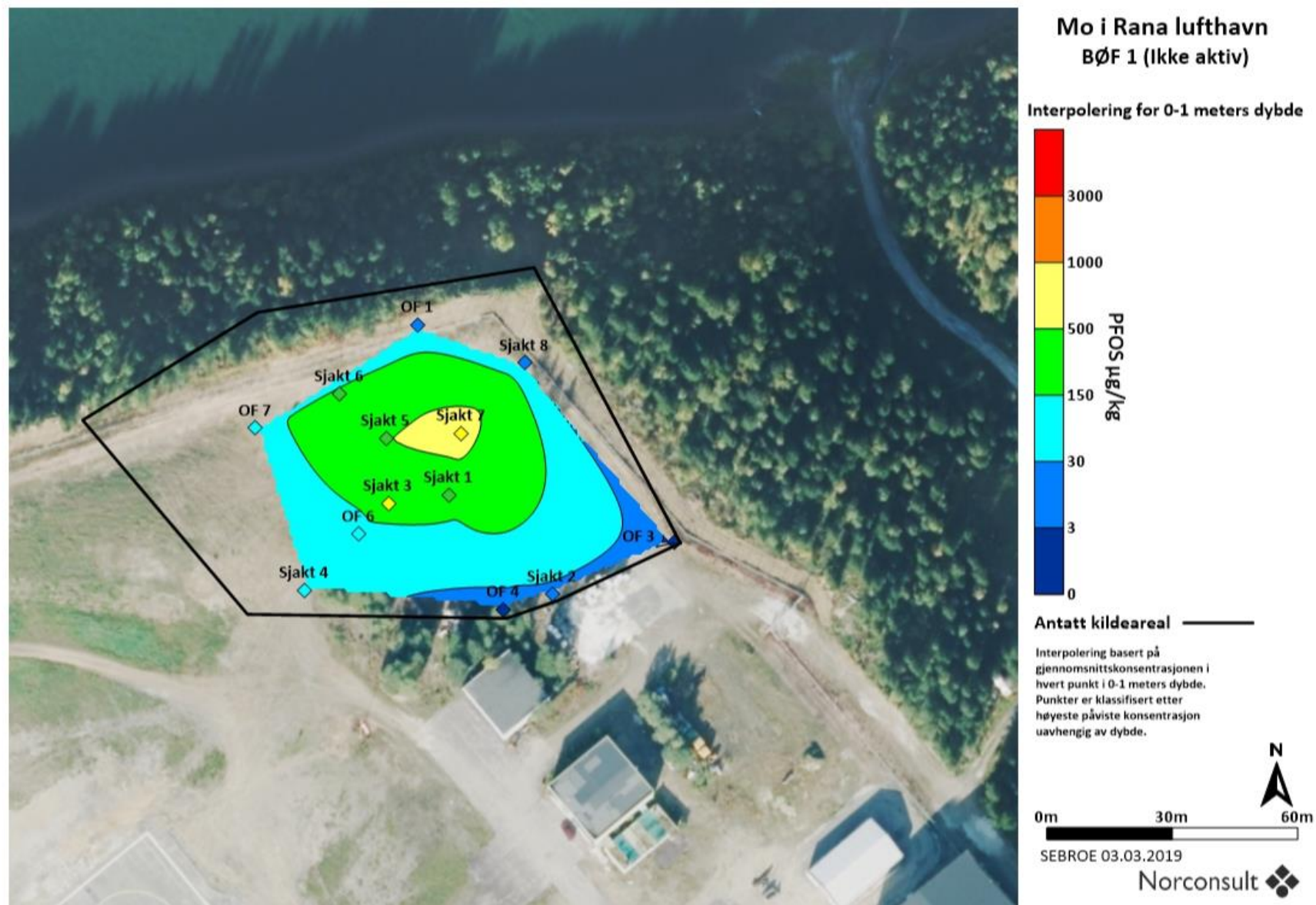
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Blåskjell
Hvor mange prøver?	1
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	Ikke påvist
Hvor	Eneste prøven i vann utenfor BØF
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	Ikke påvist
Hvor	Eneste prøven i vann utenfor BØF
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i blåskjellprøver fra Indre Oslofjord er på 0,07 µg/kg vv. Det var analysert på 13 forbindelser, og tre forbindelser var detektert. Den høyeste konsentrasjonen var for PFOSA på 0,46 ug/kg, det var også detektert 0,05 ug/kg PFHxS. Miljødirektoratet: "Environmental Contaminants in an Urban Fjord, 2016", rapport M-812 fra 2017
Kommentar/referanse	Blåskjellet er analysert for PFOS og PFOA.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

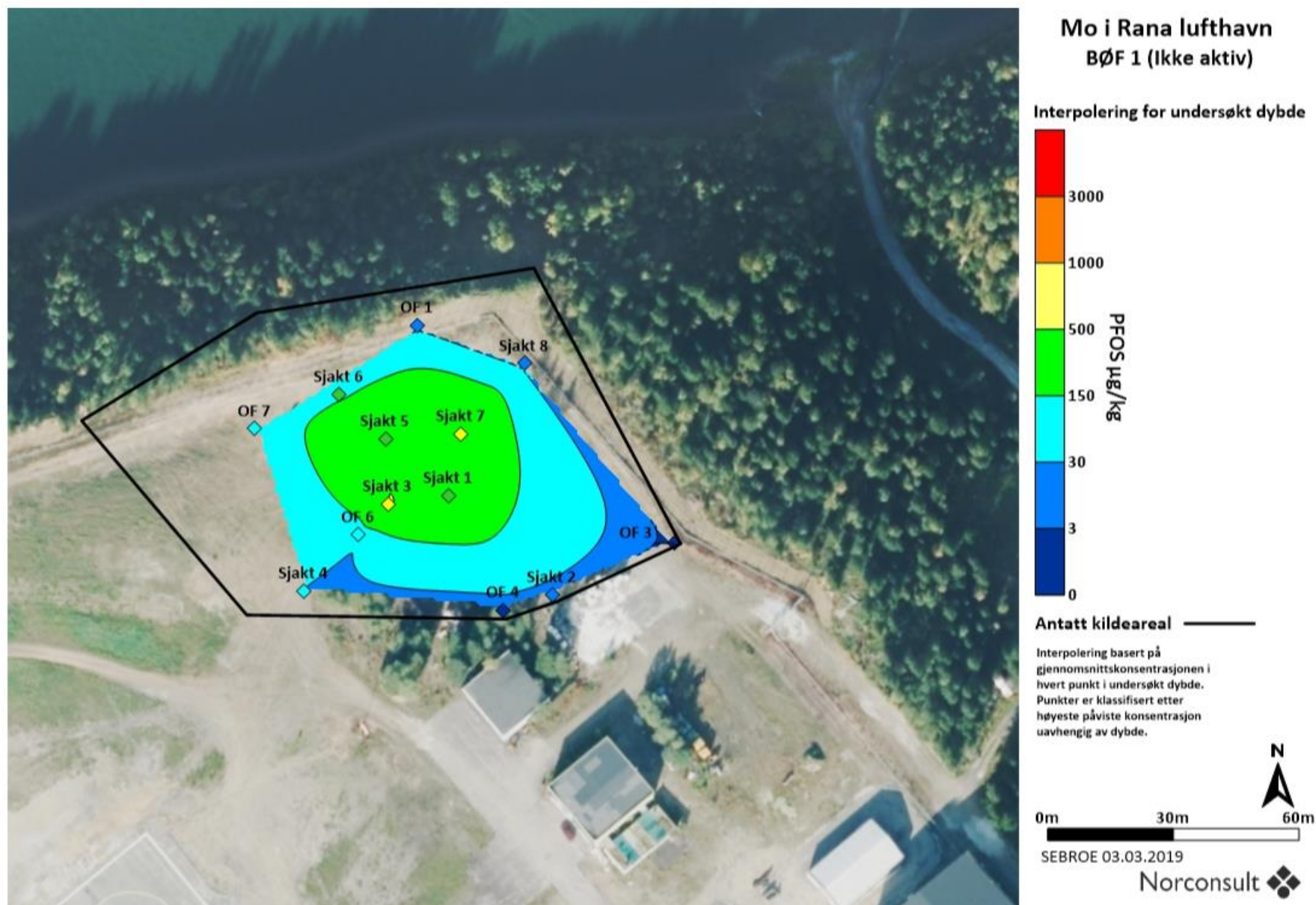
17.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Det er ikke utført mengdeberegninger, grunnet at det er tatt lite prøver av selve BØF. De jordprøvene som er tatt viser imidlertid konsentrasjoner opptil 460 µg/kg. Det er funnet noe PFOS i vannprøven tatt i Mehamnelfva, nedstrøms flyplassen. Dette tyder på at det er noe utlekking av PFOS fra BØF eller fra de omliggende områdene. Det er ikke påvist PFOS i biotaprøven som er tatt ved utløpet av Mehamnelfva. Det er beskrevet i DP2-rapporten at «Blåskjellet som ble prøvetatt var ca 3-5 cm langt, noe som tyder på at det var for "ungt" til å ha levd mens det var aktivitet med skum på brannøvingsfeltet». Blåskjellet er tatt på den nordvestre siden av Sørfjordneset som BØF ligger på, og er derfor tatt nærmere fjorden enn Mehamnelfva som renner langs østsiden av neset med utløp nord for neset. Det antas at vannutskiftingen i Mehamnfjorden er stor, slik at en pågående utlekking vil fortynnes raskt. De høyeste konsentrasjonene i vann ble påvist i prøven som er tatt fra en kulp nedstrøms snødeponiet. I denne vannprøven ble det påvist høye konsentrasjoner av PFOS. I tillegg ble det påvist en rekke andre PFAS-forbindelser. Det er trolig at forurensningen i denne prøven har en annen kilde enn BØF, grunnet at kulpen ligger langt unna BØF (800-900 meter sør for BØF), og ikke i nedstrøms BØF.
Vurderinger	
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Den høye konsentrasjonen av PFAS i vann fra kulpen nedstrøms snødeponiet indikerer at det er en annen kilde til PFAS forurensning ved lufthavnen i tillegg til BØF. Det kan ikke utelukkes at det har foregått testing/øvelser med skumkanonene eller vask av skumkanonene i området rundt snødeponiet.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, lokaliteten er for dårlig kartlagt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1). Det er tatt få prøver av selve området for de to brannøvingsfeltene, ettersom rullebanen er forlenget over dette området. I tillegg mangler det prøver av ett av brannøvingsfeltene.
Kommentar/usikkerhet	
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremøter, verneområder etc.)	Mehamnelfva og Sørfjorden er registrert som et område med stor forvaltningsinteresse grunnet ærfugl. Det er også registrert andre arter med stor og særlig stor forvaltningsinteresse i området rundt lufthavnen. Øst for lufthavnen, langs Mehamnelfva er et område av naturtypen "strandeng og strandsump" registrert. Vest for lufthavnen er det registrert et kulturminne. Mehamn lufthavn er vurdert til Avinors sårbarhetsklasse 2, som er noe mindre sårbare resipienter, moderat prioritet og nivå på anlegg. Mehamnelfva er benyttet til fiske (sjørørret og sjørøye).

18 Mo i Rana lufthavn Røssvoll







18.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	Brannøvingsfeltets dispensasjon for drift gikk ut den 31.12.06. I tilknytning til brannøvingsfeltet ble det observert noen gamle kjemikalietanker (olje/dieseltanker) og diverse annet skrot som ikke var i bruk.

18.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

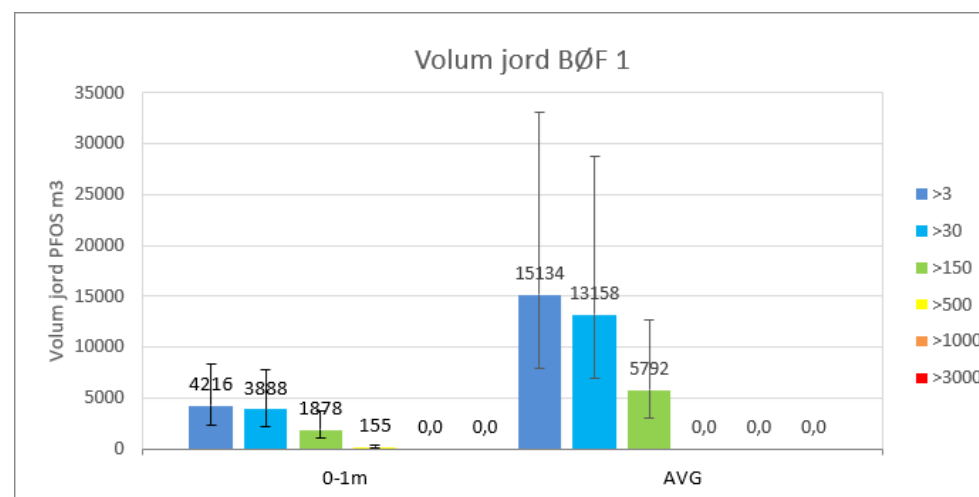
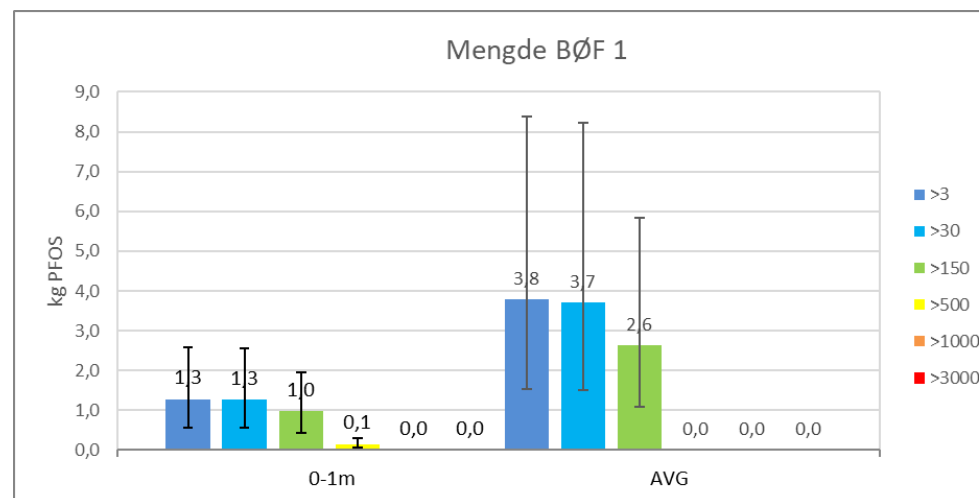
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

18.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	21
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	13 av prøvene er tatt fra 0-10 eller 0-20 cm.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	13
Antall jordprøver under 1 m	8
Kommentar/usikkerhet	Det er ingen prøver mellom 0,2-2 m.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	727
Hvor	Sjakt 7-1 (0-0,1 m). Massene består av grusig sand.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	755
Hvor	Sjakt 3-3 (3,6 m). Massene består av grusig sand.
Kommentar/usikkerhet	Samtlige prøver er analyser for PFOS og PFOA. Kun tre av prøvene er analysert for totalt 11 PFAS forbindelser. I to av disse prøvene er det i hovedsak påvist PFOS, men også 6:2 FTS og PFOA. I den tredje prøven er det påvist PFOS, samt lave konsentrasjoner av PFBA, PFHxS, PFOA,

18.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	147
Areal (m2)	4204
Mengde jord (tonn)	25728
Mengde PFOS (kg)	3,8
Usikkerhet -	2,2
Usikkerhet +	4,6
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	166
Areal (m2)	3655
Mengde jord (tonn)	22369
Mengde PFOS (kg)	3,7
Usikkerhet -	2,2
Usikkerhet +	4,5
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	268
Areal (m2)	1609
Mengde jord (tonn)	9847
Mengde PFOS (kg)	2,6
Usikkerhet -	1,6
Usikkerhet +	3,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapporten er det beregnet at det ligger igjen 1732 g PFOS og 23,4 g PFOA ved BØF. Det er da antatt at det forurensede området ligger innenfor et areal på 707 m2, og at mektigheten på de forurensede massene er 4 m. I beregningen utført nå i 2019 er det tatt utgangspunkt i et mye større areal for å avgrense forurensning ned til < 3 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	De eneste ytterpunktene hvor det er konsentrasjoner under deteksjonsgrensen er OF 3 og OF 4 mot sør og øst. Sjøkt 8 og OF 1 mot nordøst har konsentrasjoner < 20 µg/kg. Forurensningen er minst avgrenset i nordvestlig og vestlig retning (i retning Langvassåga), her er det påvist en konsentrasjon på 119 µg/kg i ytterpunktet OF7.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, i flere av sjaktene er det påvist relativt høye konsentrasjoner (300-750 µg/ kg) av PFOS i dype masser (3,5 meters dyp). Det er ikke kjent hvor mye dypere forurensningen strekker seg, og dyp til grunnvann i løsmassene er oppgitt å være > 5 meter i DP2 rapporten (det er undersøkt til 4 meter og ikke påtruffet vann). Den dypeste prøven er tatt på 4,3 meter i sjakt 4 lengst mot sørvest, og har ikke påvist PFOS.
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke analysert noen prøver i sjiktet 0,2-2 meter. Det er derfor knyttet stor usikkerhet til forurensningsgraden til disse massene. I enkelte av sjaktene ser man at konsentrasjonen av PFOS øker med økende dyp. I andre sjakter ser man det motsatte, at konsentrasjonen av PFOS avtar med økende dyp. Det er hovedsakelig i sjaktene som ligger sentralt i BØF at man ser en økende konsentrasjon av PFOS med dypet, mens i sjaktene som ligger mer i utkanten ser man at konsentrasjonen avtar med økende dyp.

18.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Prøve av antatt sigevann til Langvassåga tatt 120 meter øst for BØF.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Det er ikke tatt grunnvannsprøver. Det ble ikke satt ned miljøbrønner, grunnet at grunnvannet ligger dypt i området
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	Ikke påvist over deteksjonsgrensen.
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	5,5
Hvor	Vann 1 - prøvetatt 17.5.12 (punktet er merket V1-1 i oversiktskartet)
Kommentar/usikkerhet	Vannprøven Vann 1 har kun påvist forbindelsen PFPeA. Prøvepunktet er i DP2-rapporten beskrevet som «antatt sigevann fra området ved resipienten i nord». Det ble tatt prøver i punktet to ganger (1.9.11 og 17.5.12).
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	5,3
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Langvassåga (elv)
Beregnet fra vann eller jordkons.	Jordkonsentrasjon

18.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

18.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes. Det er usikkert om den påviste lave konsentrasjonen av PFPeA i den ene sigevannsprøven, og PFOA i den andre sigevannsprøven kan relateres til forurensningen ved BØF. Det ikke er tatt biotaprøver.
Vurderinger	Vannprøvene er tatt ca. 120 meter øst for BØF, og det er usikkert om sigevann fra BØF når dette prøvepunktet. Grunnvann forventes å strømme mot nord. I vannprøven tatt 17.5.12 ble det påvist en konsentrasjon på 5,5 ng/l av forbindelsen PFPeA. Denne forbindelsen er ikke påvist i noen av de tre jordprøvene som er analysert for denne forbindelsen. Det er påvist noe PFOA i prøven tatt den 17.5.11 (2,5 ng/l). Det er påvist PFOA også i jordmassene ved BØF. Det ble ikke påvist noe PFOS i vannprøvene, selv om det er denne PFAS-forbindelsen det er klart høyest konsentrasjoner av i jordprøvene.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er ikke oppgitt noen ytterligere kilder, men dette kan ikke utelukkes. Spesielt med tanke på at det er påvist PFPeA i vannprøven, og ikke i jordprøvene fra BØF.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke tatt noen jordprøver mellom 0,2-2 meters dyp. Det er derfor stor usikkerhet knyttet til forurensningsgraden i dette sjiktet av massene. Forurensningen sentralt i BØF er ikke avgrenset med dyp. Det er heller ikke undersøkt om det er spredning til grunnvann. BØF ligger på permeable sand- og grusmasser, og det kan ikke utelukkes at det har vært/er en transport av forurensning helt ned til grunnvannet.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremøter, verneområder etc.)	Det er ikke registrert verneområder nær lufthavnen, men det er registrert flere arter (fugler og planter) av stor og særlig stor forvaltningsinteresse på og rundt flyplassen. Mot nordøst og øst for lufthavnen er det viktige friluftsområder, Røssvoll og Skonseng. Langvassåga og Ranelva er sjørørret og lakseførende og brukes til sportsfiske.

19 Molde lufthavn Årø



Molde lufthavn
Årø (ENML)

Oversiktskart

Jord og sediment

PFOS/PFOA jord (ug/kg)*

■ <100 (normverdi)

■ 100-250

■ 250-6700

■ >6700

□ Ikke analysert

PFOS sediment marint (ug/kg)

★ 0

★ <LOQ

★ LOQ-63

★ 63-6300

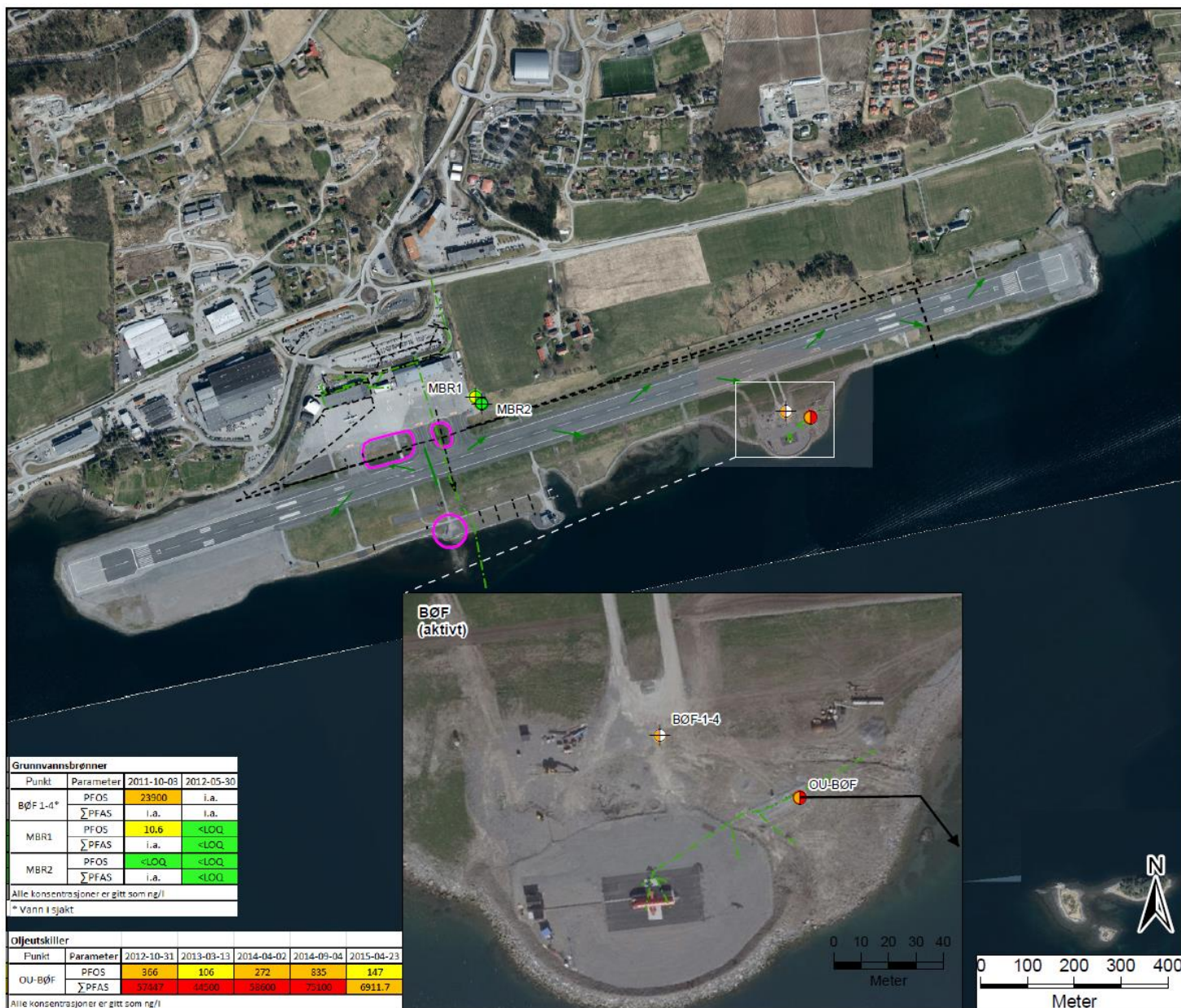
★ >6300

★ Ikke analysert

* PFOS er dominerende parameter

LOQ = rapporteringsgrense

i.a. = ikke analysert



Molde lufthavn
Årø (ENML)

Oversiktskart

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbørner (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

Avlopsledning

Avløp annet

Avløp Felles

Drensvann

Glykolholdig overvann

Glykolholdig spillvann

Overvann

Pumpespillvannsledning

Spillvann

Avrenning

Deponi glykolforurensnet snø

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

Overvannssystem

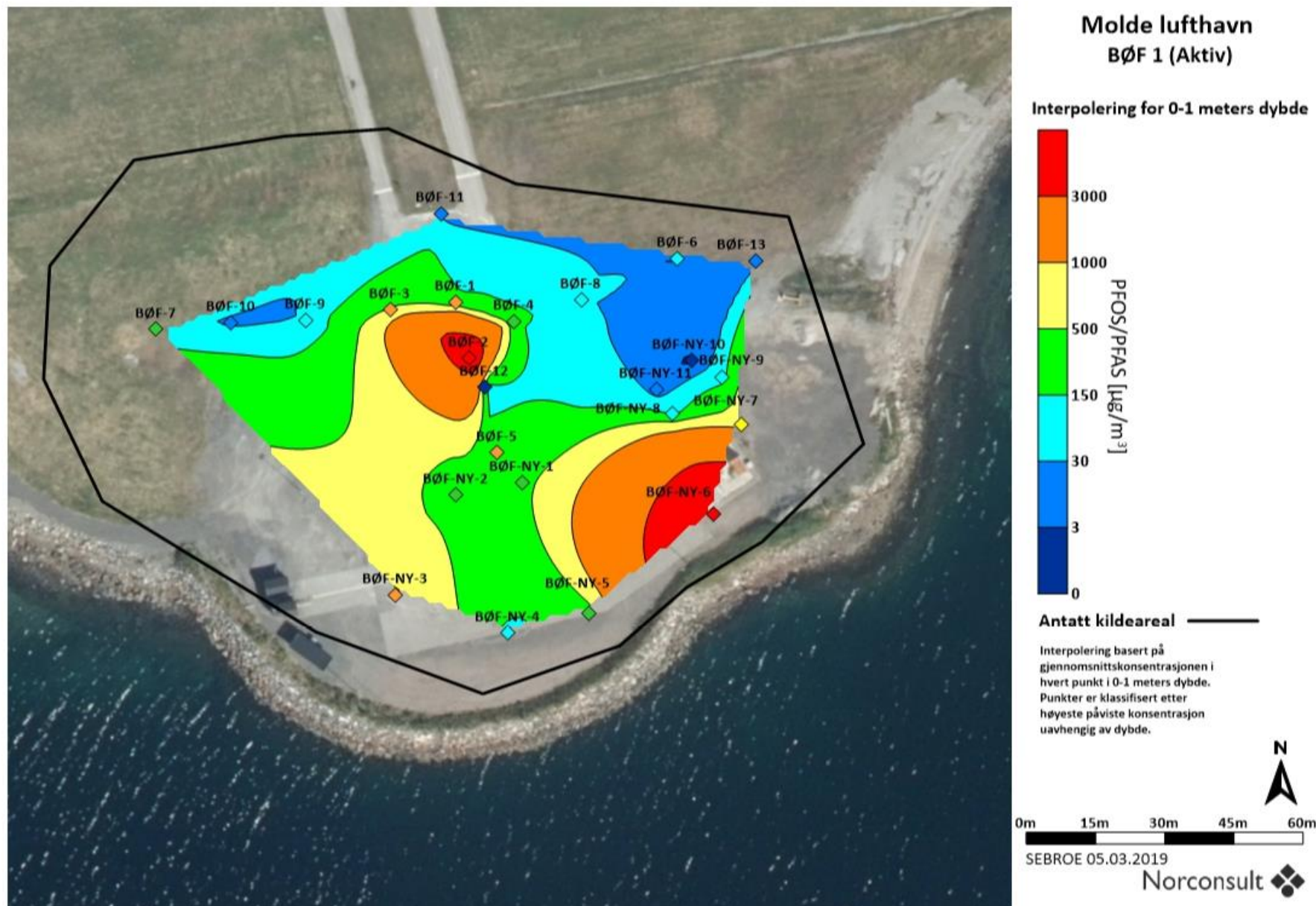
Vannskille rullebane

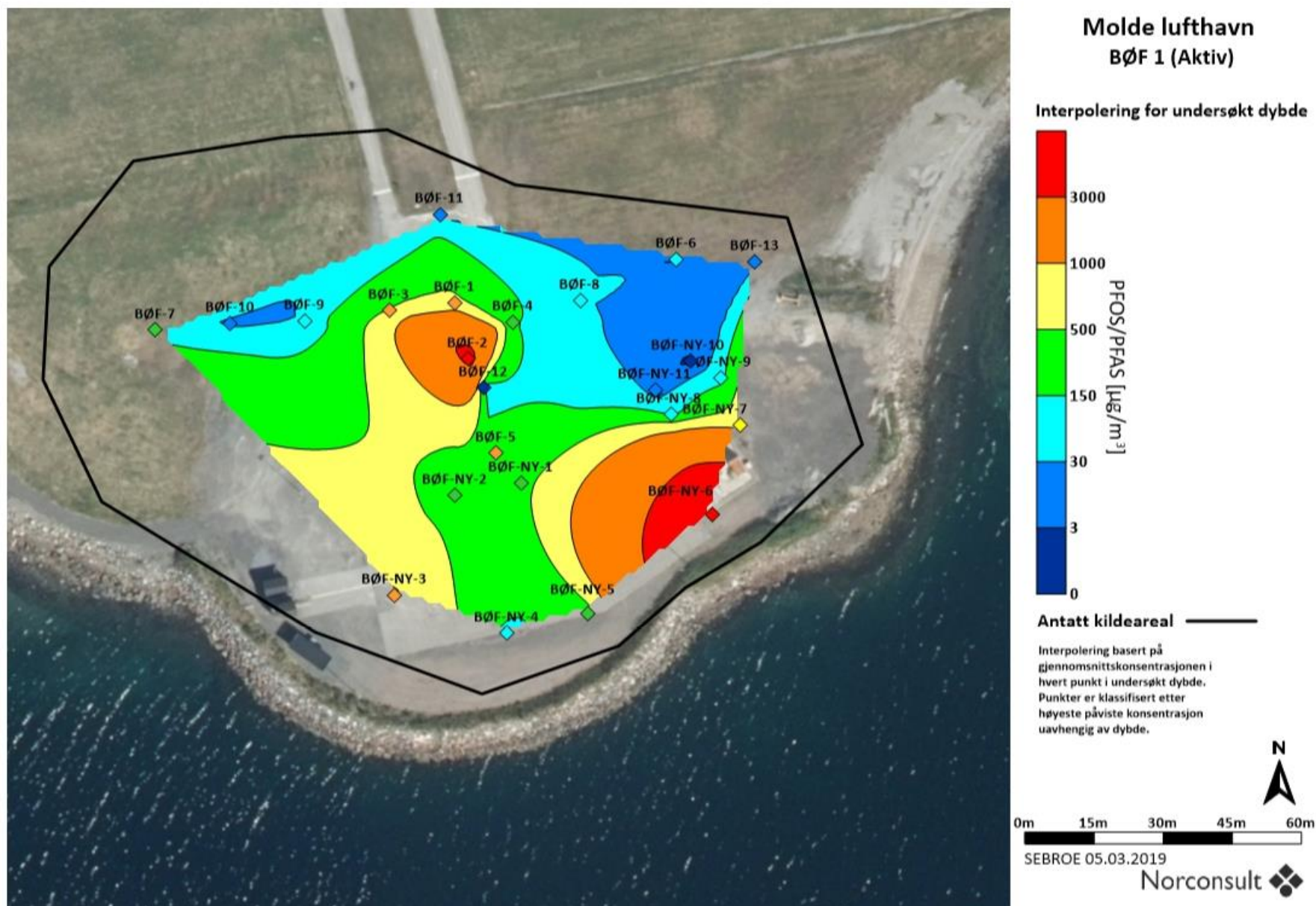
Antatt avrenningsveg baneavising

i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense

(tilsv. ikke påvist for ΣPFAS)





19.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt og gammelt)
	Molde lufthavn har flere gamle brannøvingsfelt som ligger på omtrent samme område. De siste var satt ut av drift i ca. 2006 og et nytt, aktivt brannøvingsfelt som ble etablert igjen på samme sted er nå i bruk. Gamle flyfoto fra 2006 viser at den delen av BØF hvor ny plattform er bygget, er fylt ut i sjø i 2006. BØF 1 ligger på ca. 4 moh, rett ved sjøen. Det foreligger ingen skriftlig dokumentasjon om bruk av brannøvingsfeltet. Arealet under det aktive feltet skal, i henhold til informasjon gitt av lufthavnen, for noen år siden ha blitt gravd opp for å legge ned en tett membran. Overvann fra tett dekke går til en oljeutskiller. Oljeutskilleren har et avløpsrør som har utslipp til sjø ved 2 meters dyp, ca 50 meter fra land.

19.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

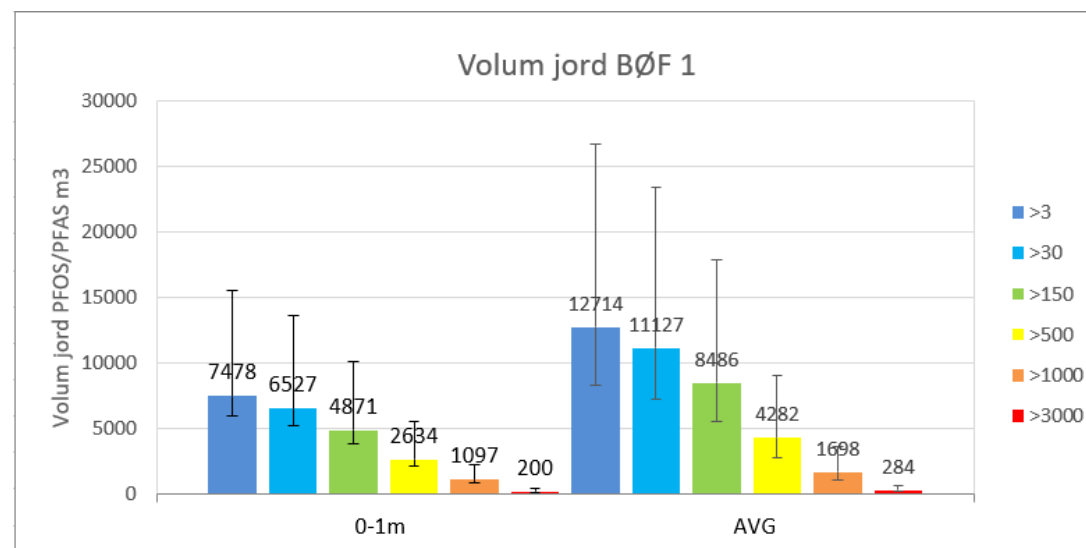
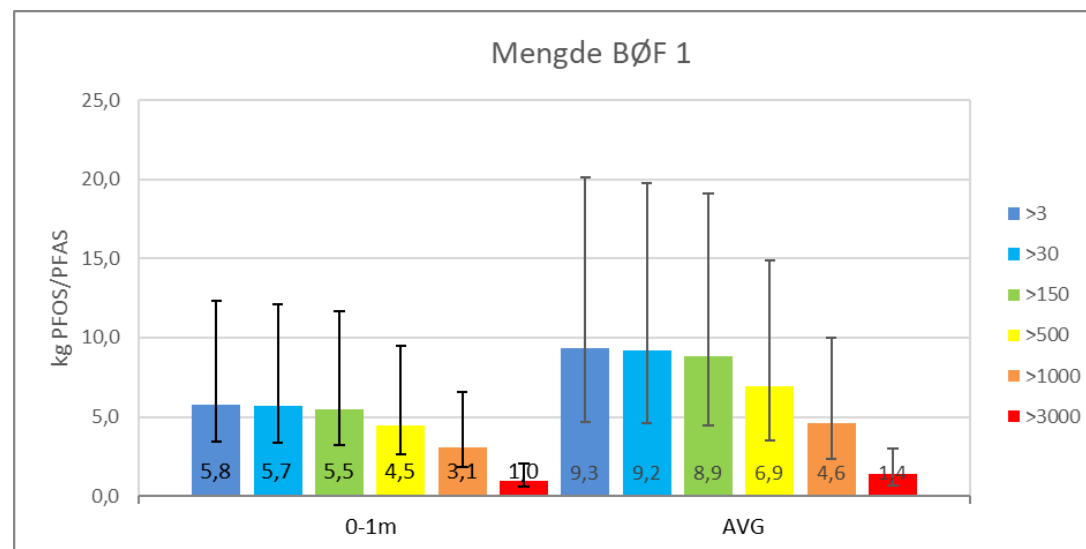
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	1480
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 1978 - 2001.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	250
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 2001-2012. Slukkeskum med innhold av PFAS-forbindelser ble faset ut ved Avinors lufthavner i 2012.

19.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	38
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Det er til sammen 41 prøver hvis man deler opp de prøver som går over de ulike intervallene (0-1 meter og > 1 meter). 23 av prøvene (ca 55%) er overflateprøver, tatt fra 0-0,1 eller 0-0,2 meter. Det er ikke tatt prøver dypere enn 1,7 meter i noen punkter Massene ved den gamle delen er oppgitt å bestå av pukk, stein, grus, sand, leire, organisk sand. Massene i toppjord ved den nye delen er oppgitt å bestå av pukk, sand og grus.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	34
Antall jordprøver under 1 m	9
Kommentar/usikkerhet	Flere av prøvene under 1 meters dyp er tatt fra intervall som også inkluderer jord fra over 1 meters dybde.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	10700
Hvor	BØF 2-2 (0,2-1,5 m). Massene består av sand, grus og stein.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	10700
Hvor	BØF 2-2 (0,2-1,5 m). Massene består av sand, grus og stein.
Kommentar/usikkerhet	Prøven BØF 2-2 er kun analysert for PFOS og PFOA. Alle de til sammen 27 prøvene fra gammel del av BØF (de som ble prøvetatt i oktober 2011) er kun analysert for PFOS og PFOA. De 11 jordprøvene som er tatt på ny del av BØF (de som ble prøvetatt i juni 2012) er analysert for 12 PFAS-forbindelser. Ved den nye delen av BØF er det påvist lave konsentrasjoner (eller ikke detektert) av PFOS, og høye konsentrasjoner (> 100 µg/kg) av sum PFAS i seks av 11 prøver.

19.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	583
Areal (m2)	7479
Mengde jord (tonn)	22886
Mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	9,3
Usikkerhet -	4,6
Usikkerhet +	11
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	654
Areal (m2)	6545
Mengde jord (tonn)	20028
Mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	9,2
Usikkerhet -	4,6
Usikkerhet +	11
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	828
Areal (m2)	4992
Mengde jord (tonn)	15276
Mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	8,9
Usikkerhet -	4,4
Usikkerhet +	10
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1283
Areal (m2)	2519
Mengde jord (tonn)	7708
Mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	6,9
Usikkerhet -	3,4
Usikkerhet +	8,0



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	2164
Areal (m2)	999
Mengde jord (tonn)	3057
Mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	4,6
Usikkerhet -	2,3
Usikkerhet +	5,3
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	3874
Areal (m2)	167
Mengde jord (tonn)	511
Mengde PFOS/ΣPFAS (kg)	1,4
Usikkerhet -	0,7
Usikkerhet +	1,6

Kommentar til beregningene	I beregningen utført i risikovurderingen i 2016 er det beregnet mengden PFOS for denne lokaliteten. I beregningen nå i 2019 er det beregnet med sum PFAS konsentrasjoner i prøvene fra den nye delen av BØF. Dette skyldes at det nesten ikke er påvist PFOS, og konsentrasjonene av sum PFAS er mellom 7,3 og 6108,8 µg/kg. Seks av de 11 prøvene har konsentrasjoner over 100 µg/kg. I beregningen fra 2016 er det, grunnet at det er påvist mindre forurensning av PFOS i topplaget (0-0,2 m), beregnet gjenværende konsentrasjon i topplag og i dypereliggende lag hver for seg. Ved beregningen gjort i 2016 er det antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 8000 ± 1000 m². Det er beregnet at gjennomsnittskonsentrasjonen i topplaget (0-0,2 m) er 12 µg/kg, og at gjennomsnittskonsentrasjonen i de dypereliggende massene (0,2-1,7 m) er 960 µg/kg. Det er videre beregnet at det ligger igjen $0,03 \pm 0,02$ kg PFOS i toppmassene, og 18 ± 11 kg i de dypereliggende massene. I beregningen fra 2019 er det ikke skilt mellom topplag og dypereliggende lag. Det er tatt utgangspunkt i det undersøkte arealet på ca. 7500 m², og at mektigheten på de forurensede massene er 1,7 m. Det er brukt en gjennomsnittskonsentrasjon ΣPFAS på 583 µg/kg innenfor dette området. Det er antatt at en del av volumet består av større fraksjoner som er tatt ut av volumet for beregningen. Ut ifra dette er det beregnet at det ligger igjen ca 9 kg ΣPFAS i det undersøkte volumet ved BØF 1. Usikkerheten i beregningen tilsier at det kan være opptil dobbelt så store mengder.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. De laveste konsentrasjonene er i ytterpunktene (overflateprøver) mot nord (BØF 11) og nordvest (BØF 13). Disse har konsentrasjoner av PFOS < 20 µg/kg. Ytterpunkt mot vest (BØF 7 prøver fra flere dyp) har konsentrasjon på 164 µg/kg, og i ytterpunkt mot øst (overflateprøve BØF-NY-6) er det sum PFAS på 6108,8 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. Det er påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen i alle de syv sjaktene (BØF 1 til BØF 7), seks av sjaktene har prøver med konsentrasjoner > 100 µg/kg, og i fem av disse er det konsentrasjoner av PFOS > 100 µg/kg også i den dypeste prøven. I den sørlige delen av BØF (ved aktiv del) er det kun tatt overflateprøver. Disse viser lave konsentrasjoner av PFOS, men seks av 11 prøver har konsentrasjoner av sum PFAS > 100 µg/kg. Det kan ikke utelukkes at det er høye konsentrasjoner også i de dypereliggende massene i dette området.
Kommentar/usikkerhet	

19.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Det er tatt prøver fra to grunnvannsbrønner ved terminalområdet. Det er også tatt prøver av grunnvannsinnsig i en av sjaktene (utenfor dagens felt, men innenfor område hvor tidligere har vært et brannøvingsfelt) ved BØF 1. I tillegg er det tatt vannprøver jevnlig av avløpsvannet fra oljeutskilleren som er tilknyttet BØF 1.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	23900
Hvor	Vann i sjakt BØF 1-4, prøvetatt 03.10.2011.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	24284
Hvor	Vann i sjakt BØF 1-4, prøvetatt 03.10.2011.
Kommentar/usikkerhet	Det er kun analysert for PFOA og PFOS i vannprøven fra sjakt. I grunnvannsbrønnene ved terminalområdet er det kun påvist PFOS i en vannprøve (10,6 ng/l PFOS i MBR1).
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	
Hvor	Det er ikke tatt prøver av overflatevann.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	Vann fra oljeutskiller er oppgitt å ledes til sjø i Fannefjorden gjennom avløpsrør. Prøver av vann fra oljeutskiller anses ikke være representative for overflatevann i området. Oljeutskilleren og avløpet tar kun imot vann fra selve brannøvingsfeltet, ikke overvann fra øvrige deler av lufthavnen. Det er tatt fem vannprøver i oljeutskilleren mellom 2012 og 2015, og påviste konsentrasjoner av PFOS er mellom 106 og 835 ng/l, og PFAS mellom 6911,7 og 75100 ng/l. Prøven med de høyeste konsentrasjonene er fra september i 2014. Den dominerende forbindelsen i vannprøvene er 6:2 FTS. Det er også påvist høye konsentrasjoner av PFHxA og PFPeA i prøvene. Slukkeskum med innhold av PFAS-forbindelser ble faset ut ved Avinors lufthavner i 2012. I sju nyere målinger fra 2016 til 2018 er konsentrasjonene av sum PFAS i oljeutskilleren varierende. I fire av prøvene er den på < 20000 ng/l, og i tre av prøvene på mellom 40000 og 50000 ng/l. Det er hovedsaklig forbindelsen 6:2 FTS som utgjør de påviste konsentrasjonene (den nyeste informasjonen er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport fra Molde lufthavn 2017-2018).

Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	636 (1)*
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet (100)*
Til hvilken resipient	Brannøvingsfelt(ene) har avrenning til sjø. Avrenning fra BØF 1 vil i hovedsak infiltrere i grunnen ned til grunnvannet og videre mot fjorden. Når PFOS når grunnvannet vil det fraktes raskt ut i fjorden på grunn av tidevannet. Ved kraftig nedbør og store vannmengder kan vann renne av på overflaten mot fjorden.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Total årlig spredningsmengde av PFOS er beregnet basert på prøven av grunnvann i sjakt (BØF 1-4) som ble tatt under sjaktegravingen. PFOS-konsentrasjonen i vannprøver tatt under graving kan være forhøyet pga. av mobilisering av forbindelsene, og er ikke nødvendigvis representativ for grunnvannet ellers i området. Det er derfor relativt høye usikkerheter knyttet til total årlig spredningsmengde. *Det er beregnet årlig spredningsmengde fra oljeutskiller basert på gjennomsnitt av vannprøver i oljeutskiller.

19.6 Biotaprovetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Spiss strandsnegl, albueskjell, strandkrabber, og vanlige tanglopper
Hvor mange prøver?	6
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	38
Hvor	Albuesnegl, blandprøve n>15, (BØF vest)
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	54,5
Hvor	Tanglopper, blandprøve n>20, (BØF østutslipp)
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Gjennomsnittskonsentrasjonen av samleprøve av ca 500 g albuesnegle ved referansestasjonen "Vardetangen" ved Fonnesflaket i Nord Hordaland var på 0,229 µg/kg våtvekt. Referanse: Uni Research Miljø SAM-Marlin: "Undersøkelse av miljøgifter i sediment og albuesnegl ved Fonnesflaket i Lindås 2016"

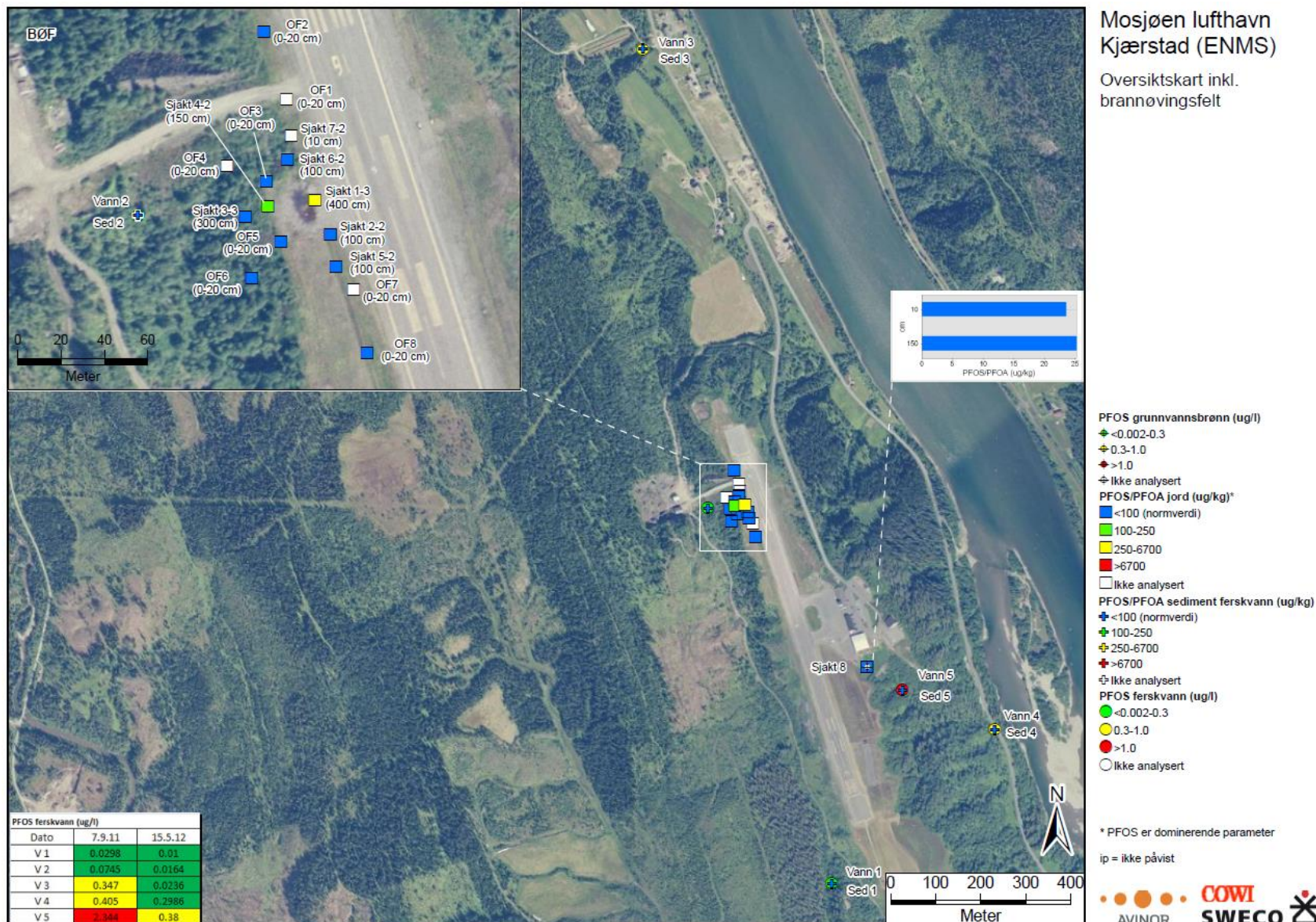
Kommentar/referanse	Mediankonsentrasjon av sum PFAS i albuesnegl (n=6) var 33,75 µg/kg vv i en bukt rett utenfor BØF ved Statoil Mongstad i 2015. Mediankonsentrasjonen av PFOS i de samme prøvene var 7,2 µg/kg. Hentet fra Statoil Petroleum rapport; Miljøgifter i biota ved Statoil Mongstad 2015, SAM e-rapport nr: 35-2015.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Vannforskriftens EQS-verdi for PFOS i biota er på 9,1 µg/g våtvekt. Det er påvist PFOS i samtlige av biotaprøvene tatt ved Molde lufthavn, men kun tre av prøvene viser konsentrasjoner over EQS-verdien. For sum PFAS er konsentrasjonene i fire av prøvene høyere enn denne grenseverdien. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.

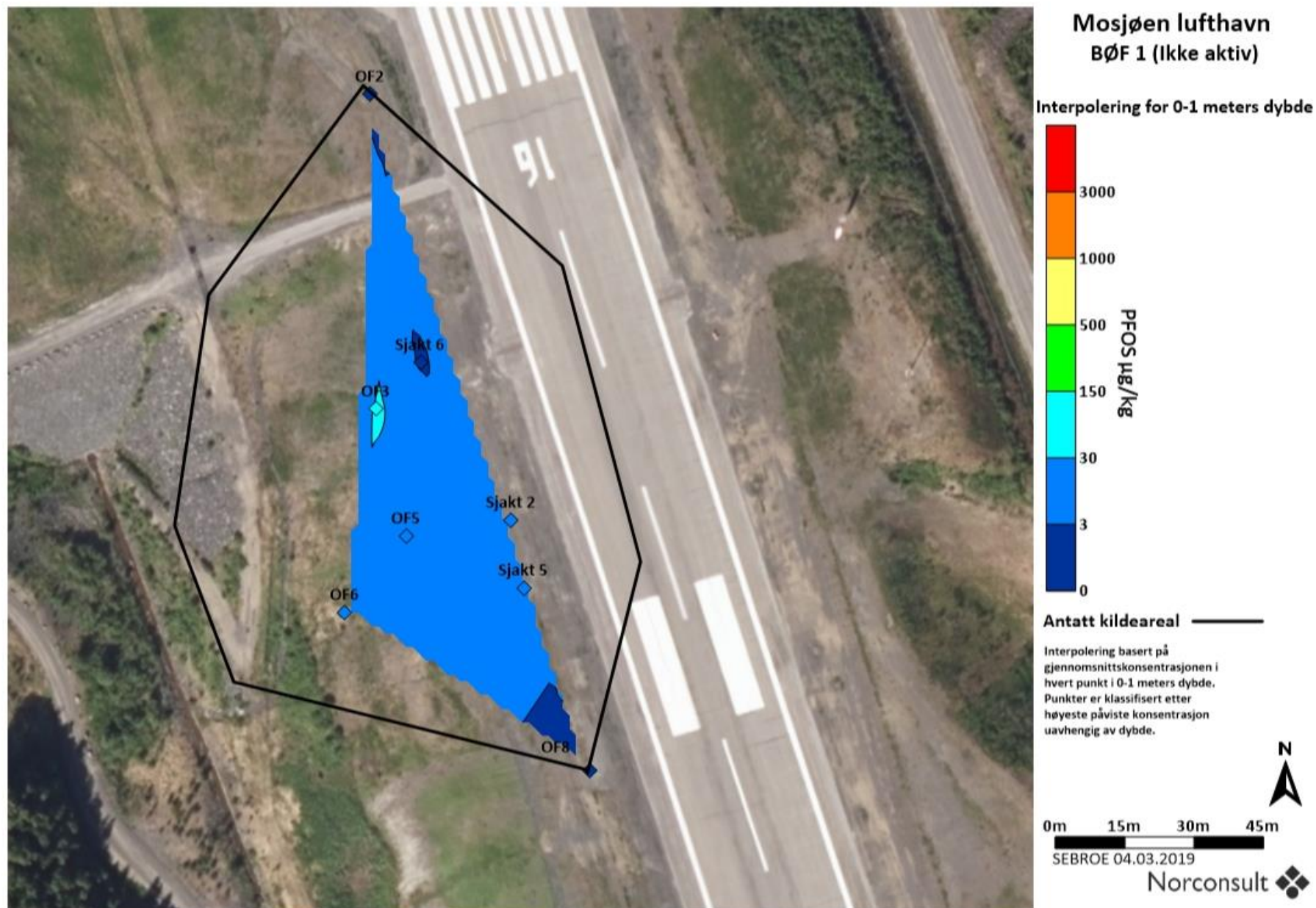
19.7 Usikkerhet og øvrige forhold

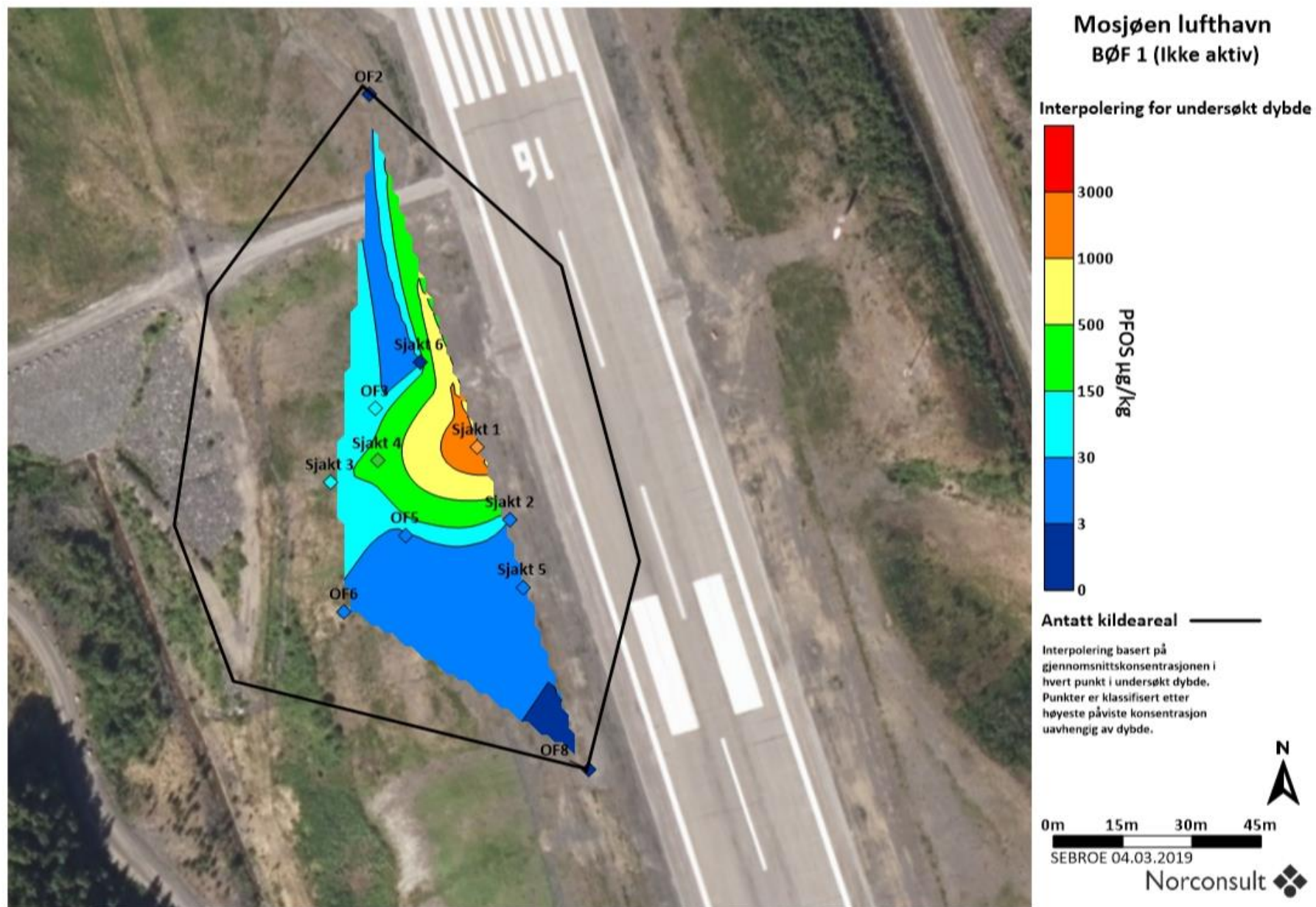
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Det er vanskelig å vurdere for vann, da det kun er tatt en grunnvannsprøve ved BØF 1. Grunnvannsprøven ble tatt under sjaktning. Ved graving i jordmasser med PFAS vil forbindelsene mobiliseres lett, slik at vannprøven får høyere konsentrasjoner. Det er usikkert hvor representativt dette analyseresultatet er for grunnvannet ellers i området. Kan ikke vurderes sikkert for biota.
Vurderinger	Det er beregnet at det ligger igjen ca. 9 kg (mellom 5-20 kg) PFOS ved det undersøkte området på BØF 1. Det er anslått at det er brukt 1480 kg PFOS ved lokaliteten. Dette viser at mesteparten av PFOS allerede har lekket ut til resipient. Jordprøvene som er tatt fra den gamle delen av brannøvingsfeltet (BØF1-BØF13) viser stedvis høye konsentrasjoner av PFOS. Disse prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA. Jordprøvene som er tatt fra den aktive delen av brannøvingsområdet viser ingen/lite PFOS forurensning, men derimot relativt høye konsentrasjoner av 6:2 FTS og 8:2 FTS. Dette stemmer godt overens med at det tidligere ble brukt PFOS-holdig skum, mens det fra 2001 ble brukt skum med andre PFAS-forbindelser. Det er kun tatt prøver av overflatemasser ved aktiv BØF, og det er derfor uvisst hvor mye PFAS som befinner seg i de dypereliggende massene. Overflatemassene består i tillegg av permeable masser av grus, pukk og sand, slik at mye PFAS kan ha blitt spredt med vann nedover i jordprofilen. I åtte av de 11 jordprøvene som er tatt ved ny del av BØF er det påvist høyere konsentrasjoner av 8:2 FTS enn 6:2 FTS. I vannprøver fra oljeutskilleren er det påvist langt høyere konsentrasjoner av 6:2 FTS enn 8:2 FTS. Dette omvendte forholdet kan skyldes at 6:2 FTS, som pga. kortere kjedelengde er mer vannløselig i jord enn 8:2 FTS, lekker ut mye raskere. I vannprøvene fra oljeutskilleren er det også påvist høye konsentrasjoner av en rekke andre forbindelser (rekkefølge etter høyest konsentrasjon: 6:2 FTS, PFHxA, PFPeA, PFHpA, 8:2 FTS, PFOA, PFBA, PFOS), men disse er påvist liten eller ingen grad i jordprøvene sammenlignet med 8:2 FTS og 6:2 FTS. Prøven av grunnvann i sjakt er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er påvist PFOS (mellom 2,2-38 µg/kg) i alle de seks biotaprøvene. Artene som er analysert er stedeegne arter av muslinger og strandbiota som er fanget i kort avstand fra BØF. I samtlige prøver med unntak av to, er det forbindelsen PFUnDA som er fremtredende i tillegg til PFOS. Det er ikke analysert for denne forbindelsen i jord eller vann. Det er påvist 8:2 FTS i en av biotaprøvene, men det er ikke påvist 6:2 FTS. Funnene av PFAS i stasjonære arter såpass nær kilden tyder på at innholdet i biotaprøvene skyldes spredning fra BØF.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Før nytt driftsbygg ble tatt i bruk høsten 2006, lå brannstasjonen midt på dagens flyoppstillingsplass. Det kan ikke utelukkes at brannbiler med rester av PFOS/PFAS har blitt vasket/skylt her før 2006, men dette foreligger det ingen sikre opplysninger om. Det er to miljøbrønner ved Molde lufthavn, disse er plassert ved tankanlegget (for flybensin) rett øst for oppstillingsområdet. Det ble påvist PFOS så vidt over deteksjonsgrensen i MBR1 i oktober 2011, men dette ble ikke funnet igjen ved prøvetaking noen måneder senere i mai 2012. I den andre brønnen, MBR2, har det ikke blitt påvist PFAS verken i 2011 eller i 2012. Kilde til PFOS som ble påvist i MBR1 i 2011 kan være vask av brannbil eller uheldig utslipp av brannskum fra tiden da brannstasjonen lå midt på dagens flyoppstillingsplass. Det har vært vanlig ved andre lufthavner å teste kanoner og stille inn skumbildet i begge ender av rullebanen. Dette antas å gjelde også for Molde lufthavn. I driftsbygninger ligger det et verksted hvor brannbiler har blitt vasket innvendig. Det kan ha forekommet PFAS i vaskevannet som har blitt ledet videre til avløpssystemet herfra. To blandprøver fra overflatejord ved det største snødeponiet viser konsentrasjoner av PFOS på 4,9 og 37,6 µg/kg. Fra snødeponiet går det en overvannsledning som leder ut i Årøelva.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Det er usikkerheter knyttet til forurensningsgraden i de dypereliggende massene under aktiv BØF. Det er i tillegg usikkerheter knyttet til forurensningsgraden til grunnvannet i området. Dette bør kartlegges nærmere.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Forvaltningsinteresse langs strandsona ved lufthavnsområdet. Det er i tillegg registrert ålegrassamfunn i utløpet av Årøelva på vestsiden av lufthavnen. I tillegg er det på nordøstsiden av rullebanen registrert lokalt viktige naturtyper (naturbeitemark og parklandskap), samt at det er mye rødlistet fugl og andre arter i området rundt lufthavna. Molde lufthavn er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 1, som betyr ikke sårbare resipienter, standard nivå på anlegg. Fra Naturbase: Hele strandsonen nedenfor lufthavnen er det registrert makrellterne, som er en art av særlig stor forvaltningsinteresse. Det er også registrert andre arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse på og rundt lufthavnen. et er registrert flere naturtyper rundt lufthavnen, både på land og i vannet; naturbeitemark, parklandskap og ålegrassamfunn. Fannefjorden brukes til sportsfiske og yrkesfiske.

20 Mosjøen lufthavn Kjærstad







20.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	BØF ble benyttet til og med 2005. Det foreligger ikke informasjon om når feltet ble etablert. Det står i DP2 rapporten at feltet ble fjernet/sanert i henhold til tiltaksplan godkjent av Vefsn kommune 18 oktober 2007. Det usikkert om det ble fjernet masser i forbindelse med dette, eller om BØF ble tildekket av andre masser. Prøvetaking ble utført i 2011. I 2012 ble det fortsatt utført månedlig funksjon av brannbilens kanon og halvårlige havariøvelser, hvor det brukes slukkeskum.

20.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

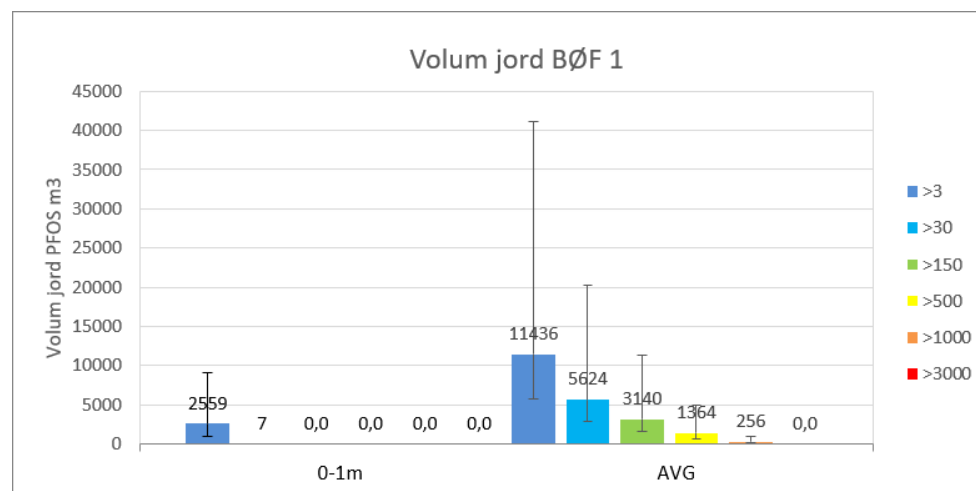
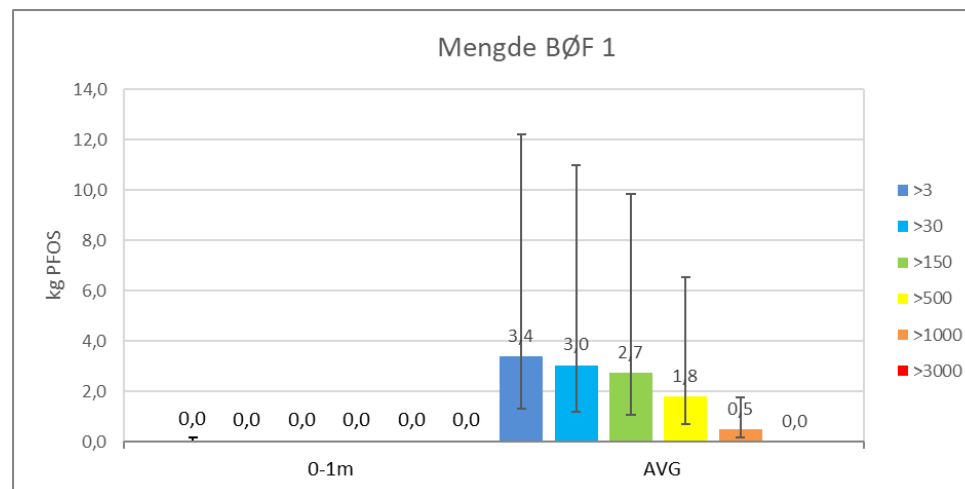
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke beregnet/oppgitt
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke beregnet/oppgitt
Kommentar/usikkerhet	

20.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	11
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	5 av prøvene er tatt fra 0-20 cm. 3 prøver er tatt fra 1 meters dyp. De resterende tre prøvene er tatt i ulike dybder mellom 1,5 og 4 meter
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	8
Antall jordprøver under 1 m	3
Kommentar/usikkerhet	Det er ingen prøver fra sjiktet 0,2-1 m. 3 av prøvene er tatt fra 100 cm. Disse er regnet med i "antall jordprøver 0-1 m under terreng" og ikke i "antall jordprøver under 1 m".
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	1590
Hvor	Sjakt 1-3 (4 m). Massene består av svært leirig jord. Det ble også oppfattet oljelukt av massene.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	1593
Hvor	Sjakt 1-3 (4 m). Summen av PFOS og PFOA. Massene består av svært leirig jord. Det ble også oppfattet oljelukt av massene.
Kommentar/usikkerhet	Prøve "sjakt 1-3" er analysert for PFOS og PFOA. Alle de 11 prøvene er analysert for PFOS og PFOA, i tillegg er 2 av prøvene (overflate 3 og overflate 5) analysert for 6:2 FTS og sum PFC. Disse to prøvene er trolig analysert for flere PFAS forbindelser, men analysevedlegg for de aktuelle prøvene er ikke vedlagt rapporten.

20.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	185
Areal (m2)	2859
Mengde jord (tonn)	18298
Mengde PFOS (kg)	3,4
Usikkerhet -	2,1
Usikkerhet +	8,8
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	338
Areal (m2)	1406
Mengde jord (tonn)	8998
Mengde PFOS (kg)	3,0
Usikkerhet -	1,9
Usikkerhet +	7,9
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	543
Areal (m2)	785
Mengde jord (tonn)	5024
Mengde PFOS (kg)	2,7
Usikkerhet -	1,7
Usikkerhet +	7,1
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	827
Areal (m2)	341
Mengde jord (tonn)	2182
Mengde PFOS (kg)	1,8
Usikkerhet -	1,1
Usikkerhet +	4,7



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1196
Areal (m2)	64
Mengde jord (tonn)	410
Mengde PFOS (kg)	0,5
Usikkerhet -	0,3
Usikkerhet +	1,3
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapporten er det beregnet at det ligger igjen 2632 g med PFOS i massene, og 8,8 g PFOA. Det er da tatt utgangspunkt i at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 30x20 meter, og at mektigheten på de forurensede massene er 3 meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. De eneste ytterpunktene hvor det er konsentrasjoner under deteksjonsgrensen er i OF 2 (nordligste punkt) og OF8 (sørligste punkt). I begge disse punktene er det imidlertid kun tatt overflateprøver (0-0,2 m). I den nordligste sjakten (sjakt 6) er det tatt en prøve på 100 cm dyp, og heller ikke påvist PFOS. Forurensningen er ikke avgrenset mot øst eller mot vest. Det kan se ut som at sjakt 1 er plassert i det sterkest forurensede området, og at det sterkest forurensede området strekker seg lengre mot øst mot rullebanen (hvor det ikke er prøvetatt).
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. De høyeste konsentrasjonene er påvist i de tre prøvene av dypereliggende masser (> 1 meter). I sjakt 1 er det påvist en konsentrasjon av PFOS på 1590 µg/kg 4 meter under terrengoverflaten. Det er ikke kjent hvor mye dypere denne forurensningen strekker seg. I de to øvrige dypereliggende prøvene (sjakt 3 på 3 m og sjakt 4 på 1,5 m) er det påvist konsentrasjoner på henholdsvis 99,5 og 238 µg/kg. Forurensningen er derfor ikke avgrenset vertikalt i noen av prøvetakingspunktene. Det er generelt funnet lave konsentrasjoner av PFOS i overflateprøver tatt ved BØF. Dette kan skyldes dersom det har vært utført sanering av BØF i 2007.
Kommentar/usikkerhet	I følge DP2 rapporten vil myra i vest og leirmasser syd for BØF fungere som naturlig barriere for videre horisontal spredning i disse retningene. Det er imidlertid forurensset av PFOS på 4 meters dyp i sjakt 1, og det er oppgitt å være leirig jord fra 1,4 og til undersøkt dyp på 4 meter i denne sjakten. Dersom det er tørrskorpeleire over grunnvannsnivå kan forurensningen spres i sprekker i leiren. Det er ikke analysert prøve av masser mellom 1-4 meter i denne sjakten. I sjakt 3 er den forurensede prøven tatt i leire rett etter overgang fra myr til leire, og i sjakt 4 er den forurensede prøven tatt i leire rett etter overgang fra leirig jord til leire.

20.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	I bekken som renner vest for BØF. Det er tatt oppstrøms (vann 1), ved BØF (Vann 2) og nedstrøms BØF (vann 3). I tillegg er det tatt to vannprøver (Vann 5 og Vann 4) i skråningen ned mot Vefsna, sørøst for terminalområdet (nedenfor snødeponiet og Widerøes hangar).
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Det er ikke tatt grunnvannsprøver.
Hvor	-
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	-
Hvor	-
Kommentar/usikkerhet	-
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	2190
Hvor	Vann 5 (nedstrøms snødeponi) Prøven er tatt 8.9.11
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	2 344
Hvor	Vann 5 (nedstrøms snødeponi) Prøven er tatt 8.9.11
Kommentar/usikkerhet	Vannprøven er kun analysert for PFOS og PFOA. Vannprøver fra 2012 er analysert for 11 PFAS, men har ikke høyere konsentrasjoner enn for PFOS og PFOA i prøven fra 2011. Analyserapport for vannprøver fra 2012 er ikke vedlagt rapporten, og det er kun PFOS, PFOA og 6:2 FTS som er vist i rapporten, slik at det er usikkert hvilke andre PFAS forbindelser som er påvist i disse.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	214,7 g 3,7 g fra grunnvann og 211 g fra overvann
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	316 g Dette er beregnet samlet årlig utslipp av PFAS fra overvann
Til hvilken resipient	Vefsna. BØF ligger 70 meter øst for Litlmyrdalsbekken som renner nordover, hvor den møter Tverråga akkurat i dens utløp til Vefsna. Litlmyrdalsbekken ligger ca. 8-12 meter lavere i terrenget enn BØF.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Konsentrasjoner av PFOS i grunnvann er beregnet ut ifra middel jordkonsentrasjoner. Spredningsmengde fra overvann er beregnet ut ifra vannprøver av overvannet i prøvepunkt "Vann 4" som ligger sørøst for terminalområdet, slik at det er uvisst hvorvidt dette kan knyttes til BØF.

20.6 Biotaprøvetaking

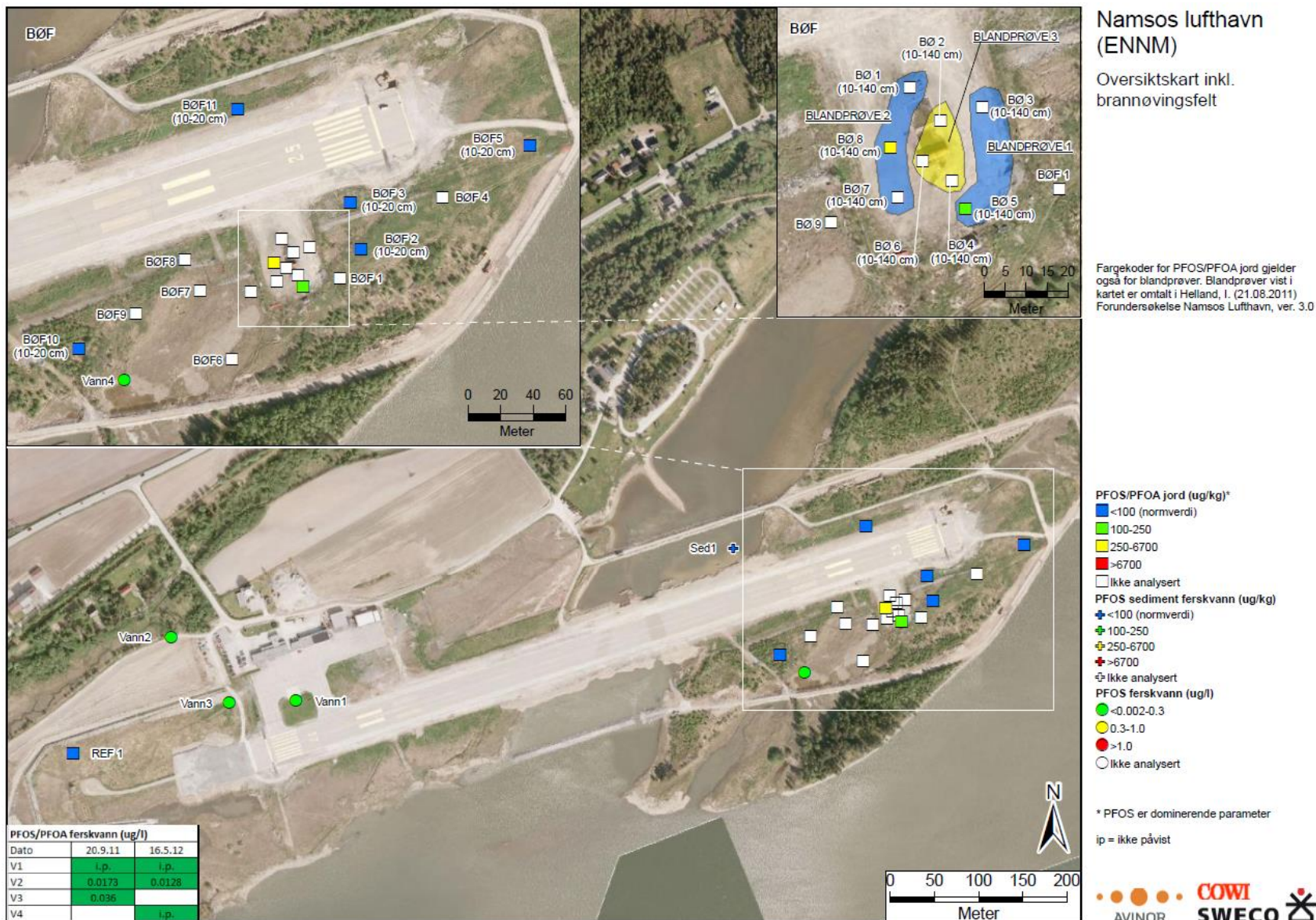
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	-
Hvor mange prøver?	-
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	-
Hvor	-
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	-
Hvor	-
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	-
Kommentar/referanse	-
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	-

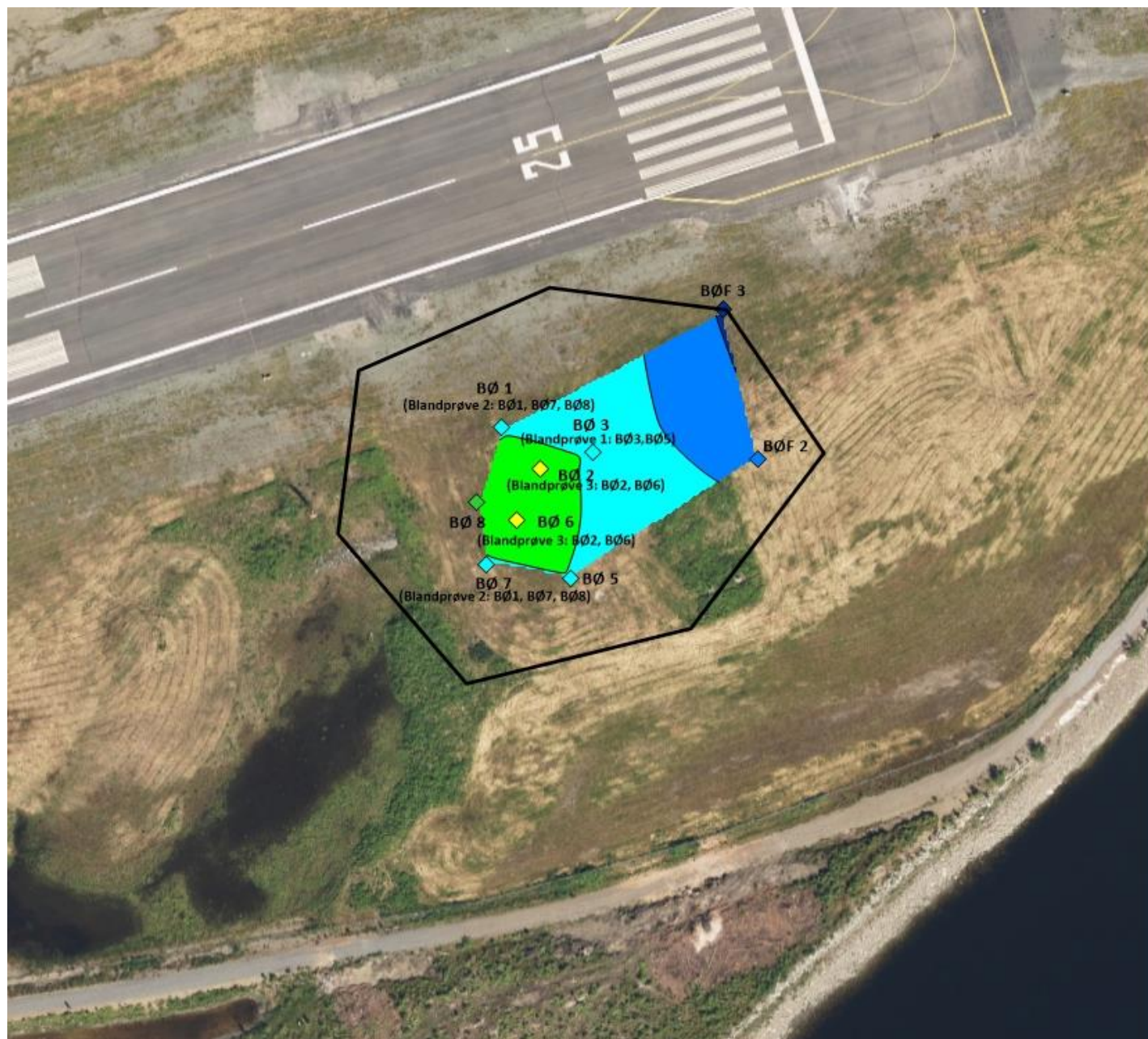
20.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes for biota, da det ikke er tatt biotaprøver. Kan ikke vurderes sikkert for vann. Det er ikke tatt prøver av grunnvann. Overflatevannprøvene (Vann 2 og Vann 3) fra Litlmyrdalsbekken som renner rett vest for BØF, har innhold av PFOS, men prøven vann 2 som er tatt nærmest BØF har lavere konsentrasjoner enn prøven vann 3 som er tatt ca 1 km lenger nord. Det er imidlertid også PFOS i noe lavere konsentrasjoner i vannprøven (Vann 1) tatt oppstrøms BØF, som kan tyde på påvirkning fra flere kilder. Det er også påvist PFOS i vannprøvene sørøst for terminalområdet (Vann 5 og Vann 4) som det kan være andre kilder som forårsaker.
Vurderinger	Det er tatt vannprøver i 5 punkter rundt og ved lufthavnen. For alle punktene er det påvist høyere konsentrasjoner i prøvene tatt den 7.9.11 enn i prøvene som er tatt den 15.5.12. Den høyeste konsentrasjonen er påvist i en prøve fra en bekk "Vann 5" tatt den 7.8.11. Dette punktet ligger omtrent 550 meter sørøst for BØF, nedstrøms terminalområdet, snødeponi og Widerøe hangar. I og med at prøvepunktet "Vann 5" ligger såpass langt unna BØF, og i sørøstlig retning, er det ikke sannsynlig at forurensningen i vannprøven skyldes direkte avrenning eller spredning fra BØF, selv om det ikke kan utelukkes helt. Det er beskrevet i DP2 rapporten at avrenning kan skje under rullebanen og mot Vefsna, men strømningsretning for grunnvannsstrømning ved BØF antas å enten være mot Litlmyrdalsbekken som renner rett vest for BØF, eller under rullebanen mot nordøst/øst i terrengets hellingsretning mot Vefsna. Det er over 4 meter til grunnvann ved BØF, og det er ikke tatt prøver av grunnvann under BØF. Det er mer nærliggende å tro at det er en kilde ved snødeponiet, Widerøes hangar og/eller noe ved terminalområdet som er kilden. Dersom det har blitt lagt PFOS-holdig snø fra BØF på snødeponiet, kan dette ha ført til en lokal spredning av PFOS til grunnen ved snødeponiet, som videre gir utslag i vannprøvene tatt nedstrøms snødeponiet. I vannprøven V4 som er tatt i den samme bekken, men i utløpet til Vefsna ca 350 meter sørøst for terminalområdet er det også høye konsentrasjoner av PFOS, 405 ng/l (2011) og 298,6 ng/l (2012) og PFAS 508 ng/l (kun analysert i 2012). I tillegg til vannprøvene ved punktet "Vann 2" i Litlmyrdalsbekken rett vest for BØF, er det tatt vannprøver ved "Vann 3" i Litlmyrdalsbekken ca. 1 km nord for BØF (nedstrøms). I "Vann 2" er det påvist PFOS konsentrasjoner på 69,5 ng/l (2011) og 11,4 ng/l (2012), og i "Vann 3" er det påvist PFOS konsentrasjoner på 347 ng/l (2011) og 23,6 ng/l (2012). Vannprøven (Vann 1) som er tatt i Litlmyrdalsbekken ved sørvestre ende av rullebanen, oppstrøms BØF, viser også noe PFOS, i en konsentrasjon på 29,8 µg/l. Dette kan tyde på at det er en eller flere andre kilder til PFOS, uten at det er kjent hva/hvor den kilden er.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det kan finnes andre kilder til PFOS på lufthavnen, grunnet de høye PFOS konsentrasjonene i prøve "Vann 5" og "Vann 4", samt innhold av PFOS i prøve "Vann 1". Det er opplyst i DP2 rapporten at BØF ble "fjernet" i 2007, dersom det ble gravd opp masser er det usikkert hvor disse er flyttet. Flyfoto fra 2004 og 2009 viser at det er gjort terrengendringer ved BØF og større terrengendringer nordvest for BØF i denne perioden.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Usikkerhetene i beregningen av mengder PFOS gjenspeiler usikkerhet for utbredelsen av forurensningen/mengden forurensede masser, særlig i østlig retning mot rullebanen, men også i dypet. Det er heller ikke undersøkt om det er spredning til grunnvann.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforekomster, verneområder etc.)	Vefsna er et varig vernet vassdrag, med lang tradisjon med utbredt sportsfiske av laks og sjøørret. Vefsna er også registrert som et svært viktig friluftslivsområde. Vest for lufthavnen ligger det et annet viktig friluftslivsområde "Kjærstad Aufles Kvalfors". Rossvollholmen som ligger i Vefsna er registrert som den viktige naturtypen "stor elveør". Det er i tillegg registrert flere arter med stor og særlig stor forvaltningsinteresse rett øst for lufthavnen.

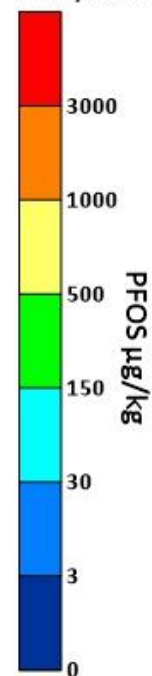
21 Namsos lufthavn





Namsos lufthavn BØF 1 (Ikke aktiv)

Interpolering for undersøkt dybde



Antatt kildeareal

Interpolering basert på
gjennomsnittskonsentrasjonen i
hvert punkt i undersøkt dybde.
Punkter er klassifisert etter
høyeste påviste konsentrasjon
uavhengig av dybde.



SEBROE 06.03.2019

21.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammel)
	Det er ikke oppgitt når BØF ble tatt i bruk/etablert. Brannøvingsfeltets dispensasjon for drift gikk ut 31.12.06. Det er ingen aktivitet ved BØF i dag. Under undersøkelsen i 2011 lå det igjen betongkar, kummer og rørledninger i grunnen ved feltet. BØF ligger ikke på Avinor sin grunn, men Avinor er eier av forurensningen. Det ble utført undersøkelser av BØF av Fylkesmannen i 2007.

21.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

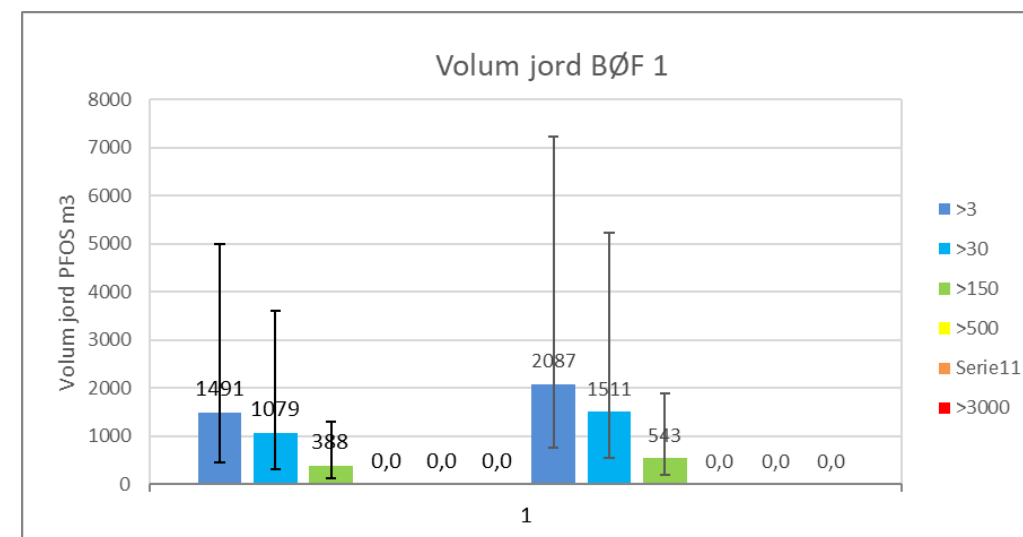
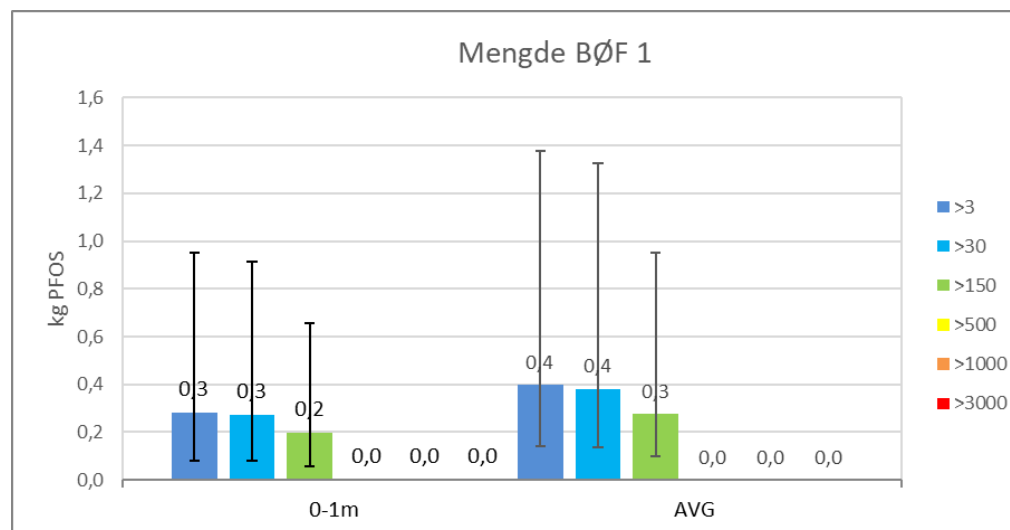
21.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	7
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Det er tatt prøver fra 10 punkter, men flere av prøvene er slått sammen til blandprøver. Det er derfor analysert 7 jordprøver (3 blandprøver og 4 enkeltanalyser).
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	7
Antall jordprøver under 1 m	5
Kommentar/usikkerhet	To av prøvene er overflateprøver fra 0,1-0,2 meters dyp. Fem av prøvene er tatt i intervallet 0,1-1,4 meter. Totalt 12 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m. Massene er beskrevet i rapportens tekst som grov grus til sand, med innslag av store sprengstein. Det er ikke beskrevet massetype for hver enkelt sjakt.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	503
Hvor	Blandprøve 3: BØ2 og BØ6. (0,1-1,4 m)
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	503
Hvor	Blandprøve 3: BØ2 og BØ6. (0,1-1,4 m)
Kommentar/usikkerhet	Samtlige prøver er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er ikke påvist PFOA i noen av prøvene.

VEDLEGG A

21.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	119
Areal (m2)	1491
Mengde jord (tonn)	3340
Mengde PFOS (kg)	0,4
Usikkerhet -	0,3
Usikkerhet +	1,0
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	158
Areal (m2)	1079
Mengde jord (tonn)	2417
Mengde PFOS (kg)	0,4
Usikkerhet -	0,2
Usikkerhet +	0,9
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	316
Areal (m2)	388
Mengde jord (tonn)	869
Mengde PFOS (kg)	0,3
Usikkerhet -	0,2
Usikkerhet +	0,7
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene	I DP2 rapporten er det tatt utgangspunkt i at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 17 670 m2, og at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i dette området er på 286 µg/kg. Det er antatt at de forurensede massene har en mektighet på 1,5 meter. Dette gir en gjenværende mengde av PFOS på omtrent 12 kg, og en gjenværende mengde av PFOA på 80 g. Det er usikkert hva som er bakgrunnen for at det er antatt så stort forurensningsareal med den konsentrasjonen. I beregningen gjort i 2019 er det benyttet en gjennomsnittskonsentrasjon på 292 ug/kg, og anslått at det ligger igjen omtrent 0,4 kg PFOS i grunnen innenfor det undersøkte området som er på ca 1500 m2 med dybde på 1,4 meter. Det er videre estimert at det kan være ca 1,4 kg dersom det forurensede arealet er ca 4800m2 og dybden 2,4 meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Jordprøvene på BØF er tatt som tre blandprøver fra sju prøvepunkter, og i tillegg er det analysert fire enkeltprøver. Det er derfor ikke kjent hva konsentrasjonene er i fem av prøvepunktene. I ytterpunktene (overflateprøver) mot øst er det i BØF 3 ikke påvist PFOS, og i BØF 2 er det påvist 5,4 ug/kg PFOS.

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. Alle jordprøvene er tatt i intervallet 10-140 cm dyp, og det er blandet prøver fra sju ulike punkt. Det er derfor ikke kjent hvordan konsentrasjonsfordelingen er innenfor dybdeintervallet, og det er ikke tatt prøver dypere enn 1,4 meter. Det antas at dette er fordi det ble påtruffet grunnvann ved ca. 1,4 meter. Forurensningstilstanden til massene under 1,4 meter er ikke kjent.
Kommentar/usikkerhet	Det er i tillegg til prøvene på BØF også tatt overflateprøver på nordsiden av rullebanen (BØF 11), et stykke øst for BØF (BØF 5) og et stykke vest for BØF (BØF 10). Det er konsentrasjoner under deteksjonsgrensen i alle disse prøvene.

21.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Det er tatt prøver av grunnvannet fra sjakt/graveskuff fra tre sjakter. Det er tatt prøver av overflatevann fra to kummer ved flyoppstillingsplassen, fra en kum ved terminalbygget og av overflatevann ved BØF.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	213000
Hvor	BØ4 (20.09.11) vann fra sjakt/graveskuff
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	214860
Hvor	BØ4 (20.09.11) vann fra sjakt/graveskuff
Kommentar/usikkerhet	Det er kun konsentrasjonene av PFOS, PFOA og 6:2 FTS som er vist i tabellen i DP2 rapporten. Analyserapportene er ikke vedlagt, så det er usikkert om prøvene er analysert for ytterligere PFAS forbindelser. Analyser i vann fra sjakt gir ikke representative grunnvannskonsentrasjoner, ettersom analysene vil ha forhøyede PFAS konsentrasjoner pga mobilisering av forbindelsene ved graving
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	16,1
Hvor	Vann 3, Infiltrasjonsskum v/ny flyoppstillingsplass (20.9.11)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	36
Hvor	Vann 4, overflatevann ved BØF (16.5.12)
Kommentar/usikkerhet	Det er kun konsentrasjonene av PFOS, PFOA og 6:2 FTS som er vist i tabellen i DP2 rapporten. Analyserapportene er ikke vedlagt, så det er usikkert om prøvene er analysert for ytterligere PFAS forbindelser.

Total årlig spredningsmengde fra lufthavnen PFOS (g/år)	49
Total årlig spredningsmengde fra lufthavnen PFAS (g/år)	ikke beregnet
Til hvilken resipient	Namsen
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon

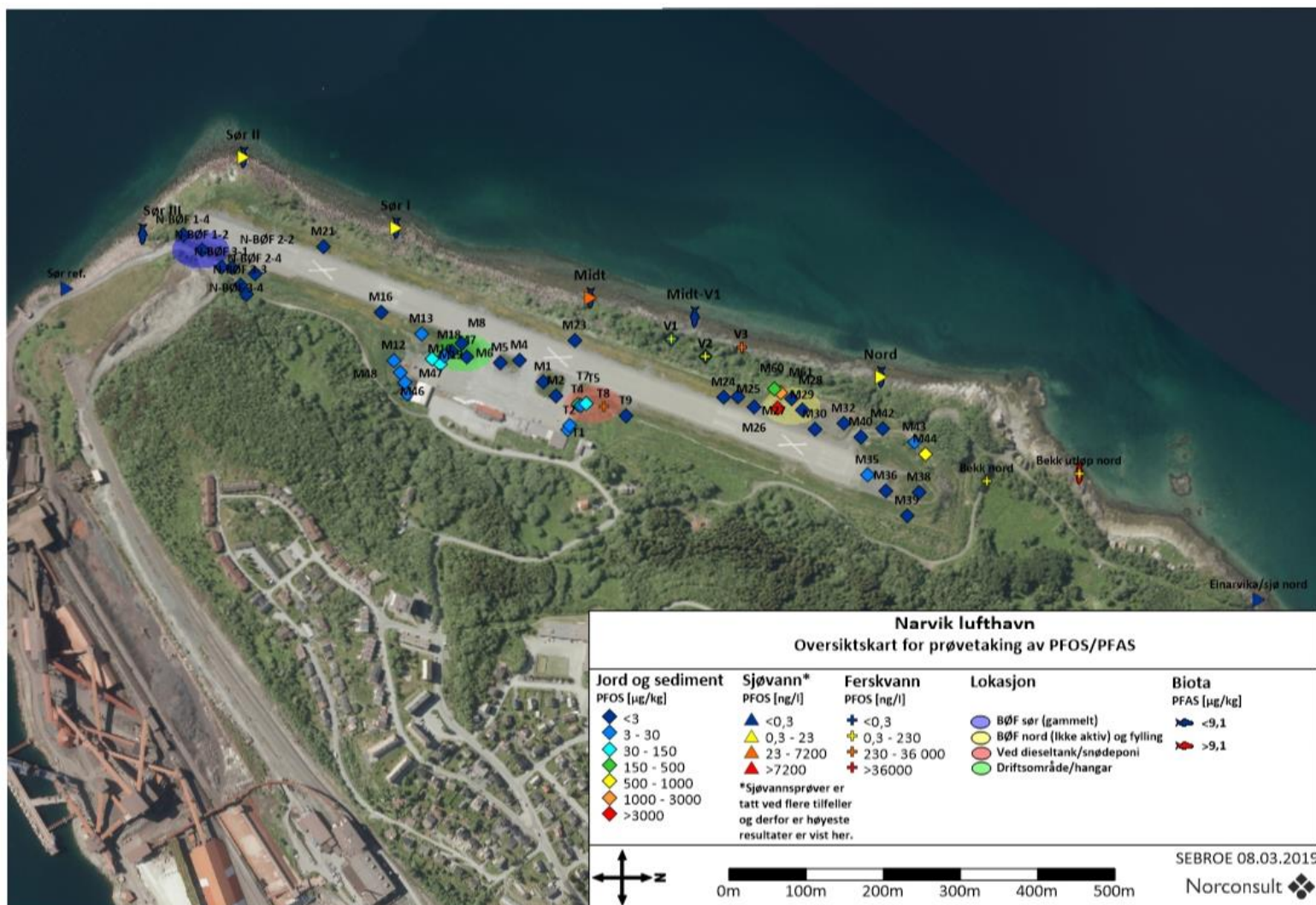
21.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

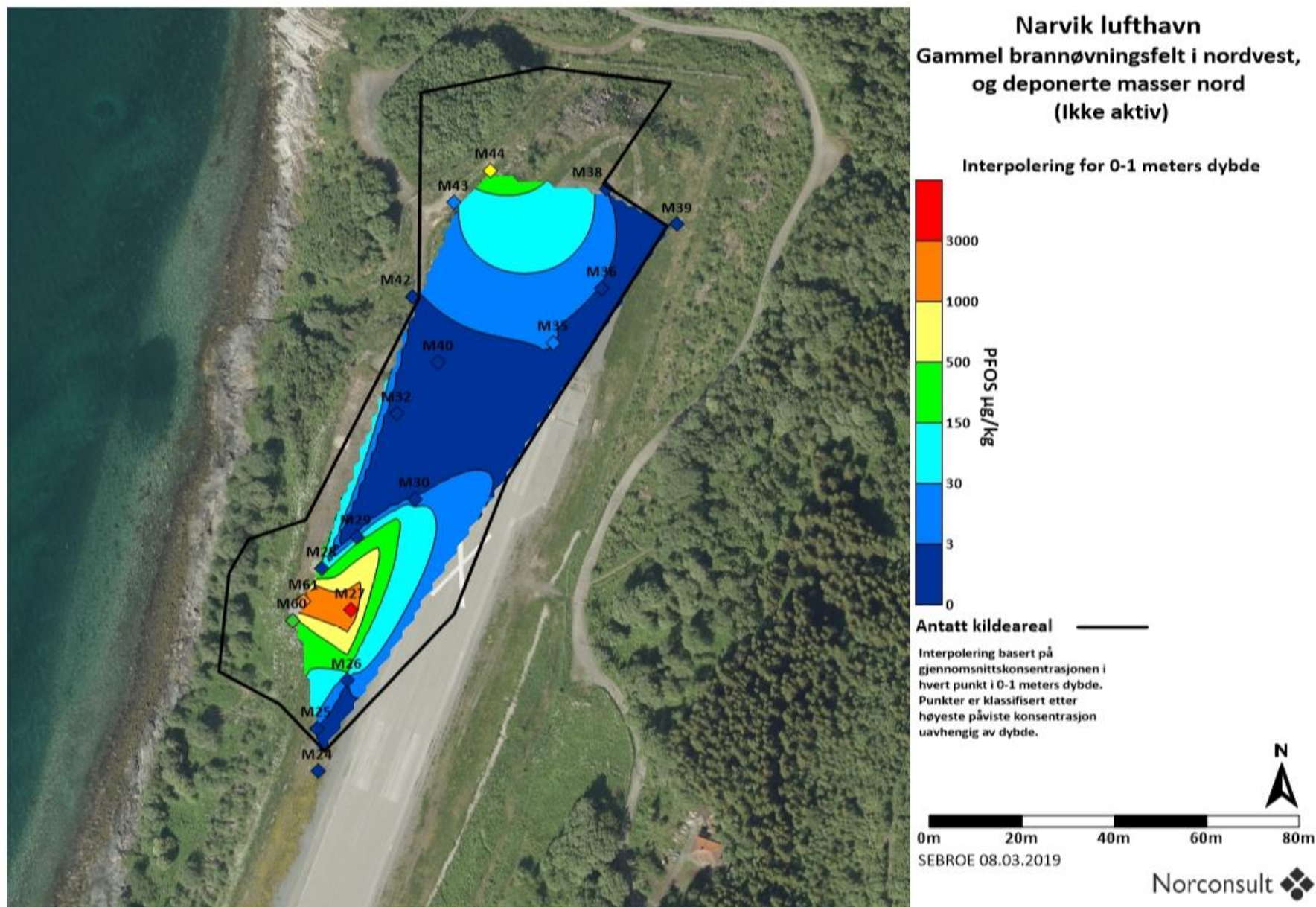
21.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes for biota, da det ikke er tatt biotaprøver. Kan ikke vurderes sikkert for vann.
Vurderinger	Det er stor usikkerhet knyttet til jordprøvetakingen, ettersom det er tatt tre blandprøver og fire enkeltprøver er det usikkert hvordan konsentrasjonsfordelingen er i det undersøkte området. Det er imidlertid konsentrasjoner > 100 µg/kg i tre av totalt sju analyserte jordprøver. Vannprøvene ved BØF er tatt i sjakter og er ikke representative for grunnvann. I overflatevann (vann 4) som er tatt ca 100 meter sørvest for BØF er det ikke påvist PFOS, men det er påvist 36 ng/l PFAS. Det er usikkert hvilke forbindelser det er ettersom analysevedlegget for den aktuelle prøven ikke er vedlagt rapporten.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er tatt prøver av overflatevann fra tre forskjellige kummer rundt terminalområdet, som ligger i den andre enden av flyplassen i forhold til BØF. Det er påvist noe PFAS i alle vannprøvene, men i lave konsentrasjoner (maksimal sum PFAS 36 ng/l). Det er sannsynlig at forurensningen i disse prøvene har en annen kilde enn BØF. Spredning av forurensning fra BØF til dette området er usannsynlig, i og med at BØF ligger på en øy i Namsen (Storøya), og terminalområdet ligger på fastlandet. Det er derfor trolig at det kan være en kilde til PFOS forurensning i området rundt terminalbygget.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, lokaliteten er ikke godt nok kartlagt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1). Det er pga. blandprøvetaking stor usikkerhet knyttet til konsentrasjonsfordelingen i det undersøkte området. Det undersøkte området er relativt lite (1500 m ²), og det forurensede området er lite avgrenset.
Kommentar/usikkerhet	
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremønstre, verneområder etc.)	Fra Naturbase: Det er registrert flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse rundt lufthavnen. Like sør for lufthavnen er det registrert to naturtyper: "bløtbunnsområder i strandsonen" og "strandeng og strandsump". Høknesøra, som grenser til flyplassen i nord er et statlig sikret friluftslivsområde. Lufthavnen er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 2, som betyr noe mindre sårbare resipienter, moderat prioritet og nivå på anlegg. Grunnvannsnivå ved lufthavnen er høyt (1-1,5 meter under terreng) og renner ut i Namsen. Namsenvassdraget er et av Norges største og viktigste laksevassdrag. Det ble på BØF påvist THC i tilstandsklasse 2 i fire jordprøver, og tilstandsklasse 4 i to jordprøver.

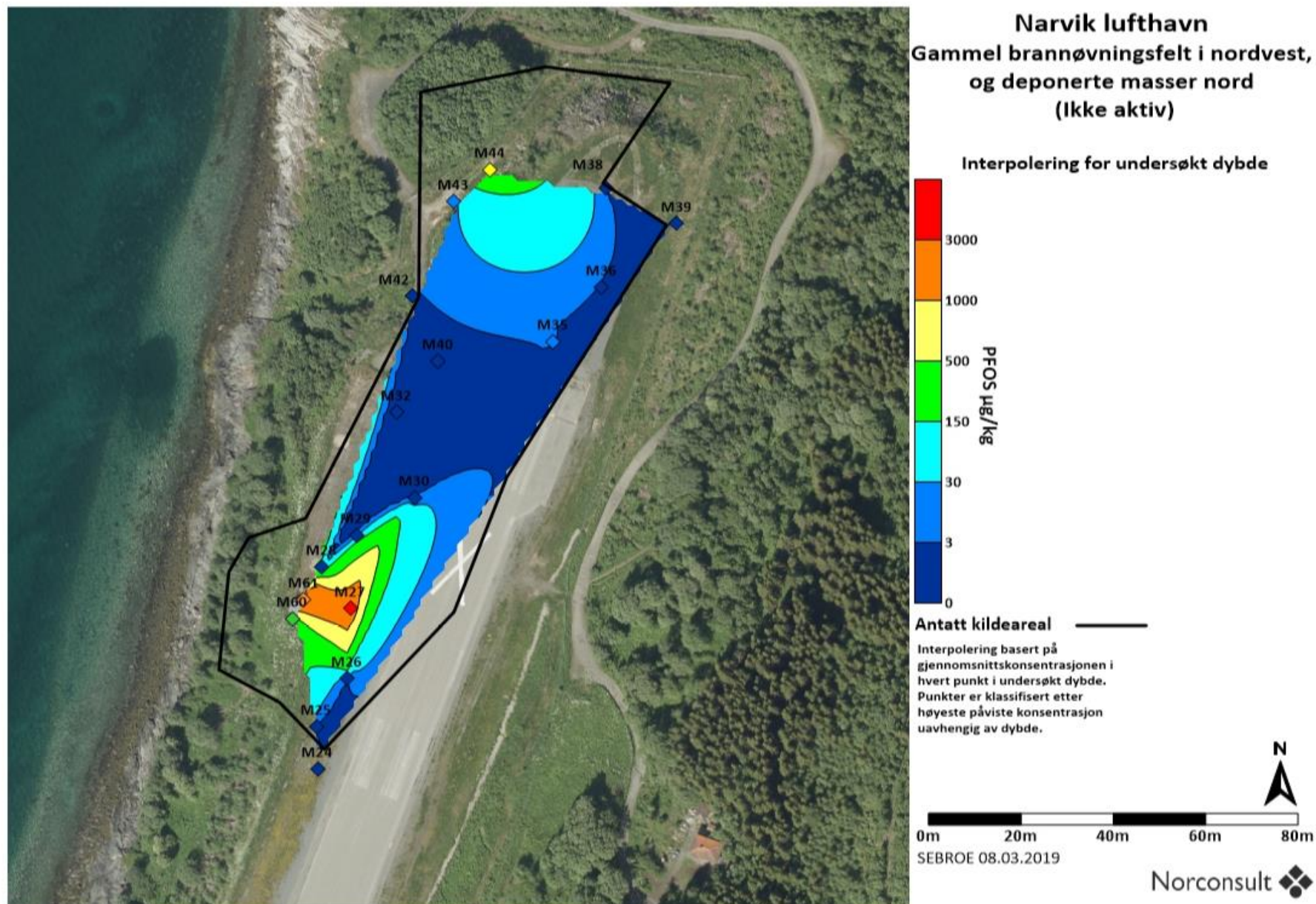
22 Narvik lufthavn

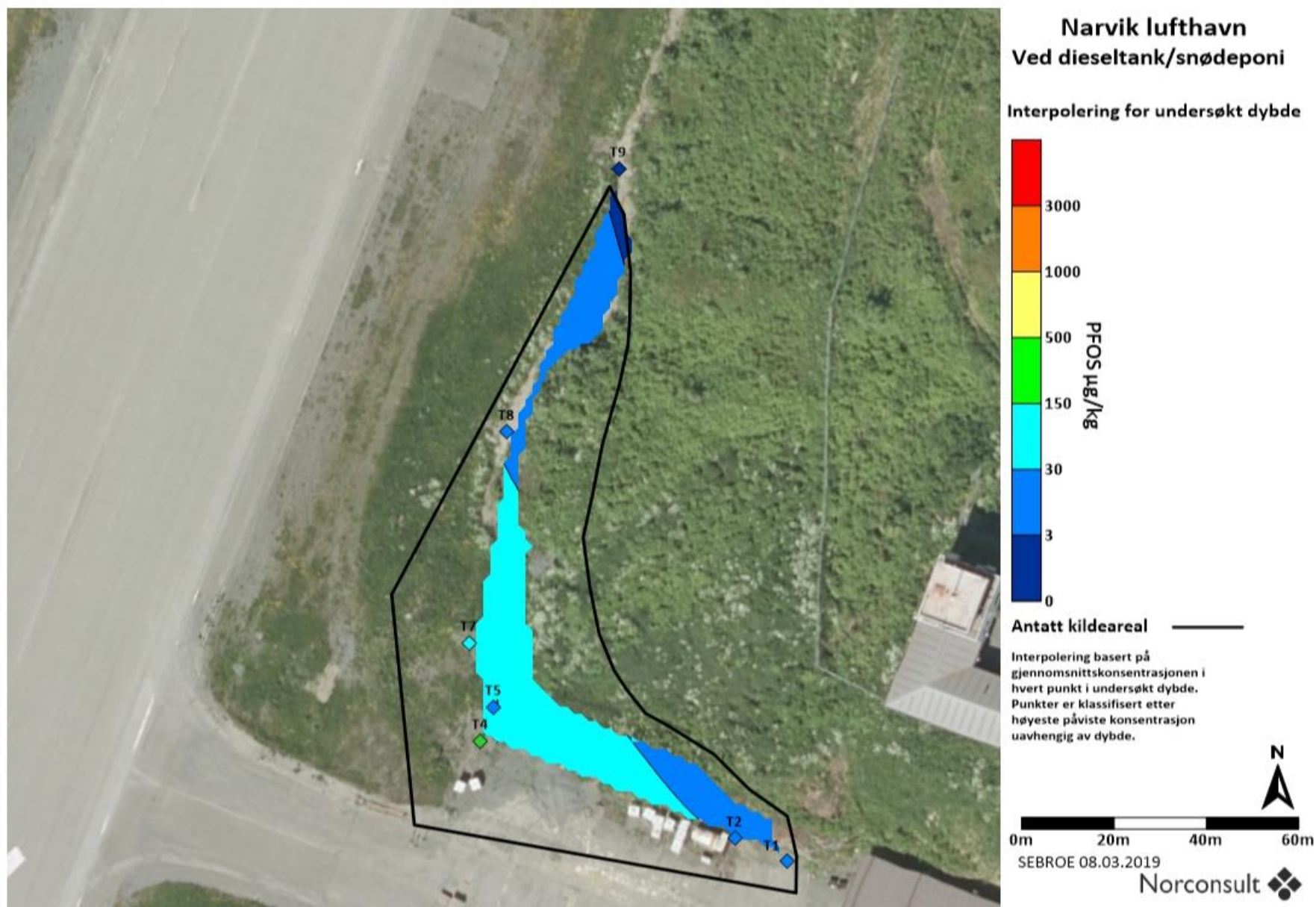


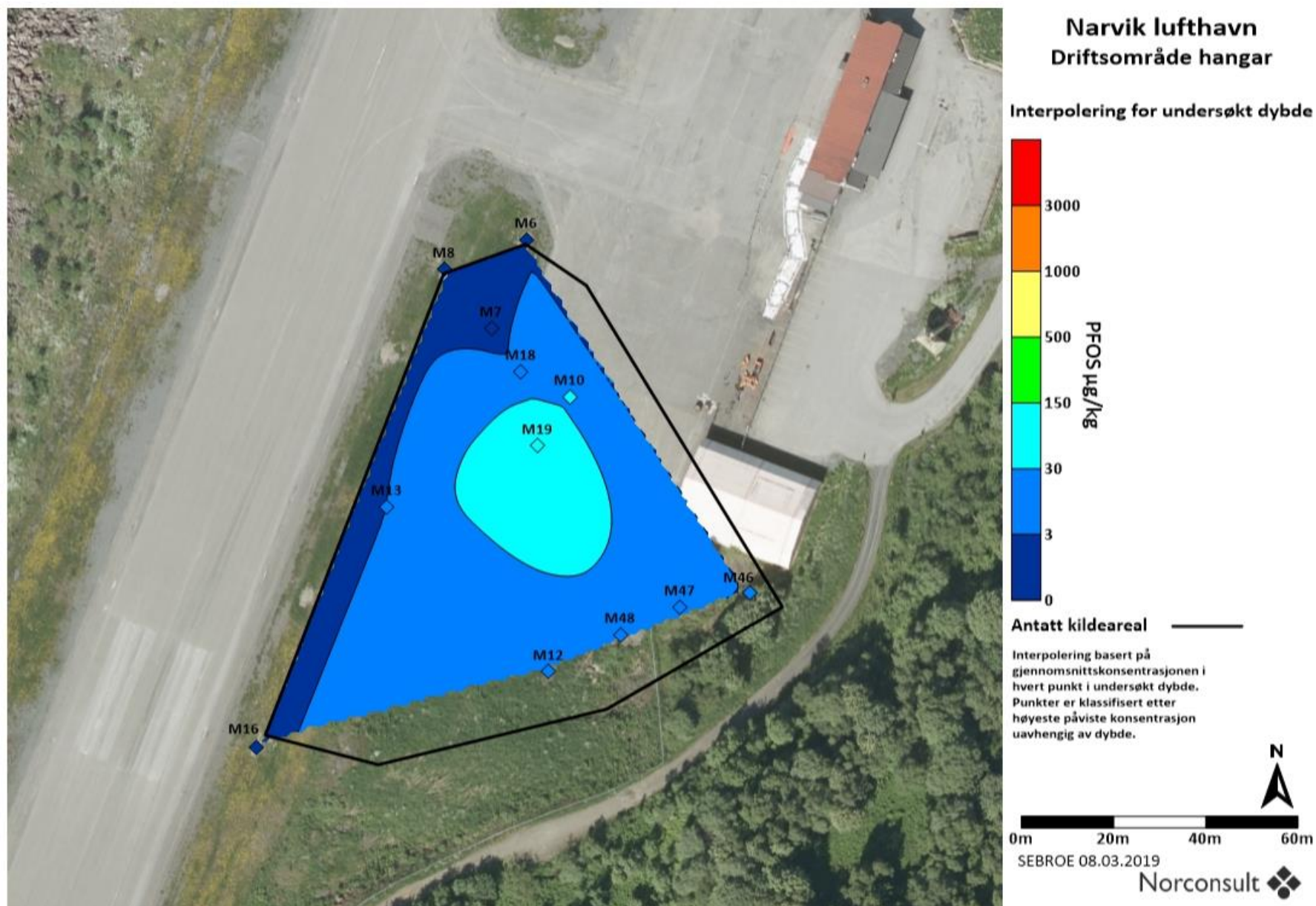
VEDLEGG A



VEDLEGG A







22.1 Brannøvingsfelt/lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF sør (gammelt)	BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Ved dieseltank/snødeponi	Driftsområde/hangar
	Det er registrert et brannøvingsfelt på kommunal eiendom utenfor flyplassgjerdet i sørøst. Driftsperioden for brannøvingsfeltet er ikke oppgitt. Brannøvingsfeltet er brukt som øvingsfelt for både det kommunale brannvesenet og for Avinor. Det er opplyst at det i all hovedsak ble benyttet vann i forbindelse med øvelsene ved dette brannøvingsfeltet.	Dette brannøvingsfeltet ble brukt mens lufthavnen var kommunal. Driftsperioden for brannøvingsfeltet er ikke oppgitt, men brannøvingsfeltet er ikke benyttet etter 1998. Dette feltet ligger nordvest på lufthavnsområdet, men det er knyttet noe usikkerhet rundt eksakt plassering av BØF. Feltet ligger 28 moh. Det er også tatt prøver i prøvepunkter videre nord fra BØF, mot et område nord på rullebanen hvor det er deponert ulike typer avfall i en fylling. Det kan ha vært utført funksjonstesting av skumkanoner langs utrykningsveien i nord, og ved foten av og på toppen av fyllingen. Ved foten av fyllingen er det tidvis brent avfall, og i noen tilfeller benyttet skum til slukking. Alle prøvepunktene i nordlig del av rullebanen er inkludert i rapporteringen og beregningene for BØF nord, ettersom disse ligger så nærme hverandre.	Ved oljetanken nordvest for driftsbygningen er det tidligere påvist masser forurensset av olje. Området vest for tanken er brukt som snødeponi, og det mistenkes at det er utført skumtester der.	Området har blitt benyttet som snødeponi, lagerområde for kjemikalier og avfallsfraksjoner, til vask av kjøretøy og utstyr og trolig funksjonstester for brannslukkingsutstyr.

22.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	-			
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	-	-		

22.3 Jordprøvetaking

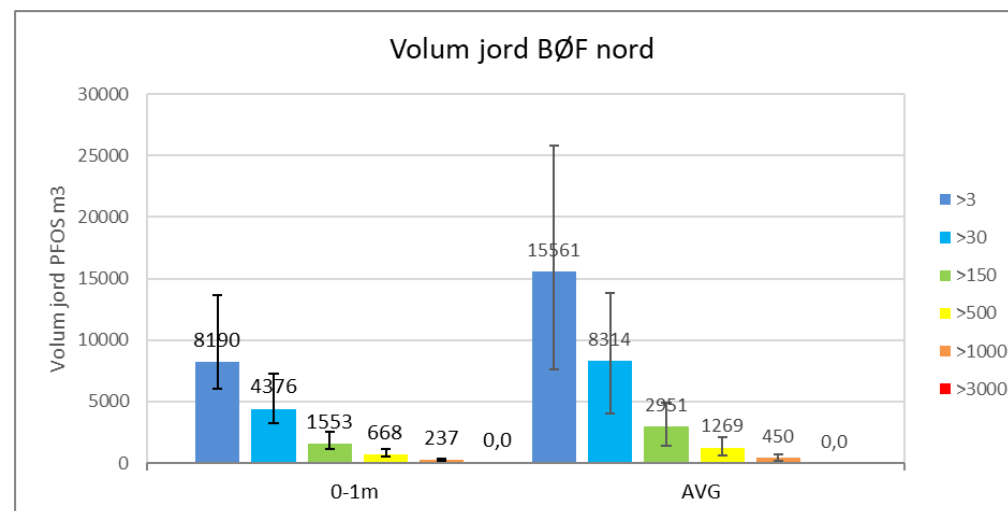
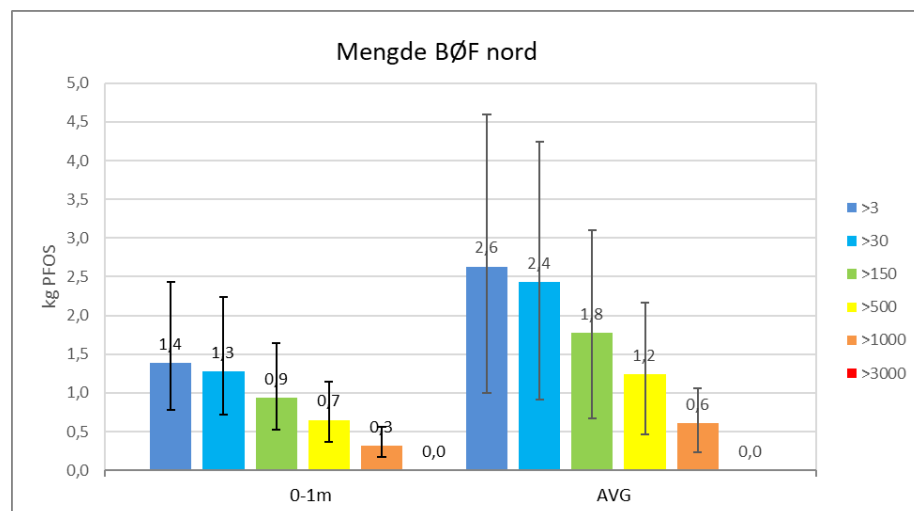
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF sør (gammelt)	BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Ved dieseltank/snødeponi	Driftsområde/hangar
Antall jordprøver totalt	7	19	10	19
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Prøvene ble tatt under DP2 undersøkelsen i 2012. Det var ikke mulig å ta prøver i det sentrale delene av BØF, da det gikk en trafikkert anleggsvei her. I tillegg er BØF tildekket med stein og malm. Prøvene er tatt langs rullebanen (det ble spylt brannskum fra rullebanen og over gjerdet når rekkevidden på kanonene ble testet), og langs den gamle adkomstveien til feltet.	Prøvene ble tatt under undersøkelsen i 2017 og supplerende undersøkelser i 2018. Det er noe usikkerheter knyttet til eksakt plassering av BØF, da det ikke har blitt benyttet etter 1998.	Prøvene ble tatt under undersøkelsen i 2017. Det er tatt prøver i åtte sjakter, og i ett eller to dybdeintervaller i den øvre meteren i hver sjakt.	Prøvene ble tatt under undersøkelsen i 2017. I tre av prøvepunktene er det kun tatt overflateprøver. Den dypeste prøven er tatt ned til 2 meters dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	7	28	10	18
Antall jordprøver under 1 m	0	6	1	3
Kommentar/usikkerhet	Alle prøvene er tatt fra 0-20 cm. Massene er beskrevet som jord iblandet sand og grus.	Massene er ved BØF er beskrevet som sand/grus/stein over sprengstein mot sør (sjaktene M24-M26), og mer sandige masser over jordmasser og fast fjell mot nord. Det er beskrevet fjell/stor stein på mellom 0,7 og 1,3 m i flere sjakter ved BØF. Ved fyllingsfoten nord for rullebanen observeres ulike typer avfall (betong, plast, metall, treverk, o.l.). Både oppe på fyllingen og ved fyllingsfoten er det spor etter brenning av avfall/brannøvelser.	Dypeste prøve er tatt til 1,1 meters dyp. Massene er beskrevet som variasjoner av fyllmasser, sand, grus, stein, pukk og jord.	Det er til sammen 21 prøver dersom man deler opp de prøvene som går over både 0-1 m og > 1 m.
Høyeste målte jord-konsentrasjon PFOS µg/kg	2,2	3000	180	81
Hvor	N-BØF 3-1 (0-0,2 m). Massene består av jord, iblandet sand og grus.	M27-2 (0,8-1,8 m) tatt i masser av mørkbrun jord, sand, grus og stein. Planterester.	T4-1 (0-0,5m) tatt i masser av jord, sand og stein med innslag av plast og armeringsjern.	M19-1 (0-1 m) tatt i masser av sand, grus og småstein øverste 0,5 m. Grov stein med finstoff innimellom nedover i sjakt.
Høyeste målte jord-konsentrasjon PFAS µg/kg	2,2	3014	269	90
Hvor	N-BØF 3-1 (0-0,2 m). Massene består av jord, iblandet sand og grus.	M27-2 (0,8-1,8 m) tatt i masser av mørkbrun jord, sand, grus og stein. Planterester.	T4-1 (0-0,5m) tatt i masser av jord, sand og stein med innslag av plast og armeringsjern.	M19-1 (0-1 m) tatt i masser av sand, grus og småstein øverste 0,5 m. Grov stein med finstoff innimellom nedover i sjakt.
Kommentar/usikkerhet	Prøvene er analysert for PFOS/PFOA. Det er ikke påvist PFOA i noen av prøvene.	Alle prøvene er analysert for 30 PFAS forbindelser*.	Alle prøvene er analysert for 30 PFAS forbindelser*.	Alle prøvene er analysert for 30 PFAS forbindelser*.

*Det er påvist andre PFAS forbindelser i flere av prøvene, men PFOS er den dominerende forbindelsen.

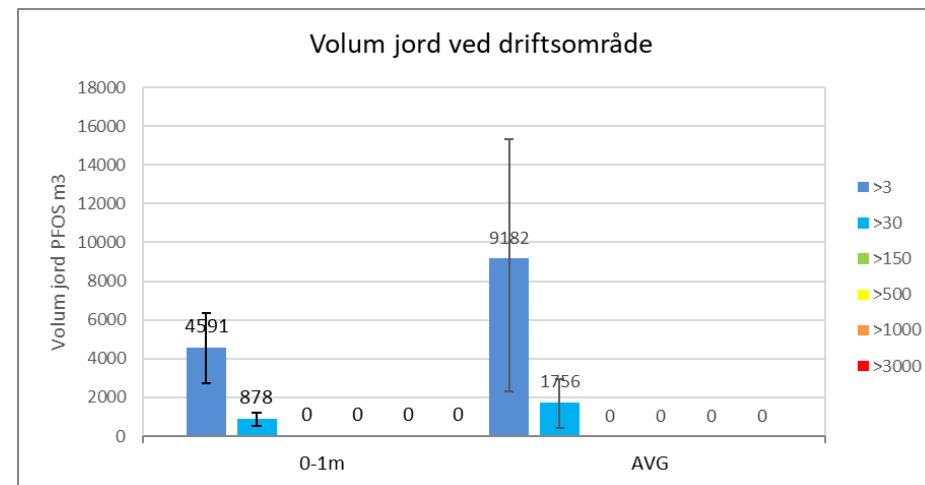
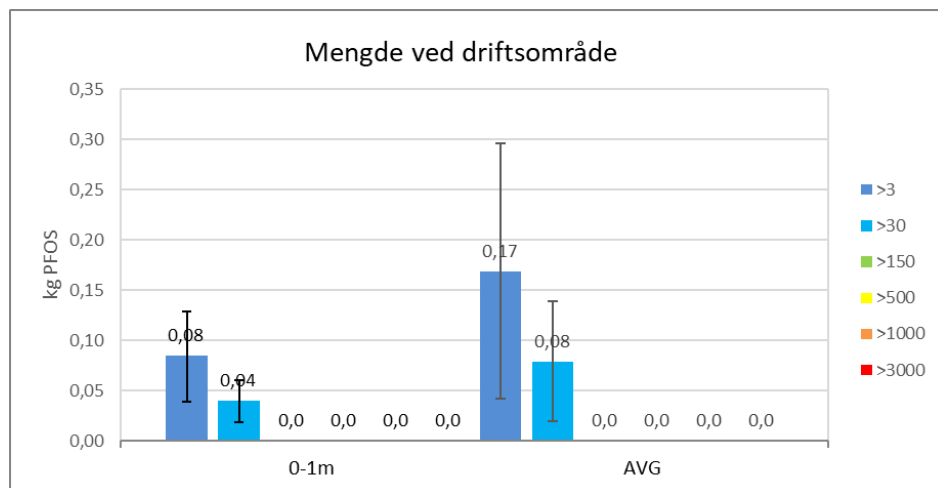
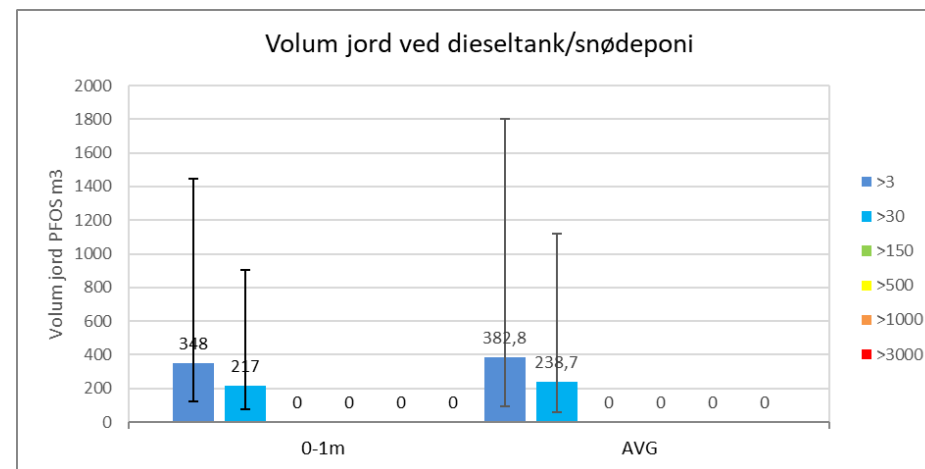
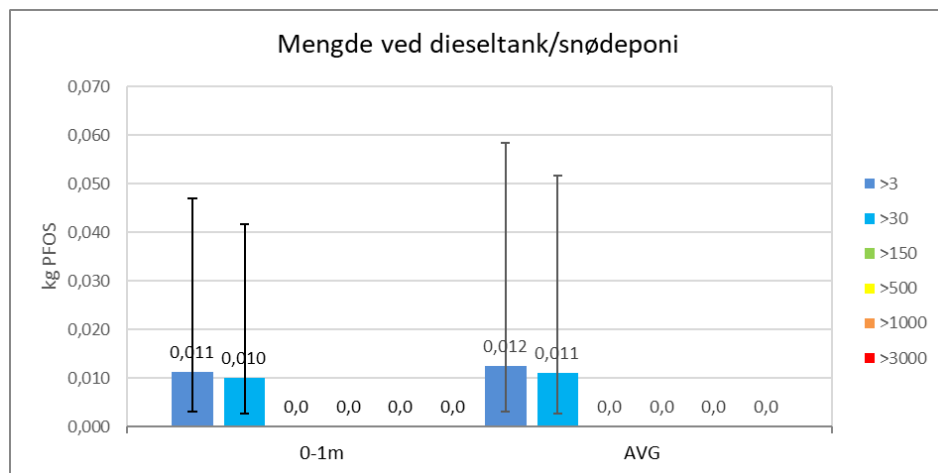
22.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	Det er ikke beregnet mengder for BØF sør.	BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Ved dieseltank/snødeponi	Driftsområde/hangar
Konsentrasjon (µg/kg)		151	151	18
Areal (m2)		8190	348	4591
Mengde jord (tonn)		24898	651	15609
Mengde PFOS (kg)		2,6	0,01	0,17
Usikkerhet -		1,6	0,009	0,13
Usikkerhet +		2,0	0,05	0,13
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg				
Konsentrasjon (µg/kg)		261	54	44
Areal (m2)		4376	217	878
Mengde jord (tonn)		13303	406	2985
Mengde PFOS (kg)		2,4	0,01	0,08
Usikkerhet -		1,5	0,008	0,06
Usikkerhet +		1,8	0,04	0,06
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg				
Konsentrasjon (µg/kg)		537		
Areal (m2)		1553		
Mengde jord (tonn)		4721		
Mengde PFOS (kg)		1,8		
Usikkerhet -		1,1		
Usikkerhet +		1,3		
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg				
Konsentrasjon (µg/kg)		870		
Areal (m2)		668		
Mengde jord (tonn)		2031		
Mengde PFOS (kg)		1,2		
Usikkerhet -		0,8		
Usikkerhet +		0,9		

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg				
Konsentrasjon (µg/kg)		1198		
Areal (m2)		237		
Mengde jord (tonn)		720		
Mengde PFOS (kg)		0,6		
Usikkerhet -		0,4		
Usikkerhet +		0,5		
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg				
Konsentrasjon (µg/kg)				
Areal (m2)				
Mengde jord (tonn)				
Mengde PFOS (kg)				
Usikkerhet -				
Usikkerhet +				



VEDLEGG A



Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF sør (gammelt)	BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Ved dieseltank/snødeponi	Driftsområde/hangar
Kommentar til beregningene	Det er ikke utført mengdeberegning, i og med at det ikke er påvist konsentrasjoner over 3 µg/kg i noen av punktene.	Det er ikke gjort noen mengdeberegninger for denne lokaliteten før 2019.	Det er ikke gjort noen mengdeberegninger for denne lokaliteten før 2019.	Det er ikke gjort noen mengdeberegninger for denne lokaliteten før 2019.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	I og med at det kun er tatt prøver i utkanten/ved siden av det gamle brannøvingsfeltet, og ikke av massene sentralt i feltet, er ikke forurensningen avgrenset horisontalt.	Nei, forurensningen er ikke avgrenset horisontalt ved BØF eller ved de deponerte massene i nord. Det er påvist konsentrasjoner over 3 µg/kg i flere ytterpunkter. Ved BØF er det ikke avgrenset mot vest eller øst, og ved deponerte masser i nord er det ikke avgrenset videre mot nord.	Nei, forurensningen er ikke avgrenset horisontalt, men det er hovedsakelig påvist relativt lave konsentrasjoner i massene med unntak av to prøvepunkter (T4 og T7). Prøvepunktene på denne lokaliteten er plassert etter hverandre, så det vanskelig å se om det er et tydelig senter for forurensningen. Mot øst går terrenget bratt oppover. Det kan antas at det er lite PFOS i massene oppover i skråningen, med mindre man har sprøytet skum oppover i denne retningen.	Ja, forurensningen er tilsynelatende ganske godt avgrenset horisontalt. Det er påvist konsentrasjoner over 3 µg/kg i flere ytterpunkter, men konsentrasjonene er lave. I ytterpunkt mot vest og nord < 2 µg/kg, og mot sør/sørøst < 14 g/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Det er kun tatt prøver ned til 0,2 meter. Forurensningsgraden til de dypere liggende massene er derfor usikker.	Nei. Fire av de fem jordprøvene som har konsentrasjoner av PFOS > 100 µg/kg er av masser fra 0,6-1,8 meter. Det er usikkert hvor mye dypere denne forurensningen strekker seg. Dybde til grunnvann er ikke beskrevet, men det er beskrevet fjell/stor stein på mellom 0,7 og 1,3 m i flere sjakter ved BØF.	Nei, forurensningene er ikke avgrenset vertikalt, i og med at det er påvist konsentrasjoner over 3 µg/kg i flere av de dypeste prøvene. Det er også en av de høye konsentrasjonene (120 µg/kg) i prøvepunkt T7 som ikke er avgrenset i dybden. Men ettersom det er påvist relativt lave konsentrasjoner og at grunnvannsnivå trolig ligger på ca samme dybde som dypeste prøve så antas det at den vertikale utbredelsen er begrenset.	Det er generelt lave konsentrasjoner (de to høyeste konsentrasjonene er på 33 og 81 µg/kg). De to høyeste konsentrasjonene er i prøver fra 0-1 meter og 0,15-1 meter, og er ikke avgrenset av prøvetaking dypere.
Kommentar/usikkerhet		Ifølge opplysninger fra personell ved lufthavnen var det på dette området naturlig grunn (jord med vegetasjon) med en bergknaus som avgrenset området for brannøvinger. I forbindelse med etablering av flytekniske installasjoner ble området oppfylt og planert med sandige masser. Dette kan ha sammenheng med at de høyeste konsentrasjonene påvises i masser dypere enn 0,6 meter. Det er beskrevet planterester i beskrivelse av sjakten 27-2 (0,8-1,8 m).		

22.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF sør (gammelt)	BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Ved dieseltank/snødeponi	Driftsområde/hangar
Er det tatt vannprøver?	Se BØF nord	Ja	Se BØF nord	Se BØF nord
Hvor		Det er tatt vannprøver flere steder ved lufthavnen. Det er tatt sjøvannsprøver i strandsonen i flere punkter langs flyplassområdet. Det er også tatt sjøvannsprøver lengre ut i sjøen. Det er tatt prøver fra 3 vannsig i skråningen vest for rullebanen. Det er også tatt vannprøver fra Narvik renseanlegg. Den nordre delen av flyplassområdet grenser til et myrområde. Her er det tatt vannprøver av en grøft/bekk nedstrøms flyplassområdet, ved utløpspunktet i fjæra, fra en bekk som renner inn i myra og fra en prøvesjakt i ytterkant av myra (nærmest lufthavnen).		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)		300		
Hvor		Vann i prøvesjakt M51 (prøven ble tatt i juni 2017)		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)		910		
Hvor		Vann i prøvesjakt M51 (prøven ble tatt i juni 2017)		
Kommentar/usikkerhet		Prøver av vann i sjakt viser gjerne forhøyede konsentrasjoner av PFAS pga. mobilisering av forbindelsene ved graving.		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)		750		
Hvor		V3 (juni 2017) Vannsig i nedre del av skråningen vest for rullebanen.		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)		1 000		
Hvor		V3 (juni 2017) Vannsig i nedre del av skråningen vest for rullebanen.		
Kommentar/usikkerhet	Den ene prøven av sjøvann (Sør ref.) er tatt i strandsonen sørøst for det gamle brannøvingsfeltet. Det er ikke påvist PFOS eller PFAS i denne vannprøven	Det er tatt sjøvannsprøver i strandsonen, langs flyplassområdet og i økende avstand mot nord og sør. Resultatene viser flere PFAS-forbindelser over deteksjonsgrensene (mellom 0,65 og 54 ng/l) ved prøvepunktene ved flyplassen, PFOS er den dominerende forbindelsen (konsentrasjoner mellom 0,58-46 ng/l). I punktet MIDT er verdiene ved synkende sjø betydelig høyere enn ved stigende sjø. Ved stasjonene som ligger lengre bort fra flyplassen, påvises ikke PFAS over deteksjonsgrensene. Det er tatt vannprøver av sjøvann (av overflaten og av dyp/bunn) i avstander på 50 og 150 meter ut fra prøvestasjonene i strandsonen nedenfor lufthavnen. Det ble ikke påvist PFOS i noen av disse vannprøvene, men i 15 av de 20 prøvene ble det påvist 8:2 FTS. Det ble også påvist PFOS og andre PFAS i vann som slippes ut av Narvik renseanlegg (PFOS 3,7 ng/l og PFAS 18 ng/l). Dette vannet slippes ut i sjøen nord for flyplassen. Også i alle prøvene som ble tatt av vann fra myrområdet nord for rullebanen ble det påvist PFAS.		

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF sør (gammelt)	BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Ved dieseltank/snødeponi	Driftsområde/hangar
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Ofofjorden	Ofofjorden	Ofofjorden	Ofofjorden

22.6 Biotaprvøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja	Se beskrivelse under BØF sør (gammelt)	Se beskrivelse under BØF sør (gammelt)	Se beskrivelse under BØF sør (gammelt)
Hva for biota?	Torsk og albueskjell.			
Hvor mange prøver?	Det ble analysert 10-15 stk. muskel- og 15 stk. leverprøver fra torsk ved 3 forskjellige stasjoner (til sammen 85 analyserte prøver). Det er også analysert 11 prøver av albueskjell/albuesnegl.			
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	64,3 (leverprøve torsk)			
Hvor	MIDT 11L (torsk fra stasjon "Midt")			
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	70,7 (leverprøve torsk),			
Hvor	MIDT 11L (torsk fra stasjon "Midt")			
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Konsentrasjonene av sum PFAS i de andre 14 leverprøvene av torsk fra samme stasjon (midt) var mellom 0,6 og 3,42 µg/kg. Så det var spesielt høye konsentrasjoner i torsk midt 11L. I tillegg til at det ble tatt prøver av torsk fra to stasjoner utenfor lufthavnen ble det også tatt prøver fra en referansestasjon ved Tangvika/Tangodden ca 3-4 km fra lufthavnen. Det ble påvist PFAS også i alle leverprøvene fra referansestasjonen. Konsentrasjonene av sum PFAS i de 15 prøvene varierte mellom 0,35 og 3,46 µg/kg. Høyeste konsentrasjon av PFOS i leverprøve fra torsk ved referansestasjonen var på 2,01 µg/kg, og sum PFAS 3,46 µg/kg. Resultatene fra prøvetaking av torsk er gitt i rapporten utarbeidet av Norconsult "Prøveinnsamling av fisk for analyser av PFAS", datert 4.12.17. Generelt for alle tre prøvetakingsstasjonene hadde muskelprøvene lavere konsentrasjoner enn leverprøvene.			

Kommentar/referanse	Det er biotaprøvene (albueskjell) tatt ved stasjonene Sør I, II, og III, samt sør ref. (som ligger relativt nær ved gammel BØF) som antas være mest representative for påvirkning fra gammel BØF sør. Konsentrasjonene av PFOS og PFAS i albueskjell ved disse stasjonene er < 2,5 µg/kg. Det er også påvist høye konsentrasjoner av PFOS i biotaprøver av albueskjell som er tatt ved utløpet av bekken som drenerer myra i nord ("bekk nord"). Her ble det påvist en konsentrasjon av PFOS på 62,8 ng/g. Resultatene fra prøvetaking av albueskjell er gitt i rapporten utarbeidet av Rambøll "Datarapport miljøtekniske undersøkelser Narvik lufthavn", datert 6.7.18.			
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Vannforskriftens EQS-verdi for PFOS i biota er på 9,1 µg/kg våtvekt. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.			

22.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF sør (gammelt)	BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Ved dieseltank/snødeponi	Driftsområde/hangar
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes da det ikke er undersøkt på selve BØF.	Dette er vanskelig å vurdere da det er flere lokaliteter ved Narvik lufthavn som kan tilføre PFOS/PFAS forurensning til vann og biota. Det er imidlertid ved lokalitetene "BØF nord" og fyllingen nord for rullebanen at det er beregnet størst mengde gjenværende PFOS forurensning i grunnen, og der er derfor sannsynlig at det innenfor lufthavnens område både er og har vært mest spredning fra disse lokalitetene. De høyeste konsentrasjonene i albueskjell er påvist ved prøvestasjoner "nord" og "midt".	Dette er vanskelig å vurdere da det er flere lokaliteter ved Narvik lufthavn som kan tilføre PFOS/PFAS forurensning til vann og biota. Det er ikke tatt noen vannprøver eller biotaprøver i umiddelbar nærhet til lokasjonen.	Dette er vanskelig å vurdere da det er flere lokaliteter ved Narvik lufthavn som kan tilføre PFOS/PFAS forurensning til vann og biota. Det er ikke tatt noen vannprøver eller biotaprøver i umiddelbar nærhet til lokasjonen.
Vurderinger		Det er knyttet usikkerhet til eksakt plassering av det gamle brannøvingsfeltet, og det er derfor tatt jordprøver over et nokså stort område. Resultatene viser at de høyeste konsentrasjonene i jord ved BØF er påvist i punkter som er tatt rundt et liten bygning som ligger her (det antas at denne ble satt opp ifbm etablering av flytekniske installasjoner). I tillegg er det påvist relativt høye konsentrasjoner i en sjakt ved fyllingsfoten (punkt M44), som ligger lengre mot nord. Det er påvist PFOS/PFAS i vannprøver som er tatt av vannsig nedenfor rullebanen, sør/sørvest for BØF (V1, V2 og V3). Konsentrasjonene i prøvene er høyere ved prøvetaking i juni enn i mai. Både i mai og juni er konsentrasjonene i V1 og V2 langt lavere enn i V3. I juni var konsentrasjoner av sum PFAS i V1 og V2 henholdsvis 220 og 120 ng/l, og i V3 (sum PFAS 1000 ng/l). I og med at disse vannprøvene ligger relativt nære "BØF nord", og V3 ligger nærmest, er det nærliggende å tro at spredning fra dette området kan være kilden til forurensningen i vannet. Det kan ikke utelukkes at det er andre kilder til forurensning i vannprøvene i tillegg. Det er også tegn til spredning av PFAS i retning nord for fyllingen. PFOS forurensningen i fyllingen er lite avgrenset videre mot nord. I Rambøll rapporten 2017/2018 står det at nordre del av flyplassområdet grenser til et lavereliggende myrområde. Flyplassområdet drenerer til myrområdet, som igjen drenerer via en mindre bekk til sjø. Det er tatt vannprøver i fire ulike prøvepunkter i dette myrområdet (grøft/bekk, bekk nord, i sjakt M51 og bekk nord for myr), og det er gravd tre sjakter (M49, 50 og 51). Konsentrasjoner av PFOS i vannprøver i "bekk nord" er mellom 130 og 210 ng/l, og sum PFAS mellom 370 og 480 ng/l. Vann i gravesjakt har gjerne forhøyede verdier av PFAS pga mobilisering, og konsentrasjon av PFOS/PFAS i prøven var på 300/910 ng/l. I bekken nord for myra var det svært lave konsentrasjoner av PFOS/PFAS (0,81/1,9 ng/l). I de åtte jordprøvene fra sjakter i dette området er det generelt lave konsentrasjoner, de to høyeste konsentrasjonene av PFOS er 9,8 og 66 µg/kg.	Det er påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS i jord ved denne lokaliteten, med unntak av to punkter hvor det er påvist konsentrasjoner på 120 og 180 µg/kg. Det er tatt en vannprøve fra sjakt T8. Her ble det påvist en konsentrasjon av PFOS på 290 ng/l. Det ble også påvist en rekke andre PFAS forbindelser, men i lavere konsentrasjoner, sum PFAS var på 360 ng/l. Det går en drenggrøft gjennom området, og det kan ikke utelukkes at denne kan være en spredningsvei for forurensning fra området. Det står i Rambøll rapporten fra 2017/2018 av i prøvesjakt T9 ble det ikke påvist vann, noe som kan tyde på at vannet fra snødeponiet ledes under rullebanen og til sjø et sted mellom prøvepunktene T8 og T9.	

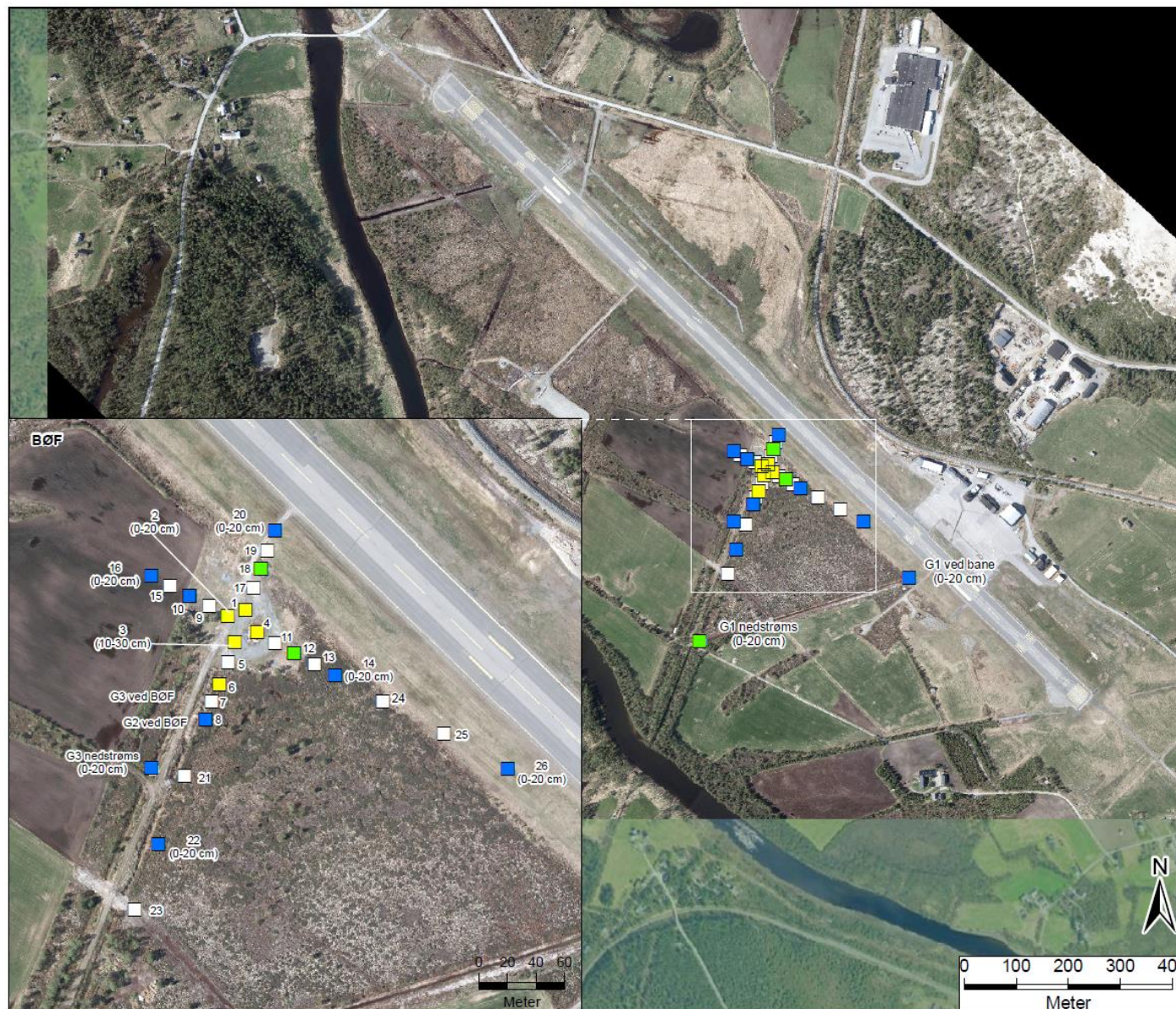
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er ikke kjent at det er andre kilder i området hvor det gamle brannøvingsfeltet ligger, men det er opplyst at det ofte ble spylt fra rullebanen og over gjerdet når rekkevidde på kanonene ble testet.	Det er ikke kjent at det er andre kilder i området hvor "BØF nord" og fyllingen nord for rullebanen ligger.	Det er tatt jordprøver ved det tidligere flytårnet som lå øst for lokasjonen. Det ble påvist noe PFOS i de tre jordprøvene fra dette området, men i lave konsentrasjoner (0,17-2,6 µg/kg). Det er påvist PFOS i konsentrasjoner lavere enn 3 µg/kg i åtte jordprøver fra sjakter mellom taksebanene, i åtte prøver ved tankanlegg for flydrivstoff, i tre prøver i sjakter vest for rullebanen (sør for BØF nord), og i seks prøver ved kreosotstolper nord for flyplassområdet. Konsentrasjonene av sum PFAS i prøvene fra disse områdene er alle lavere enn 7 µg/kg, men de er oppgitt inkludert LOQ, slik at de kan være enda lavere.	Det er påvist PFOS i konsentrasjoner lavere enn 3 µg/kg i tre jordprøver fra sjakter ved flytårnet, i åtte jordprøver fra sjakter mellom taksebanene, i åtte prøver ved tankanlegg for flydrivstoff, i tre prøver i sjakter vest for rullebanen (sør for BØF nord), og i seks prøver ved kreosotstolper nord for flyplassområdet. Konsentrasjonene av sum PFAS i prøvene fra disse områdene er alle lavere enn 7 µg/kg, men de er oppgitt inkludert LOQ, slik at de kan være enda lavere.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei. Det er ikke tatt prøver av massene fra selve brannøvingsfeltet, kun av masser i ytterkanten. Lokaliteten er derfor ikke godt nok kartlagt til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter. Grunnet de lave beregnede mengdene PFOS (10-50 g) ved lokaliteten vil den ikke bli prioritert i et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter. Grunnet de lave beregnede mengdene PFOS (170-300 g) ved lokaliteten vil den ikke bli prioritert i et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	Selve brannøvingsfeltet er i dag dekket av et deponi for stein og malm, og er fylt opp med overskuddsmasser fra malmmottaket. Over de sentrale delene av feltet går det en anleggsvei. Undersøkelse av massene ved selve brannøvingsfeltet har derfor ikke være mulig. Forurensningsgraden sentralt i det gamle brannøvingsfeltet er derfor ikke kjent.	I og med at det er usikkerheter knyttet til eksakt plassering av BØF, og de høyeste konsentrasjonene ikke er avgrenset mot vest eller øst, kan det ikke utelukkes at det er mer forurensning i dette området enn det som prøvetakingen har avdekket. Dette gjelder også videre mot nord for fyllingen.	I og med at prøvepunktene ved denne lokasjonen ligger på en rekke er det vanskelig å vite hvordan utbredelsen av forurensningen er i vestlig retning mot rullebanen. Det antas at forurensningen er avgrenset av den bratte skråningen mot øst, men dette er ikke dokumentert med prøvetaking.	

Generelt for lufthavnen

Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)

Det er påvist arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse på og rundt flyplassen, samt i sjøområdene utenfor flyplassen. Det er registrert et område med naturtypen "ålegrassamfunn" i sjøen nord for lufthavnen. Det er registrert viktige og svært viktige friluftslivsområdet tett inntil lufthavnen. Områdene ligger øst og nord for lufthavnen, samt i sjøområdet utenfor lufthavnen. Det er også registrert noen kulturminner ved lufthavnen.

23 Røros lufthavn



Røros lufthavn
(ENRO)

Oversiktskart

Jord og sediment

PFOS/PFOA jord (ug/kg)

■ <100 (normverdi)

■ 100-250

■ 250-6700

■ >6700

□ Ikke analysert

* PFOS er dominerende parameter

LOQ = rapporteringsgrense

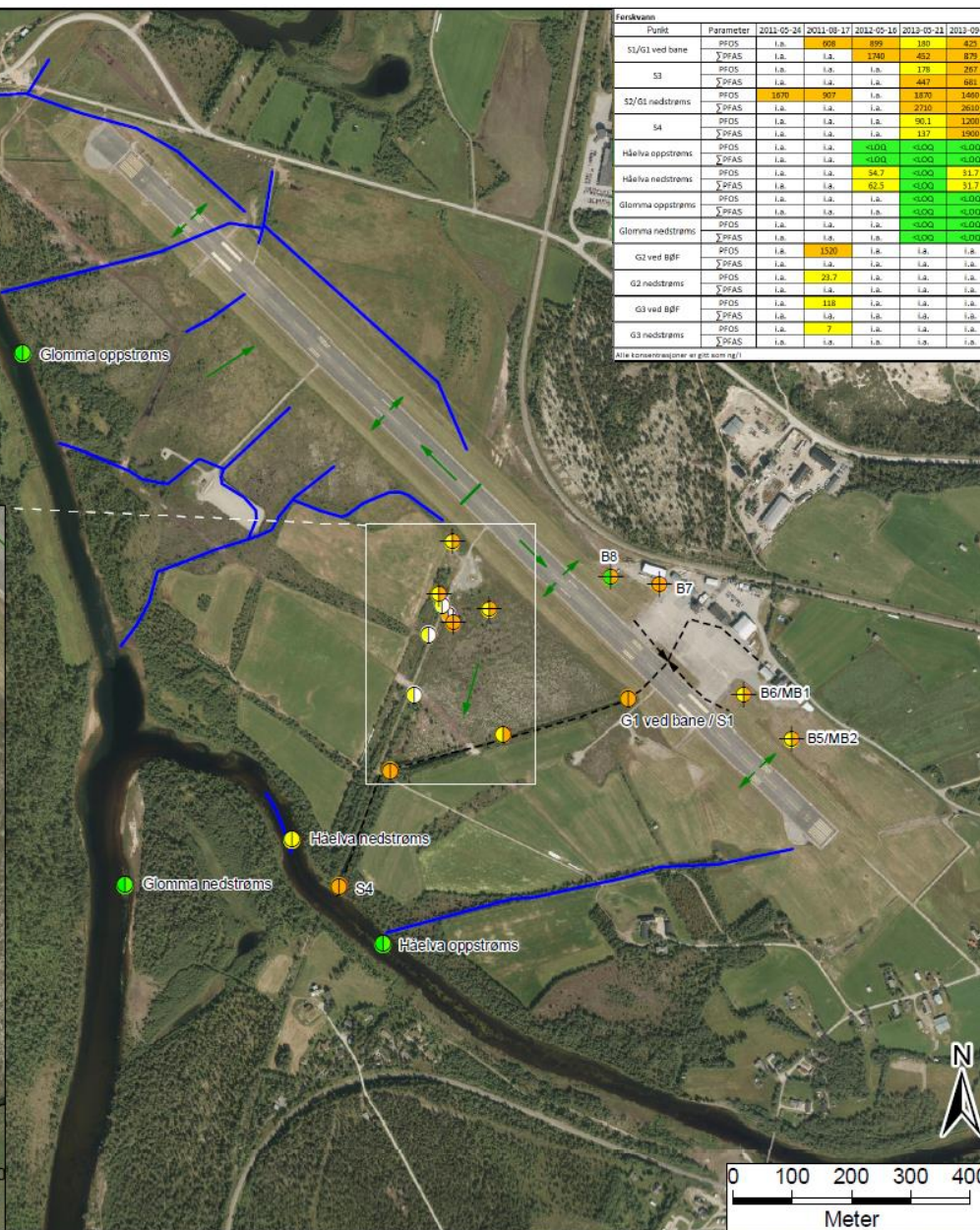
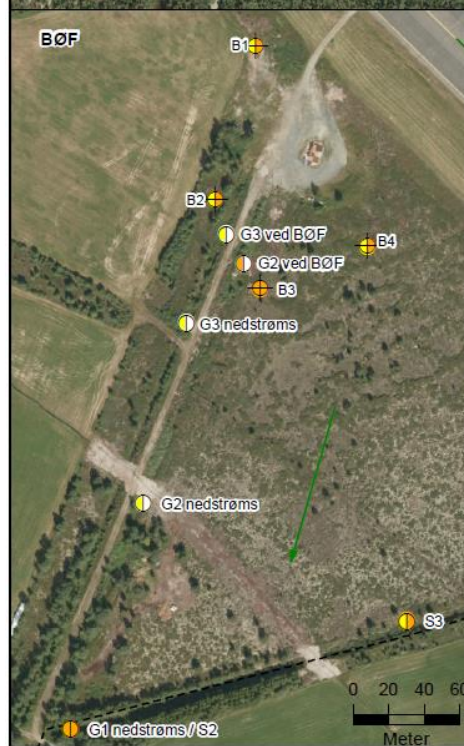
i.a. = ikke analysert

Punkt	Parameter	2012-05-16	2015-05-21	2015-08-21	2015-06-06	2015-09-10
B1	PFOS	1110	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	3840	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
B2	PFOS	38.5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	1290	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
B3	PFOS	15200	183	i.a.	i.a.	51.4
	ΣPFAS	31200	1900	i.a.	i.a.	624.4
B4	PFOS	55.7	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	3386	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
B5/MB2	PFOS	<LOQ	i.a.	16.9	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	843	i.a.	1220	i.a.	i.a.
B6/MB1	PFOS	i.a.	i.a.	69.9	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	1090	i.a.	i.a.
B7	PFOS	10900	i.a.	i.a.	5970	7430
	ΣPFAS	21200	i.a.	i.a.	7310	26200
B8	PFOS	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	805	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l

Punkt	Parameter	2012-05-24	2011-09-17	2012-05-16	2013-05-21	2013-09-10
S1/G1 ved bane	PFOS	i.a.	100	199	180	423
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	1740	462	879
S3	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	178	267
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	447	661
S2/G1 nedstrøms	PFOS	1676	667	i.a.	1570	1490
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	2710	2610
S4	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	90.1	1200
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	117	1900
Hælvå oppstrøms	PFOS	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Hælvå nedstrøms	PFOS	i.a.	i.a.	34.7	<LOQ	31.7
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	63.5	<LOQ	11.7
Glomma oppstrøms	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ
Glomma nedstrøms	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ
G2 ved BØF	PFOS	i.a.	1530	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	23.7	i.a.	i.a.	i.a.
G2 nedstrøms	PFOS	i.a.	118	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	7	i.a.	i.a.	i.a.
G3 ved BØF	PFOS	i.a.	118	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	7	i.a.	i.a.	i.a.
G3 nedstrøms	PFOS	i.a.	118	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	7	i.a.	i.a.	i.a.

Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l



Røros lufthavn (ENRO)

Oversiktskart

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrenn (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

● 0

● <LOQ

● LOQ-230

● 230-36 000

● >36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

● 0

● <LOQ

● LOQ-230

● 230-36 000

● >36 000

Avløpsledning

— Avløp annet

— Spillvann

— Pumpespillvannsledning

— Overvann

— Glykolholdig spillvann

— Glykolholdig overvann

— Drensvann

— Avløp felles

Avrenning

— Deponi glykolforurenset snø

— Overvannsledning

— Avrenningsveg glykol

— Bekkeresipient

— Overvannssystem

— Vannskille rullebane

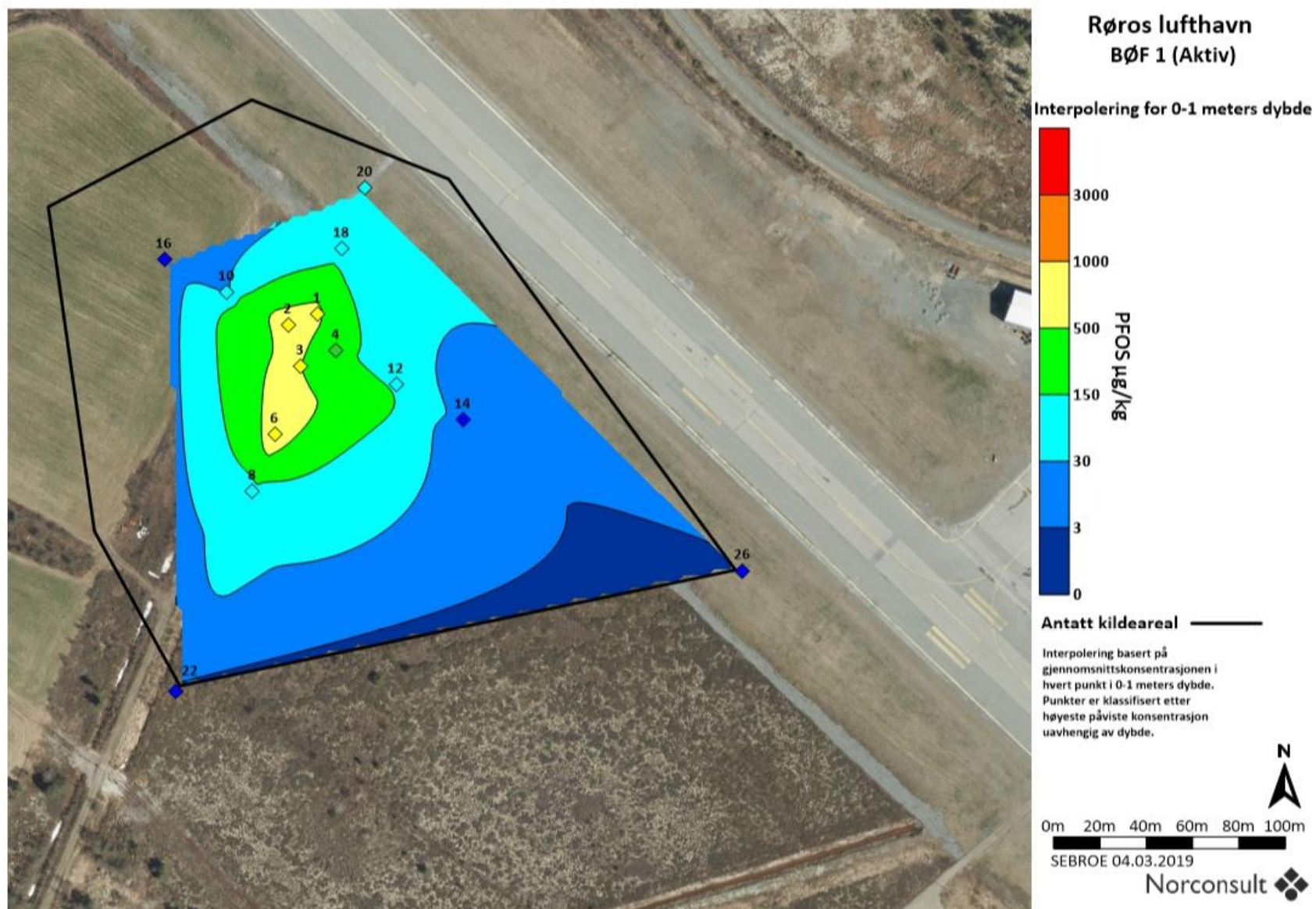
— Antatt avrenningsveg baneavising

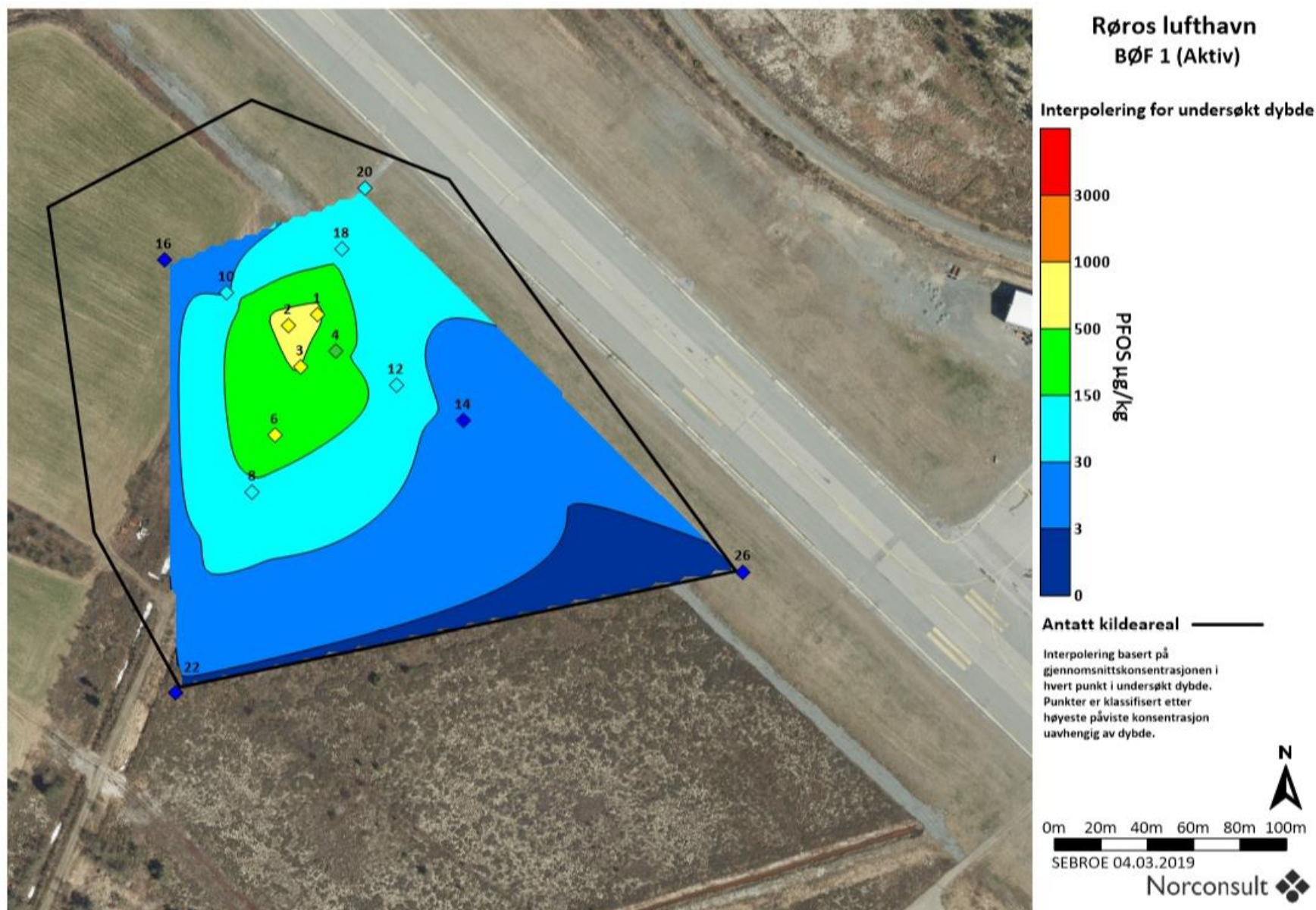
* Venstre halvdel = PFOS

Høyre halvdel = ΣPFAS

LOQ = rapporteringsgrense

i.a. = ikke analysert





23.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (ikke aktivt)
	BØF 1 har vært i bruk siden 1970-årene. PFAS er antatt tatt i bruk fra 1978. Feltet er ikke lenger aktivt. I rapporten fra 2016 står det: Brannøvingsfeltet benyttes nå kun i begrenset omfang etter tillatelse fra Fylkesmannen gitt i 2007. BØF 1 benyttes til ca. 3-4 øvelser i året, bare for flyplassens formål. I tillegg gjennomføres det tester av skumkanoner. Det brukes ca. 400 liter 3% skum og ca. 200 liter fuel i året. Skummet blåses vanligvis i sydlig retning. Øvelsene foregår med utgangspunkt i en betongplattform, men det er ikke noe system for oppsamling av forurensning fra denne.

23.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

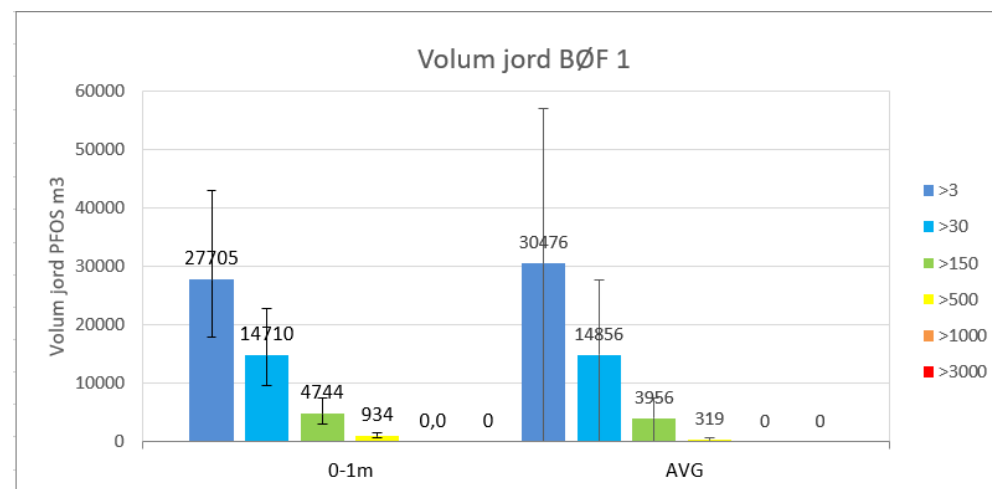
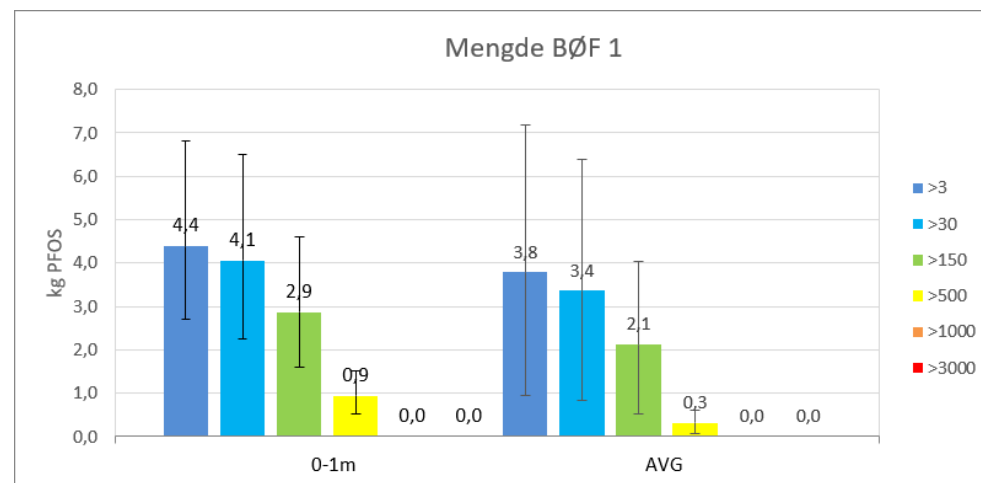
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	480
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 1978 til 2001.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	90
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk av PFAS i perioden 2001 til 2011. I 2011-2012 ble det byttet til et skum uten perfluoreerte forbindelser. Avinor har ikke benyttet PFAS-holdig skum på sine lufthavner etter 2012.

23.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	23
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	15 av prøvene er overflateprøver, tatt i varierende sjikt mellom 0-0,5 meter, fire av prøvene er tatt i varierende sjikt mellom 0,5-1 meter, og fire av prøvene er tatt i varierende dybder mellom 1,1 og 1,6 meter.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	19
Antall jordprøver under 1 m	4
Kommentar/usikkerhet	Det er kun en av de dype prøvene som har påvist PFOS i konsentrasjoner over deteksjonsgrense, det er den dypeste prøven, tatt ved 1,6 meter under terreng.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	924
Hvor	BØF 1-1 (0-0,2 m). Massene består av sand og grus
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	930
Hvor	BØF 1-1 (0-0,2 m). Massene består av sand og grus
Kommentar/usikkerhet	Prøven «BØF 1-1» er kun analysert for PFOS og PFOA. Åtte av prøvene er analysert for 11 PFAS-forbindelser (prøvene fra punktene BØF 8, BØF 10, BØF 14 og BØF 18). Det øvrige prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA.

23.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	73
Areal (m2)	27705
Mengde jord (tonn)	51808
Mengde PFOS (kg)	3,8
Usikkerhet -	2,8
Usikkerhet +	3,4
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	133
Areal (m2)	13505
Mengde jord (tonn)	25254
Mengde PFOS (kg)	3,4
Usikkerhet -	2,5
Usikkerhet +	3,0
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	315
Areal (m2)	3596
Mengde jord (tonn)	6725
Mengde PFOS (kg)	2,1
Usikkerhet -	1,6
Usikkerhet +	1,9
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	593
Areal (m2)	290
Mengde jord (tonn)	542
Mengde PFOS (kg)	0,3
Usikkerhet -	0,2
Usikkerhet +	0,3



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapporten er det antatt at mesteparten av den gjenværende forurensningen ligger sentralt i BØF 1 innenfor et område på 100x100 m, og har en gjennomsnittskonsentrasjon på 500 µg/kg. Det er antatt at de forurensede massene har en mektighet på 1,5 meter. Det er beregnet at det ligger igjen 12,7 kg PFOS og 0,22 kg PFOA i disse massene. I risikovurderingen fra 2016 er det beregnet en restmengde av PFOS på 3 ± 2 kg. Beregningen er basert på en gjennomsnittskonsentrasjon på 116 µg/kg, et areal på 13000 ± 3000 m2, og en dybde på 1 ± 0,5 meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Forurensningen er tilsynelatende avgrenset i overflatemasser mot sør, i ytterpunktene 22 og 26, hvor det ikke er påvist PFOS eller PFOA. I ytterpunkt 16 mot nordvest er det påvist en lav konsentrasjon av PFOS på 2,9 µg/kg. I ytterpunktet mot nord (punkt 20) er det påvist en konsentrasjon av PFOS på 47,3 µg/kg. Forurensningen er derfor minst avgrenset i nordlig/nordøstlig retning, i retning rullebanen. Prøvene i alle ytterpunktene er kun overflateprøver til 0,2 meters dyp.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Det er tatt prøver av masser > 1 meter i fire prøvepunkt. Kun i ett av disse punktene, punkt 4 som ligger sentralt i BØF, er det påvist PFOS i dypere masser av sand/silt ved grunnvannsnivå, og da i en lav konsentrasjon (2,3 µg/kg ved 1,6 meters dyp). I punktene 4, 6 og 12 er det tatt prøver i grunnvannsnivå, mellom 1,1-1,6 meters dyp. Det er ikke påvist PFOS i dette nivået i punkt 6 og 12. Forurensningen er avgrenset vertikalt i prøvepunktene (6, 10, 12 og 18). I sju av prøvepunktene er det kun tatt prøver av overflatemassene ned til ca 0,2 m. For disse punktene er det knyttet usikkerhet til forurensningssituasjonen i de dypere liggende massene.

23.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Fra grøfter (G2 og G3) ved BØF og sørøst for BØF (G1, S1-S4), Håelva (oppstrøms og nedstrøms BØF), i Glomma (oppstrøms og nedstrøms BØF), samt i 4 brønner rundt BØF og 4 brønner øst for flystripen.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	15200
Hvor	B3 (16.05.2012), sørvest for BØF
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	33200
Hvor	B3 (16.05.2012), sørvest for BØF
Kommentar/usikkerhet	Brønnen er etablert ved å trykke brønnspissen ned i de permeable massene av sand ved bruk av gravemaskin. Fra 2016 rapporten: Dette kan ha ført til større mobilisering av PFAS fra umettet sone enn det som er tilfelle ved boring. Det er også ved andre lufthavner funnet høye initiale verdier i slike pressede brønner. Det ble derfor tatt supplerende prøver av denne brønnen også i 2013. Konsentrasjonene av PFOS er da i mai 183 ng/l og i september 51,4 ng/l, mens PFAS er i mai 1900 ng/l og i september 624,4 ng/l.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	1 870
Hvor	S2 (21.05.2013), i krysset mellom grøften som drenerer BØF og grøft fra terminalområdet.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	2 710
Hvor	S2 (21.05.2013), i krysset mellom grøften som drenerer BØF og grøft fra terminalområdet.
Kommentar/usikkerhet	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	20 (50)*
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Håelva, som renner ut i Glomma
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon
	Terranget i området er svært flatt. Det antas at grunnvannet i området rundt BØF i hovedsak dreneres mot grøften som ligger sørvest og sør for BØF, og renner ut i Håelva. Denne grøfta mot sør samler antageligvis også vann fra terminalbygget og flyoppstillingsområdet. Det er sannsynlig at strømningsretningen varierer med årstidene. *Det er beregnet en årlig spredningsmengde for hele lufthavnen basert på målinger i punkt S4 som er ved utløpet fra grøftesystemene til Håelva.

23.6 Biotaprøvetaking

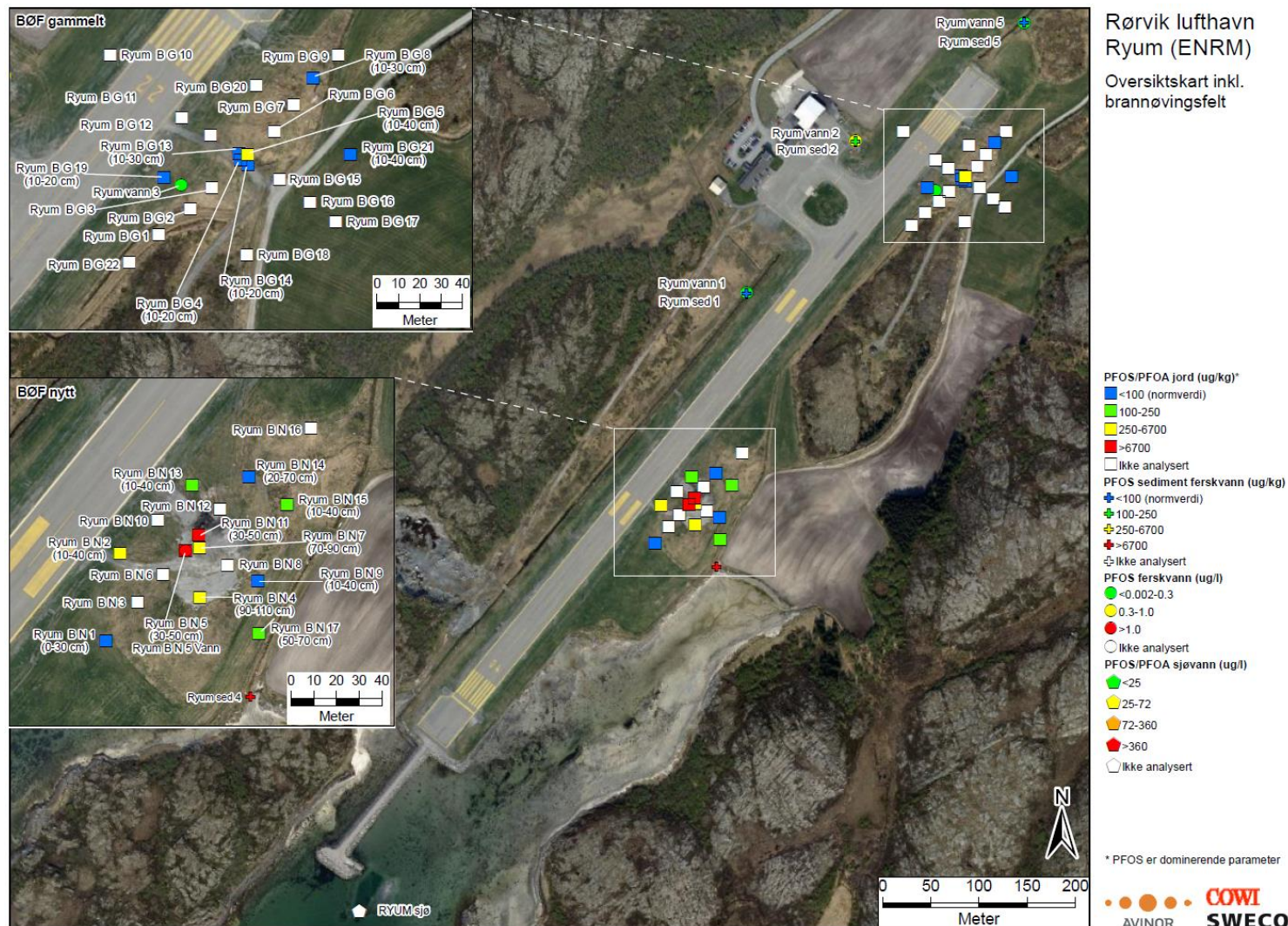
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Harr og Sik
Hvor mange prøver?	10 muskel individprøver av harr og 3 muskel individprøver av sik ble analysert.
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	4,1
Hvor	Håelva, Harr nr 5, muskel
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	4,1
Hvor	Håelva, Harr nr 5, muskel
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Gjennomsnittsverdi for PFOS i muskelprøver fra sik i Femunden er på 0,05 µg/kg våtvekt. Dette tallet er hentet fra Miljødirektoratets rapport "Miljøgifter i store norske innsjøer, M-548", fra 2015. Det har ikke lyktes å finne mediankonsentrasjoner for PFOS i harr i en sammenlignbar populasjon. Ettersom harr er en art i laksefamilien, sammenlignes konsentrasjonene med prøver av ørret fra Evenes. I seks muskel individprøver av ørret fra Langvatnet ved Evenes lufthavn Harstad var gjennomsnittsinholdet av PFOS på 14,89 ug/kg vv (median 15,64), og for PFAS på 20,53 ug/kg vv (median 23,27).
Kommentar/referanse	Det er generelt påvist lave konsentrasjoner av PFAS i biotaprøvene tatt i Håelva. I sik ble det ikke påvist PFAS. I harr hadde 3 av 10 individer innhold av PFAS over deteksjonsgrensen (1 µg/kg vv). Gjennomsnittsverdien for PFOS i disse 3 individene var 3,6 µg/kg vv. Det ble ikke påvist andre PFAS-forbindelser. Man finner som regel høyere verdier av PFAS i lever enn i muskel, fordi PFAS akkumulerer i blodfylte organer som lever, nyrer og galle.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Miljøkvalitetsstandard i organismer i Miljødirektoratets veileder M-608: 9,1 ug/kg våtvekt. Biotaprøvene av harr og sik viser konsentrasjoner under dette. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.

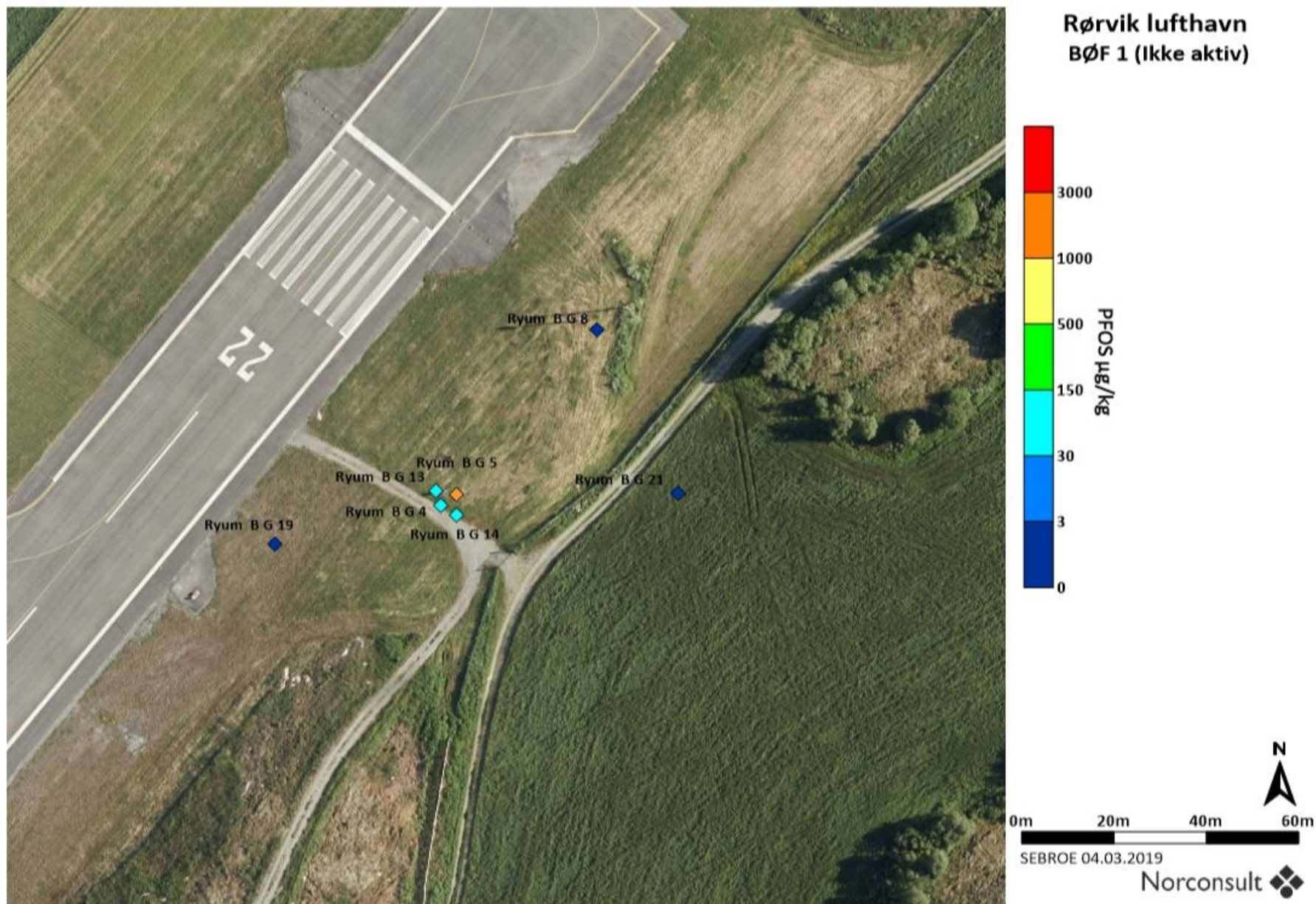
23.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert. Konsentrasjonene i jord og utbredelsen basert på kartleggingen tilsier at det ikke er så store mengder PFOS ved BØF, og at forurensingen ligger i umettet sone. Det er kun påvist PFOS i lave konsentrasjoner i en jordprøve fra grunnvannsnivå. Massene i området er sandige og permeable, slik at forurensning av PFAS som når grunnvannsnivå forventes å spres med grunnvann, som er påtruffet på nivåer mellom 1,1 og 1,6 meter ved BØF. Det er analysert for PFOS og PFAS i grunnvann, og for PFOS i grøfter nedstrøms BØF. Påviste konsentrasjoner i både grunnvann og vann fra grøft viser en pågående utlekking. Utvasking fra umettet sone og konsentrasjoner i grunnvannet vil variere med infiltrasjon ved nedbør og snøsmelting.
Vurderinger	Det antas at PFAS forurensning fra BØF hovedsakelig drenerer via grunnvannet og i en grøft mot sørvest, og/eller mot grøft i sør. Vann fra begge grøfter renner ut i Håelva. Grunnvannsbrønnene ved BØF er nord, sørvest, sør og sørøst for BØF. Den høyeste konsentrasjonen av PFAS i grunnvann er påvist i brønn B3, som ligger rett nedstrøms BØF. Det ble påvist høyest konsentrasjoner ved etablering i 2012, og lavere i 2013 som antas å være mer representative målinger på grunn av mobilisering av PFAS ved etablering. Det er ikke grunn til å tro at forurensningen i B3 har noen annen kilde enn BØF, i og med at B3 er plassert rett nedstrøms BØF. Brønnene B1, B2 og B4 er kun prøvetatt ved etablering, og det er derfor usikkert om konsentrasjonene i vann fra disse brønnene er forhøyet på grunn av mobilisering av forurensning i massene. Felles for alle grunnvannsprøvene tatt ved BØF er at det er langt høyere konsentrasjoner av sum PFAS sammenlignet med PFOS. I jordprøver er det ikke analysert for andre forbindelser enn PFOS og PFOA i de sjaktene som har de høyeste jordkonsentrasjonene. I de jordprøvene det er analysert for 12 PFAS forbindelser, er konsentrasjonene av PFOS høyest, og det er ellers forbindelsene PFHxS, PFHxA, PFOA og PFPeA som er tilstede. 6:2 FTS er påvist i to prøver. Prøvene av overflatevann i grøften som renner fra BØF mot Håelva viser høye konsentrasjoner av PFOS nær BØF (G2), og avtagende med økende avstand fra BØF (G2 nedstrøms). I krysset hvor grøften fra BØF møter grøften som fører overvann fra terminalområdet er det de høyeste konsentrasjonene av PFOS og PFAS påvist (S2). Vannprøver i Håelva nedstrøms grøfteutløpet har PFAS konsentrasjoner mellom 30 og 60 ng/l. Det er ikke påvist PFAS i prøven oppstrøms. Dette tyder på spredning til Håelva fra BØF og terminalområdet. Selv om det er påvist til dels betydelige konsentrasjoner av andre PFAS-forbindelser i grøften i prøvepunkt S1-S4, er det kun i den ene prøven påvist én annen PFAS-forbindelse (PFHxS) i Håelva. Det er ikke påvist PFAS i prøven fra Glomma. En mulig grunn til de relativt lave konsentrasjonene av PFOS i harr, er at denne fiskearten vandrer lange strekninger, og ikke oppholder seg lenge på ett sted. Analyseresultatene indikerer ikke at det er en akkumulasjon av PFAS med økende kroppslengde/alder, noe som også kan bety at fisken som ble fanget ikke har sin oppholdstid i Håelva hele året. Sik er også en vandrende fiskeart. Det er ikke tatt prøver av mer stasjonære biotatyper, og basert på prøvegrunnlaget som er tilgjengelig er det derfor vanskelig å konkludere rundt sammenhengen mellom de målte konsentrasjonene i grunnen og biota.

Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?	Grunnvannsprøvene tatt nord for rullebanen (B7), ved rubbhall og påfyllingskabinett, indikerer at det er en kilde til PFAS-forurensning også i dette området (PFOS konsentrasjoner i tre prøver tatt i perioden mai 2012 til september 2013 er mellom 5900-10900 ng/l og PFAS på 7300-13300 ng/l). Det er oppgitt i 2016 rapporten at det i dette området foregår vasking av brannbiler etter øvelser på BØF. Konsentrasjonene i B7 er imidlertid høyere enn i alle prøvene tatt i brønnene ved BØF, foruten den ene prøven tatt i B3 i 2012. I prøvene fra B7 er PFOS den dominerende komponenten. I grunnvannsbrønnene som er sørst for terminalområdet (B5/MB2 og B6/MB1) er det ikke så høye konsentrasjoner av PFOS (mellom 10 og 70 ng/l), men konsentrasjonene av PFAS er mellom 840 og 1300 ng/l. Den ulike sammensetningen av forbindelser i prøver fra brønnen B7 sammenlignet med brønnene B5 og B6, kan skyldes at det er ulike kilder til forurensning i disse områdene. Dette er imidlertid usikkert. Konsentrasjonene er generelt mye høyere ved B7. I vannprøver i grøften som kommer fra terminalområdet (S1 og S3) før den møter grøften fra BØF er det betydelige konsentrasjoner av PFOS (170-900 ng/l) og PFAS (450-1740 ng/l).
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Det er tatt 4 prøver dypere enn 1 meter, og kun en av disse er i de fem sjaktene med høyest konsentrasjoner av PFOS i jord. Dette gir et begrenset grunnlag for å vurdere forurensningsgraden til de dypereliggende massene på området, og hvor stor vertikal utbredelse det er av forurensningen.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Rundt Røros lufthavn forekommer det flere arter (dyr, fugler og planter) med stor og særlig stor forvaltningsinteresse. Det er også registrert flere viktige naturtyper rundt lufthavnen. Nordøst for lufthavnen ligger det et landskapsvernområde, "Kvitsanden". I tillegg ligger områdene "Floan", "Sundlia", "Hånesmyrene" rundt flyplassen. Det er i tillegg registrert noen viktige kulturminner nordøst for lufthavnen. Håelva er en fiskeelv, hvor det finnes blant annet ørret, harr, sik, gjedde og abbor. De nedre delene av Håelva er hyppig benyttet som fiskeplass for sportsfiskere, og er en av de beste fiskeplassene for harr i landsdelen. Det er på BØF påvist THC i tilstandsklasse 2-3 i to av jordprøvene, og i tilstandsklasse 4-5 i to av jordprøvene.

24 Rørvik lufthavn, Ryum

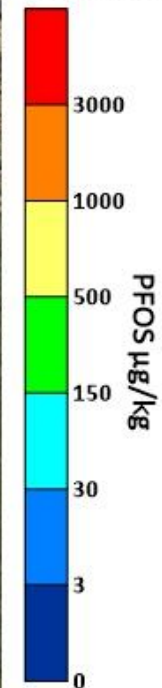






**Rørvik lufthavn
BØF 2 (Ikke aktiv)**

Interpolering for 0-1 meters dybde



Interpolering basert på
gjennomsnittskonsentrasjonen i
hvert punkt i 0-1 meters dybde.
Punkter er klassifisert etter
høyeste påviste konsentrasjon
uavhengig av dybde.

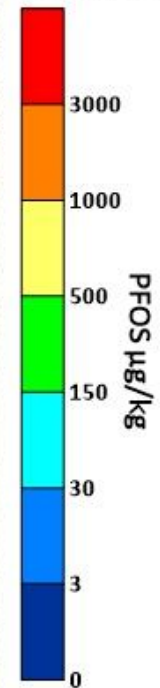


SEBROE 04.03.2019



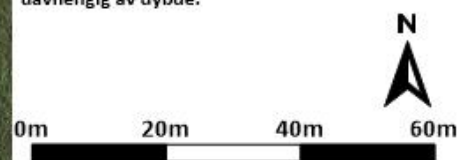
**Rørvik lufthavn
BØF 2 (Ikke aktiv)**

Interpolering for undersøkt dybde



PFOS µg/kg

Interpolering basert på
gjennomsnittskonsentrasjonen i
hvert punkt i undersøkt dybde.
Punkter er klassifisert etter
høyeste påviste konsentrasjon
uavhengig av dybde.



SEBROE 04.03.2019

24.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)
	Ikke oppgitt driftsperiode	BØF 2 er brukt fra 1990-2005

24.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

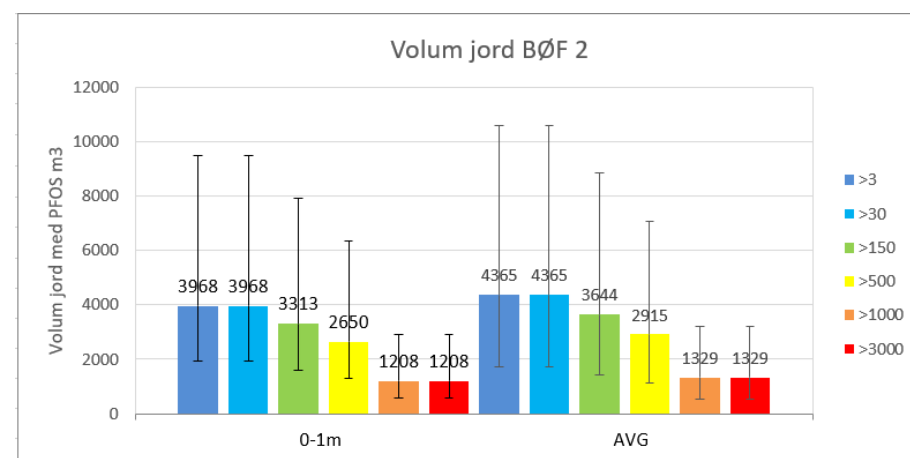
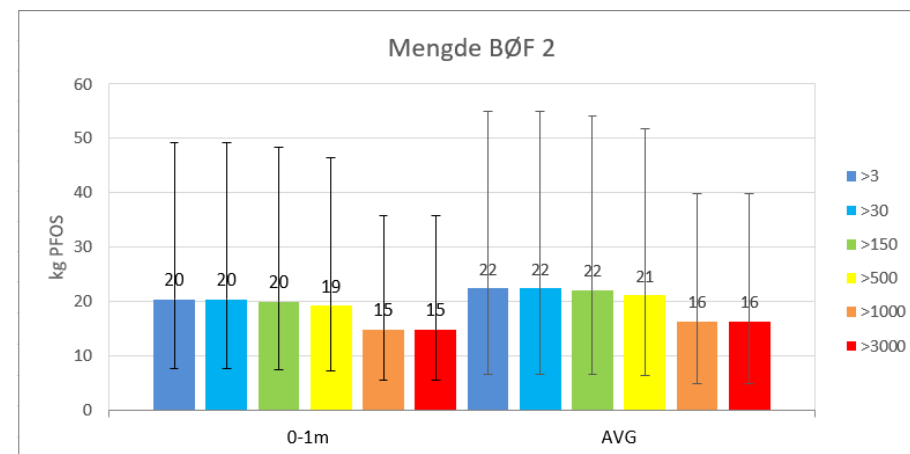
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke opplysninger om forbruk av skum på lokaliteten.	Årlig forbruk AFFF 750 l og 400 kg pulver
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		

24.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	7	11
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	100% av prøvene er tatt fra 0-0,2 m	Prøvene er tatt på varierende dyp innenfor 0-1,1 m.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	7	11
Antall jordprøver under 1 m	0	1
Kommentar/usikkerhet		Prøven er fra 0.9-1.1 m. Totalt antall blir 12 hvis man deler opp den prøven med dybdeintervall innenfor både den øvre meter og dypere.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	1850	25900
Hvor	Ryum-B-G-5 (0-0.2 m)	Ryum-B-N-5 (0.3-0.5 m)
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	1850	25900
Hvor	Ryum-B-G-5 (0-0.2 m)	Ryum-B-N-5 (0.3-0.5 m)
Kommentar/usikkerhet	Prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA.	Det er målt 6:2 FTS i fire prøver, resten av prøvene kun PFOS og PFOA. Det er ikke vedlagt analyserapporter for de fire jordprøvene, slik at de kan være analyser for flere forbindelser. Prøven Ryum BN 5 0.3-0.5 m er kun analysert for PFOS og PFOA, konsentrasjonen av PFOS i prøven utpeker seg som svært høy sammenlignet med nest høyeste RYUM-B-N-11 0,3-0,5 m på 7730 ug/kg.

24.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	Det er ikke beregnet mengder for BØF 1	
Konsentrasjon (µg/kg)		3207
Areal (m2)		3968
Mengde jord (tonn)		6984
Mengde PFOS (kg)		22
Usikkerhet -		16
Usikkerhet +		33
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		3207
Areal (m2)		3968
Mengde jord (tonn)		6984
Mengde PFOS (kg)		22
Usikkerhet -		16
Usikkerhet +		33
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		3778
Areal (m2)		3313
Mengde jord (tonn)		5831
Mengde PFOS (kg)		22
Usikkerhet -		15
Usikkerhet +		32
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		4524
Areal (m2)		2650
Mengde jord (tonn)		4664
Mengde PFOS (kg)		21
Usikkerhet -		15
Usikkerhet +		31



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		7655
Areal (m2)		1208
Mengde jord (tonn)		2126
Mengde PFOS (kg)		16
Usikkerhet -		11
Usikkerhet +		24
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		7655
Areal (m2)		1208
Mengde jord (tonn)		2126
Mengde PFOS (kg)		16
Usikkerhet -		11
Usikkerhet +		24

Brannøvingfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)
Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapport fra 2012 er det ikke beregnet restmengde PFOS/PFAS, men anslått at det er lite.	I DP2 rapporten fra 2012 er det beregnet en restmengde på 14 kg PFOS i jorden. Det er benyttet et kildeområde på 2 500 m2, og en dybde på 1 meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Ikke mot nord/nordvest eller sør, men de ytterste prøvene B-G-8 i nordøst, B-G-19 i vest og B-G-21 i øst er under deteksjonsgrensen.	Nei, kun prøven Ryum BN1 (0-30 cm) mot sørvest er under deteksjonsgrensen.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, det er kun tatt prøver i øverste lag, så det foreligger ingen informasjon om hvor dypt forurensningen strekker seg, eller eventuelle nivåer av forurensning i dypere lag. Det er angitt at det er marin leire på ca. 50 cm dyp.	Ja, det er tatt prøver helt ned til estimert fjelldybde
Kommentar/usikkerhet		

24.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Ja
Hvor	Kum ved BØF, Kulvert ved start bekk (Påvirkning fra terminalområdet og eldste BØF), Kum nedstrøms oljeutskiller (Påvirkning fra terminalområdet), Bekk oppstrøms flyplass (Bakgrunnskonsentrasjon)	Sjakt B N 5(2011), Sjø (2012), Bekk oppstrøms flyplass (Bakgrunnskonsentrasjon)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Grunnvann ikke prøvetatt	527 000
Hvor		I Sjakt B N 5 (2011)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	Grunnvann ikke prøvetatt	541 900
Hvor		I Sjakt B N 5 (2011), (inkludert PFOA)
Kommentar/usikkerhet		Prøven er kun analysert for PFOA og PFOS.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	307	Ikke tatt relevante prøver, prøve av sjøvann under deteksjonsgrense
Hvor	Vann 2 (2011). Kum nedstrøms oljeutskiller (påvirkning fra terminalområdet)	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	342	Ikke tatt relevante prøver, prøve av sjøvann under deteksjonsgrense
Hvor	Vann 2 (2011). Kum nedstrøms oljeutskiller (påvirkning fra terminalområdet)	
Kommentar/usikkerhet	Vannprøvene fra 2011 er kun analysert for PFOA, PFOS. Vannprøvene fra 2012 er analysert for flere forbindelser, men analysevedlegg er ikke vedlagt rapporten. Kun PFOS, PFOA og 6:2 FTS, samt sum PFC er vist i tabellene i rapporten. Konsentrasjonene av PFOS er generelt lavere i 2012 enn i 2011. For BØF 1 (eldste BØF) er det påvist PFOS i vann i en kum ved BØF (Vann 3) og i Vann 1 som er en kulvert med en bekk på andre siden av rullebanen for BØF nedstrøms terminalområdet, målingene viser henholdsvis 111 og 158 ng/l PFOS ved prøvetaking i 2011. Vann 2 som er en kum nedstrøms oljeutskiller ved terminalbygget (307 ng/l) er rett på andre siden av flystripen for BØF 1. Det er ikke påvist PFOS i vann 5 som ligger oppstrøms BØF og oppstrøms lufthavnen, men det er påvist 15,9 ng/l PFC.	Vann i sjakt har høyt innhold av partikler som PFOS kan være bundet til, i tillegg til at PFOS mobiliseres ved graving under vannstand. Vannprøvene fra 2011 er kun analysert for PFOA, PFOS. Vannprøvene fra 2012 er analysert for flere forbindelser, men analysevedlegg er ikke vedlagt rapporten. Kun PFOS, PFOA og 6:2 FTS, samt sum PFC er vist i tabellene i rapporten.

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	82	830
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke analysert/vurdert	Ikke analysert/vurdert
Til hvilken resipient	Drenering langs rullebanen til Vikan (sjø)	Fra grunnvann til nærliggende bekk sørøst for feltet (ca. 60 m fra BØF til sjø, Vikan)
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannprøve i bekken (Vann 1)	Vannprøve i sjakt, og derfor kan den være lite representativ pga mobilisering av PFOS.

24.6 Biotaprøvetaking

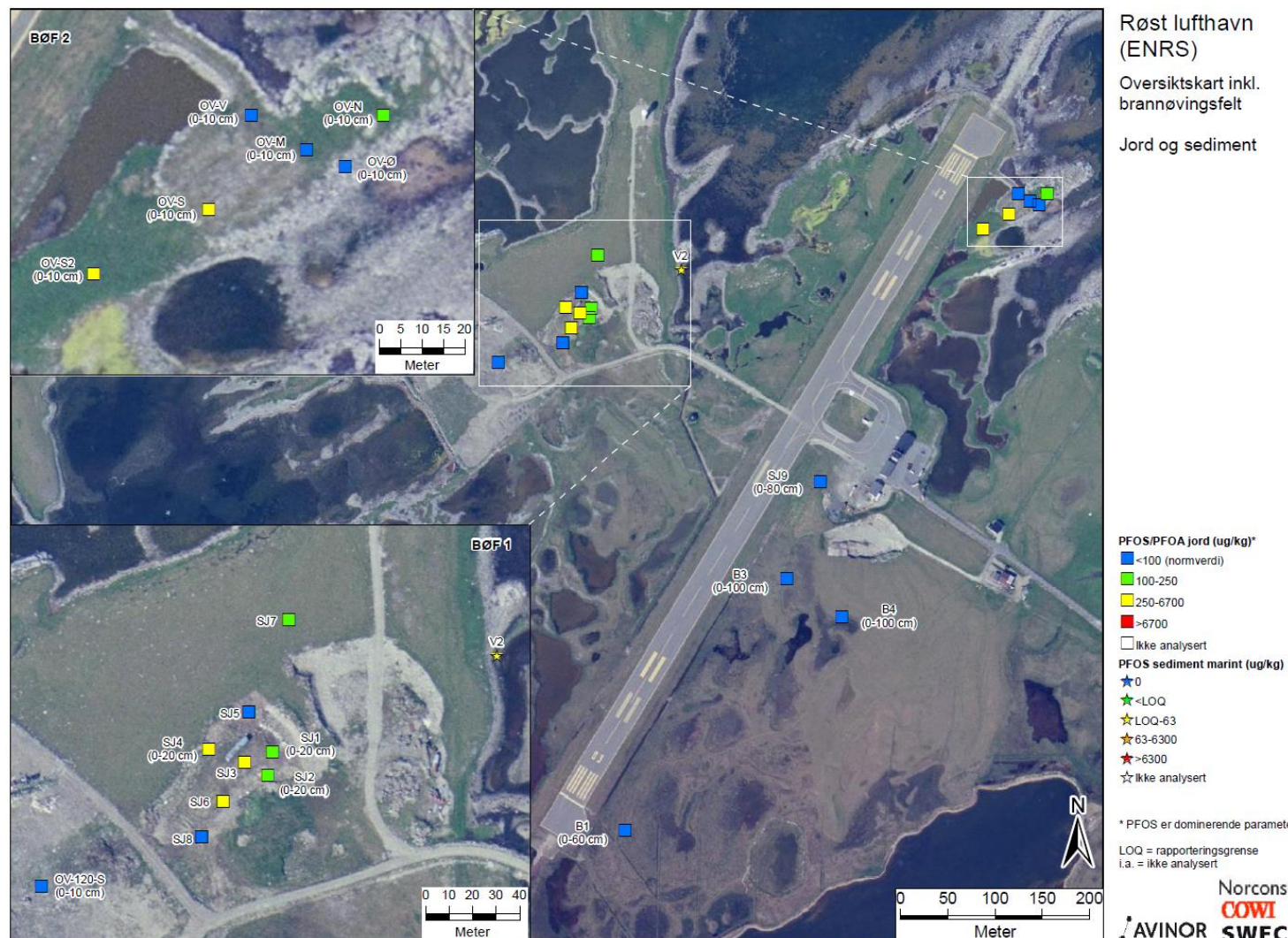
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei	Nei
Hva for biota?		
Hvor mange prøver?		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)		
Kommentar/referanse		
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.		

24.7 Usikkerhet og øvrige forhold

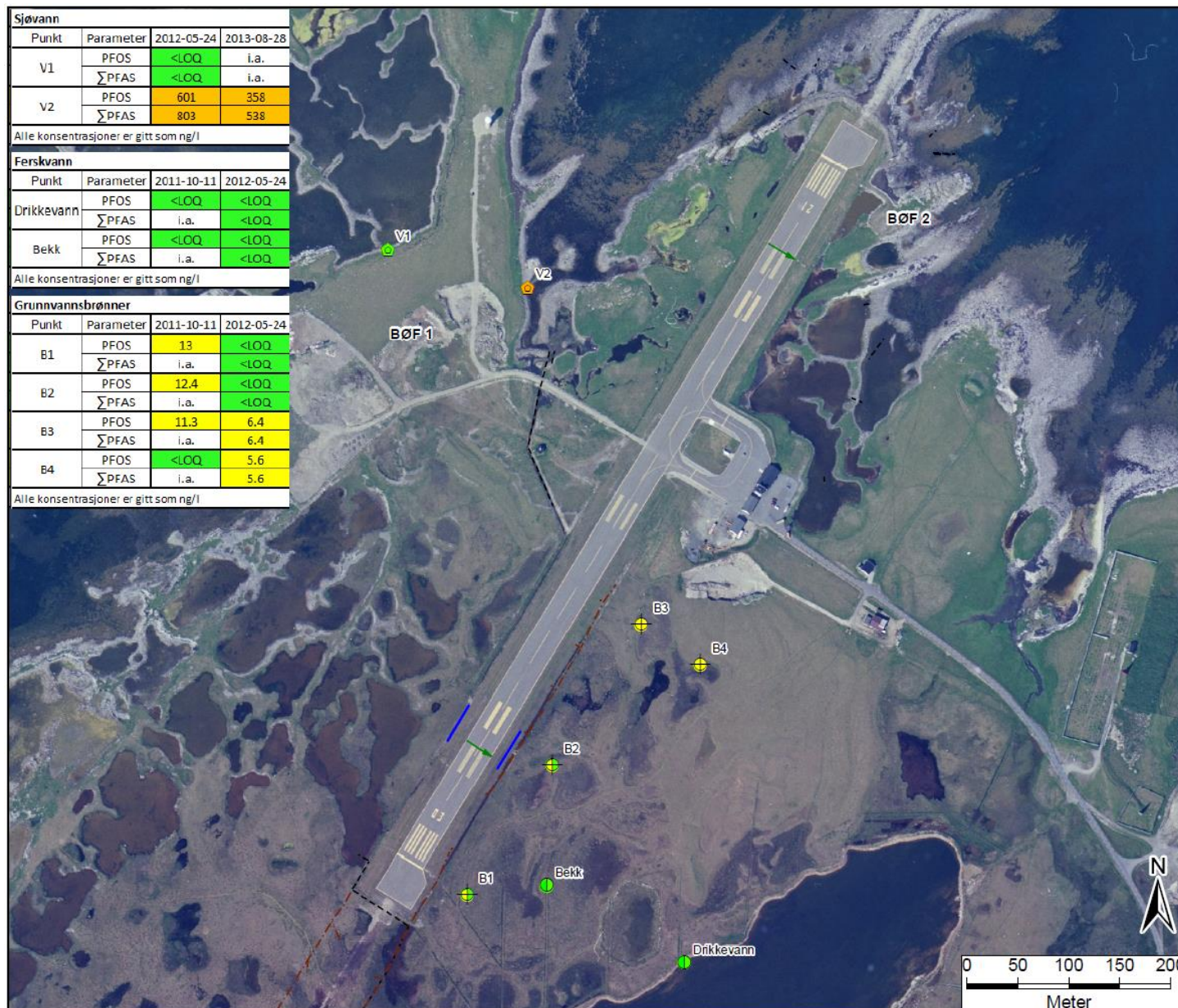
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Ikke vurdert. Det er lite prøver i jord og vann, og ingen i biota.	Kan ikke vurderes sikkert for vann, og det er ikke tatt prøver av biota.
Vurderinger		På Rørvik lufthavn er det generelt marine avsetninger fra finsand til leire, stedvis med myravsetninger over. På BØF er grunnforholdene variable, fra sandavsetninger til fjell på mindre enn 1 m dybde. Sentrum av feltet ligger på en liten kolle, det er grunt til fjell på toppen av denne, og mer løsmasser mot sørøst. Grunnvannsnivå er ikke oppgitt, men antas å være ca 0,5 m under terreng basert på dybde av sjakt B-N-5 der grunnvansprøve er tatt. Konsentrasjonen av PFOS i grunnvann i sjakten Ryum BN5 er 527 000 ng/l, og kan være påvirket av mobilisering ved graving. Konsentrasjonen i jord fra 30-50 cm i denne sjakten er imidlertid også spesielt høy (25 900 µg/kg). Det er forøvrig ikke tatt nok prøver av vann som kan knyttes til denne BØF. Det er tatt en prøve av sediment (Sed 4) i bekken rett sør for BØF som har konsentrasjon på 6740 µg/kg.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er usikkert hvor grunnvann fra (den eldste) BØF 1 dreneres, og om det går grøfter langs rullebanenes østre side mellom den eldste og den yngre BØF. Vannprøvene tatt på vestsiden av rullebanen (Vann 1 og Vann 2) kan være påvirket av evt annen aktivitet på lufthavnen. Prøven tatt oppstrøms lufthavnen har også påvist PFC i lave konsentrasjoner.	Det er ikke oppgitt at det er ytterligere kilder til PFOS på lokaliteten, eller på lufthavnen forøvrig, men det kan ikke utelukkes at det er andre lokaliteter med PFOS eller PFAS forurensning på lufthavnen. Feks fra bruk av brannslukningsskum for testing av utstyr som ofte har vært gjort på vilkårlige steder.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, lokaliteten er ikke godt nok kartlagt til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.

Kommentar/usikkerhet	Det er en jordprøve med høy konsentrasjon, og denne er ikke avgrenset. Det er også noe usikkert om senter av BØF er prøvetatt, ettersom det ikke er noen installasjoner eller annet som viser nøyaktig hvor øvelsene har pågått. Det er sju jordprøver totalt, og det er kun fire jordprøver med PFOS detektert, slik at det kan ikke beregnes mengder PFOS i grunnen. Alle prøver er overflateprøver.	
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	På naturbase er det ikke registrert verneområder ved lufthavnen, men det er registrert viktige naturtyper som; naturbeitemark, erstatningsbiotoper, sand og grusstrand, rikmyr og gammel boreal lauvskog. Det er også registrert arter av stor eller særlig stor forvaltningsinteresse; fiolett rødspore, kalkvokssopp, lillagrå rødspore, brun engvokssopp, bittervokssopp. Vannmassene utenfor lufthavnen er beite- og oppvekstområder for sild, hyse, m.m. Det er på BØF 1 påvist THC i tilstandsklasse 2 i to jordprøver, og tilstandsklasse 4 i en jordprøve.	

25 Røst lufthavn



Sjøvann			
Punkt	Parameter	2012-05-24	2013-08-28
V1	PFOS	<LOQ	i.a.
	ΣPFAS	<LOQ	i.a.
V2	PFOS	601	358
	ΣPFAS	803	538
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l			
Ferskvann			
Punkt	Parameter	2011-10-11	2012-05-24
Drikkevann	PFOS	<LOQ	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
Bekk	PFOS	<LOQ	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l			
Grunnvannsbrønner			
Punkt	Parameter	2011-10-11	2012-05-24
B1	PFOS	13	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
B2	PFOS	12,4	<LOQ
	ΣPFAS	i.a.	<LOQ
B3	PFOS	11,3	6,4
	ΣPFAS	i.a.	6,4
B4	PFOS	<LOQ	5,6
	ΣPFAS	i.a.	5,6
Alle konsentrasjoner er gitt som ng/l			



Røst lufthavn (ENRS)

Oversiktskart inkl.
brannøvingsfelt

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrønn (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

* Venstre halvdel = PFOS
Høyre halvdel = PFAS

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

* Venstre halvdel = PFOS
Høyre halvdel = PFAS

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS sjøvann (ng/l) **

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

** Senter = PFOS
Ytre ramme = PFAS

LOQ-23

23-7 200

>7 200

Avlopsledning

— Avløp annet

— Avløp Felles

— Drensvann

— Glykolholdig overvann

— Glykolholdig spillvann

— Overvann

— Pumpsplivannsledning

— Spillvann

Avrenning

— Deponi glykolforurenset snø

— Overvannsledning

— Avrenningsveg glykol

— Bekkeresipient

— Overvannsystem

— Vannskille rullebane

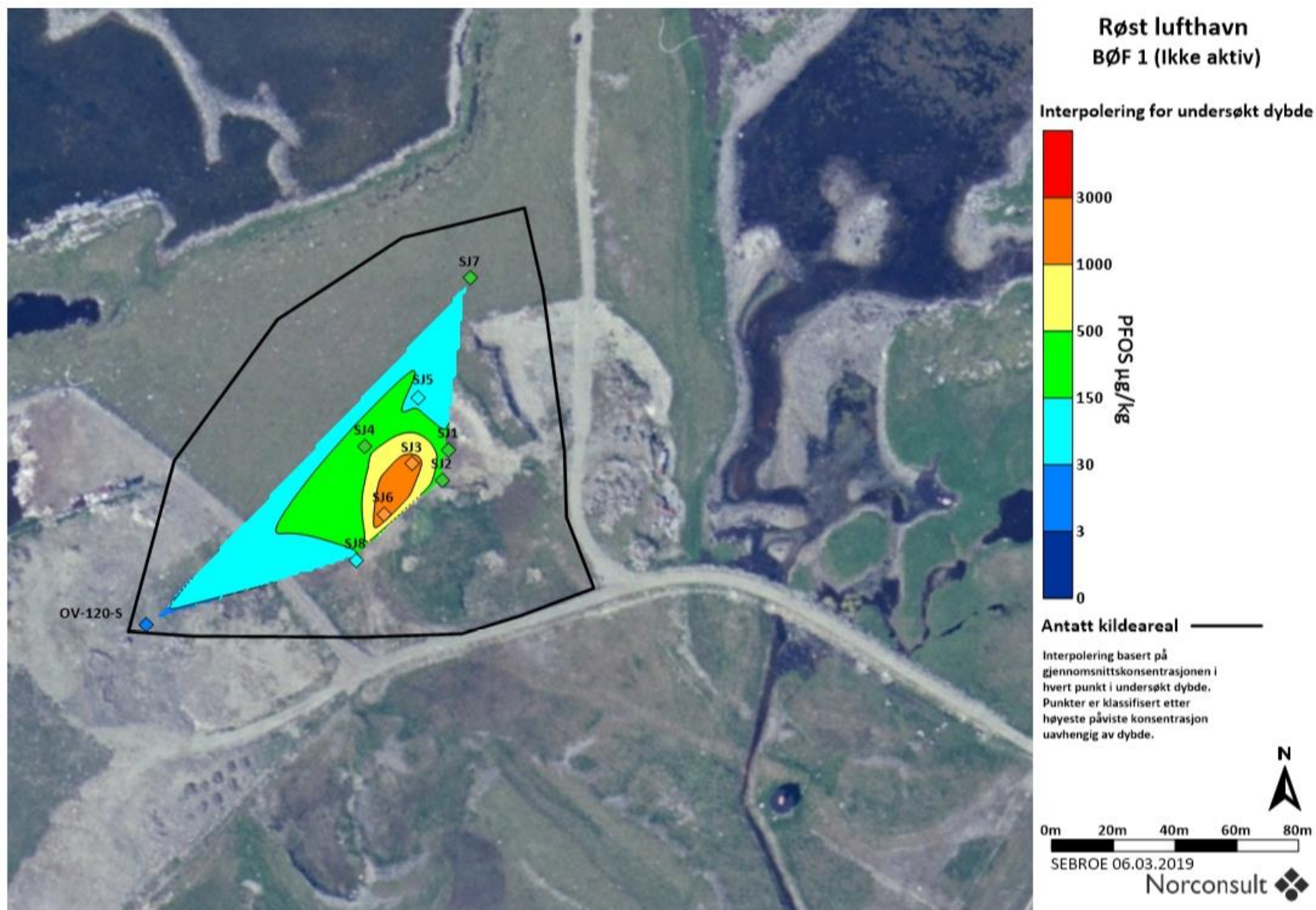
— Antatt avrenningsveg baneavising

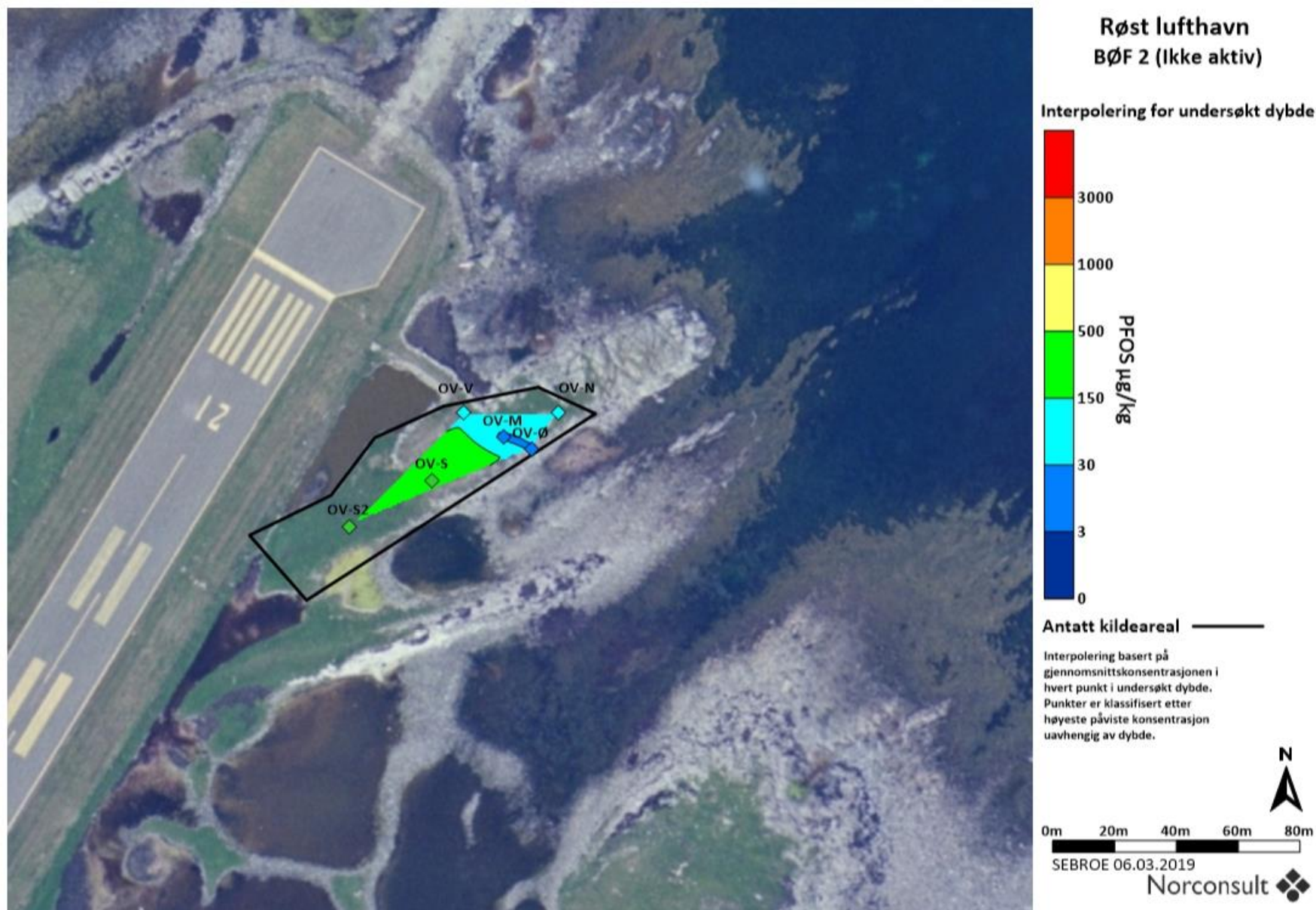
i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense

AVINOR

Norconsult
SWECO





25.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (ikke aktivt)	BØF2 (gammelt)
	Har vært i bruk siden 1998, men er ikke lenger aktivt. Feltet er anlagt i et massetak, og grunnen består av grus over fjell. På øvingsområdet står det en container (2*12 m), samt tre åpne, rektangulære kar til bruk under brannøvelse	BØF 2 var i bruk fra 1987 frem til det ble nedlagt i 1998. Det er ingen synlige installasjoner i området. Masser fra dette feltet skal være flyttet til ytterkant av sikkerhetsområdene øst for rullebanen.

25.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

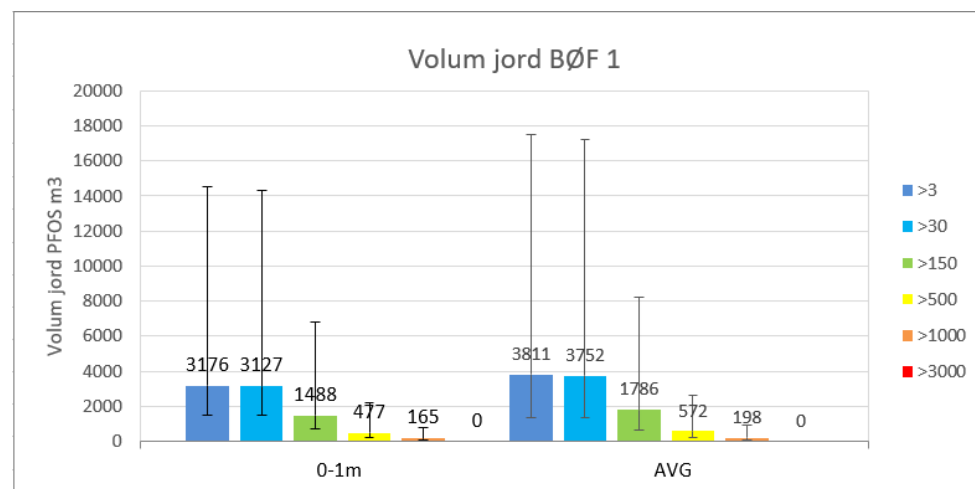
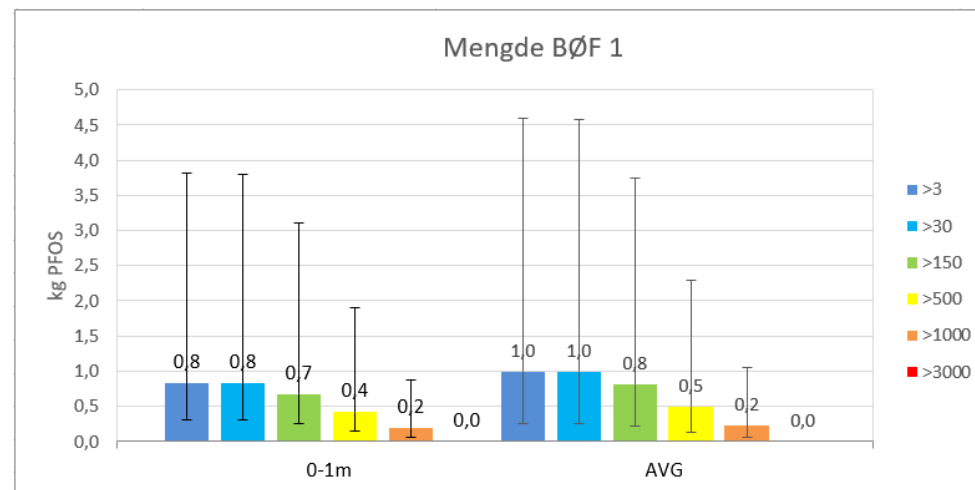
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	5	15
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 1998 til 2001.	Estimert forbruk i perioden 1987 til 1998.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	5	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 2002 til 2012. Avinor faset ut bruken av skum med PFAS som hovedkomponent i 2012.	Feltet ble nedlagt før overgangen til slukkeskum med andre PFAS-forbindelser enn PFOS som hovedkomponenter.

25.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	14	6
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Det ble tatt prøver fra ni prøvepunkter, og ni av prøvene er overflateprøver (0 – 10 eller 0 – 20 cm). I fem av punktene ble det analysert på prøver tatt av litt dypere intervaller, men det er kun en prøve dypere enn en meter (ned til 1,2 meter). Massene består av grus over fjell.	Samtlige prøver er av overflatemasser. Massene på BØF er oppgitt å bestå av et tynt gruslag over fjell. Prøver ble kun tatt i sjiktet 0 – 10 cm da det er fjell rett under.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	14	6
Antall jordprøver under 1 m	1	0
Kommentar/usikkerhet	15 prøver til sammen dersom man deler opp den prøven som går over både 0-1 meter og > 1 meter.	
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	2620	493
Hvor	Sj3-3 (0-0,1 m). Massene består av sandig grus med stein.	OV-S2-23 (0-0,1 m). Massene består av jord.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	2625,6	496,7
Hvor	Sj3-3 (0-0,1 m). Massene består av sandig grus med stein.	OV-S2-23 (0-0,1 m). Massene består av jord.
Kommentar/usikkerhet	Prøve Sj3-3 er kun analysert for PFOS og PFOA. 8 av prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA. 6 av prøvene ved BØF 1 er analysert for 12 ulike PFAS forbindelser. Det er påvist 6:2 FTS i to av prøvene, og i en prøve er det også påvist noe PFHxS og PFHxA.	Samtlige prøver er kun analysert for PFOS og PFOA

25.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	BØF 1	BØF 2
Konsentrasjon (µg/kg)	272	216
Areal (m2)	3176	701
Mengde jord (tonn)	6098	112
Mengde PFOS (kg)	1,0	0,02
Usikkerhet -	0,7	0,02
Usikkerhet +	3,6	0,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	276	223
Areal (m2)	3127	669
Mengde jord (tonn)	6004	107
Mengde PFOS (kg)	1,0	0,02
Usikkerhet -	0,7	0,02
Usikkerhet +	3,6	0,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	474	319
Areal (m2)	1488	399
Mengde jord (tonn)	2857	64
Mengde PFOS (kg)	0,8	0,02
Usikkerhet -	0,6	0,01
Usikkerhet +	2,9	0,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	906	
Areal (m2)	477	
Mengde jord (tonn)	916	
Mengde PFOS (kg)	0,5	
Usikkerhet -	0,4	
Usikkerhet +	1,8	



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1195	
Areal (m2)	165	
Mengde jord (tonn)	317	
Mengde PFOS (kg)	0,2	
Usikkerhet -	0,2	
Usikkerhet +	0,8	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (ikke aktivt)	BØF2 (gammelt)
Kommentar til beregningene	I risikovurderingen er det antatt at det forurensede området har et areal på 3500-5000 m2. Det er antatt at mektigheten på de forurensede massene er $1 \pm 0,2$ m, og at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i dette området er 213 µg/kg. Dette gir en rest av PFOS ved BØF 1 på $1 \pm 0,5$ kg. Dette stemmer ganske godt overens med beregningen fra 2019, hvor det er estimert at det ligger igjen ca. 1 kg PFOS innenfor det undersøkte volumet ved BØF 1. Det undersøkte volumet har et areal på ca. 3200 m2 og dyp på 1,2 meter. Arealet er imidlertid lite avgrenset, og mengden PFOS inkludert positiv usikkerhet (innenfor det antatte kildeområdet på ca. 14500 m2) er beregnet til 4,6 kg.	I risikovurderingen er det antatt at det forurensede området har et areal på 1500-3000 m2. Det er antatt at mektigheten på de forurensede massene er $0,2 \pm 0,1$ m, og at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i dette området er 213 µg/kg. Dette gir en rest av PFOS ved BØF 2 på $0,2 \pm 0,1$ kg. I beregningen fra 2019 er det beregnet at det ligger igjen 0,02 kg PFOS i det undersøkte området ved BØF 2. Det undersøkte området er på ca. 700 m2, og det er tatt prøver ned til 0,1 meters dyp. Arealet er imidlertid lite avgrenset, men det er tynt løsmassedecke på området. Mengden PFOS inkludert positiv usikkerhet (innenfor det antatte kildeområdet på ca. 2900 m2) er beregnet til 0,3 kg.

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, det er påvist konsentrasjoner av PFOS over 3 g/kg i alle ytterpunkter. Konsentrasjonene i ytterpunktene mot sørvest (overflateprøve OV-120-S-14) er den laveste, på 10,6 µg/kg. Forurensningen ser ut til å være minst avgrenset i nordøstlig og østlig retning. I ytterpunktene mot nordøst (overflateprøve i sj7) og mot øst (overflateprøver SJ1 og SJ2) er det konsentrasjoner mellom 160 og 186 µg/kg. Ytterpunkt mot sørøst (overflateprøve SJ8) har en konsentrasjon på 59,8 µg/kg.	Nei, det er påvist konsentrasjoner over 3 µg/kg i alle ytterpunkter. Konsentrasjonene i ytterpunktene mot nord og nordøst (OV-V og OV-N) er på mellom 72,3 og 102 µg/kg. Forurensningen ser ut til å være minst avgrenset i sørvestlig retning, og ytterpunkt mot sørvest (OV-S2) har en konsentrasjon på 493 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. De høyeste konsentrasjonene er påvist i masser fra 0-45 cm dyp. Det er påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i tre av de dypeste prøvene (30-90 cm dyp), konsentrasjonene er lavere enn 30 µg/kg. Den dypeste prøven (120 cm dyp) har ikke PFOS påvist.	Ja, det er oppgitt å være fjell rett under det undersøkte dypet (0,1 meter).
Kommentar/usikkerhet	Grunnvann er oppgitt å være mellom 20-90 cm under terreng. Det antas at konsentrasjonene av PFOS vil avta raskt med dybde under grunnvannsspeil pga horisontal transport.	

25.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (ikke aktivt)	BØF2 (gammelt)
Er det tatt vannprøver?	Ja. De fleste vannprøvene, med unntak av to (V1 og V2) er tatt relativt langt fra begge BØFene, det er derfor laget en felles beskrivelse av vannprøvetaking for BØF 1 og BØF 2. V1 og V2 er tatt i nærheten av BØF 1.	Det er tatt vannprøver på lufthavnen, men ikke prøver som er representative for BØF 2. Se BØF 1 for beskrivelser av vannprøver.
Hvor	Det er tatt to prøver av sjøvann utenfor BØF 1. Det er også tatt grunnvannsprøver fra 4 brønner (B1-B4) øst for den sørlige delen av rullebanen. Brønnene er plassert mellom rullebanen og drikkevannskilden Badevannet. Det er tatt prøver av overflatevann fra en bekk i området mellom rullebanen og drikkevannskilden. I tillegg er det tatt prøver av drikkevannskilden.	Det er tatt to prøver av sjøvann utenfor BØF 1. Det er også tatt grunnvannsprøver fra 4 brønner øst for den sørlige delen av rullebanen. Brønnene er plassert mellom rullebanen og drikkevannskilden Badevannet. Det er tatt prøver av overflatevann fra en bekk i området mellom rullebanen og drikkevannskilden. I tillegg er det tatt prøver av drikkevannskilden.

Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	13	
Hvor	B1 (2011-10-11), som ligger sørøst for terminalområdet.	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	13	
Hvor	B1 (2011-10-11), som ligger sørøst for terminalområdet.	
Kommentar/usikkerhet	Prøve B1 som er prøvetatt den 11.10.11 er kun analysert for PFOS og PFOA. Det ble ikke påvist PFOA i prøven. Det ble tatt prøver fra alle grunnvannsbrønnene den 24.5.12. Disse prøvene ble analysert for 12 PFAS forbindelser. Det ble ikke påvist andre forbindelser enn PFOS i noen av prøvene.	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	601	
Hvor	Sjøvann V2 (2012-05-24)	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	803	
Hvor	Sjøvann V2 (2012-05-24)	
Kommentar/usikkerhet	Prøve V2 er analysert for 12 PFAS forbindelser. PFOS er den dominerende forbindelsen i prøven, men det er også påvist PFHxS, PFHxA, PFHpA, PFOA og PFPeA. I prøvene av overflatevann som ble tatt fra bekken og drikkevannskilden sørøst for lufthavnen, er det ikke påvist PFOS eller andre PFAS.	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	5-19 g (fra DP2 rapporten). Ikke beregnet i risikovurderingen.	0,63 g (fra DP2 rapporten) Ikke beregnet i risikovurderingen.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Sjø, Røsthavet, og eventuelt Røstlandet naturreservat	Røsthavet
Beregnet fra vann eller jordkons.	Beregnete konsentrasjoner av PFOS i grunnvann basert på gjennomsnittskonsentrasjon i jord og en kd på 10.	Beregnete konsentrasjoner av PFOS i grunnvann basert på gjennomsnittskonsentrasjon i jord og en kd på 10.

25.6 Biotaprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (ikke aktivt)	BØF2 (gammelt)
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja, det er tatt biotaprøver i et område øst for BØF 1, hvor det antas at det er avrenning fra BØF 1.	Ja, men det er kun tatt biotaprøver i et område hvor det antas at det er avrenning fra BØF 1. Se BØF 1 for detaljer.
Hva for biota?	Strandsnegl og fjæremark.	
Hvor mange prøver?	2	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	55	
Hvor	Strandsnegl, blandprøve av hele individer, n > 15	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	55	
Hvor	Strandsnegl, blandprøve av hele individer, n = 11	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	I forbindelse med undersøkelser i Grandefjæra utenfor Ørland flystasjon ble det tatt prøver av strandsnegler fra fire stasjoner. Tre av prøvetakingsstasjonene ligger i Grandevika utenfor flyplassen, og en ved Innstrandsfjæra (referansestasjon). Prøvene ble analysert for PFAS. konsentrasjonene av PFAS i strandsneglene varierte mellom 15,3-0,074 µg/kg våtvekt ved de fire stasjonene. Lavest konsentrasjon ble påvist ved referansestasjonen (0,074 µg/kg). Referanse: Redegjørelse for miljøtilstanden i Grandefjæra ved Ørland flystasjon, rapport l.nr. 7221-2017, Niva. Datert 20.12.17	
Kommentar/referanse	Biotaprøvene ved Røst lufthavn er analysert for 14 PFAS forbindelser. I prøven av strandsnegl er det kun påvist PFOS. I prøven av fjæremark er det også påvist noe PFHxS.	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Vannforskriftens EQS-verdi for PFOS i biota er på 9,1 µg/kg våtvekt. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.	

25.7 Usikkerhet og øvrige forhold

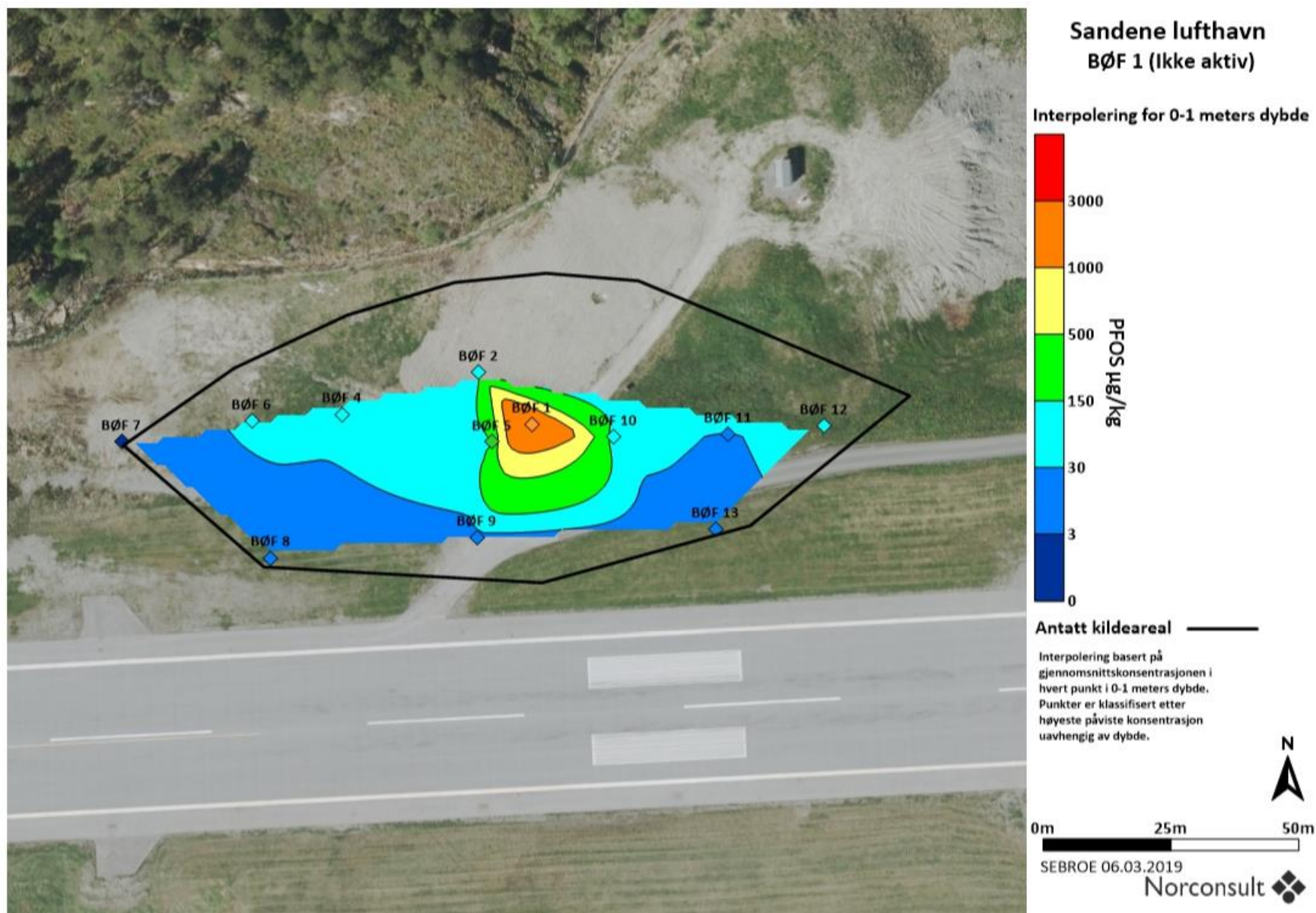
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (ikke aktivt)	BØF2 (gammelt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert for vann eller biota.	Kan ikke vurderes, da det ikke er tatt vannprøver eller biotaprøver ved lokaliteten.
Vurderinger	Det er påvist moderate konsentrasjoner av PFOS/PFAS i jordprøvene ved BØF 1. PFOS er den dominerende PFAS-forbindelsen i massene, men det er også påvist 6:2 FTS, PFHxS, PFHxA, og PFPeA i lave konsentrasjoner (i to av seks analyserte prøver). Punktene hvor det er påvist høyest konsentrasjon av PFAS ligger i den sentrale delen av brannøvingsfeltet. Det er påvist relativt høye konsentrasjoner av PFOS/PFAS i vannprøvene (V2) som er tatt i sjø utenfor BØF 1. PFOS er den dominerende forbindelsen i vannprøven, men det er også påvist PFHxS, PFHxA, PFHpA og PFPeA. I prøve V1 ble det ikke påvist PFOS/PFAS. Det er påvist relativt høye konsentrasjoner av PFOS i strandbiota, men det er kun analysert to prøver, og av ulike arter. Det ble påvist PFHxS i den ene av de to strandbiotaprøvene. Prøvene av strandbiota ble tatt i samme området som vannprøve V2. Det er estimert at det er brukt omtrent 5 kg PFOS og 5 kg PFAS (dette skummet inneholder også noe PFOS) ved BØF 1, og at det ligger igjen ca mellom 1-4,6 kg PFOS. Dette viser at mye potensielt allerede er vasket ut/lekket ut til resipient. Massene ved BØF 1 karakteriseres som sandig grus. Denne typen masser har en god hydraulisk ledningsevne, slik at PFOS sannsynligvis vil sige ned i grunnen og lekke ut med grunnvann. Det er også relativt høy grunnvannstand (0,6-1 meter) i området for BØF.	

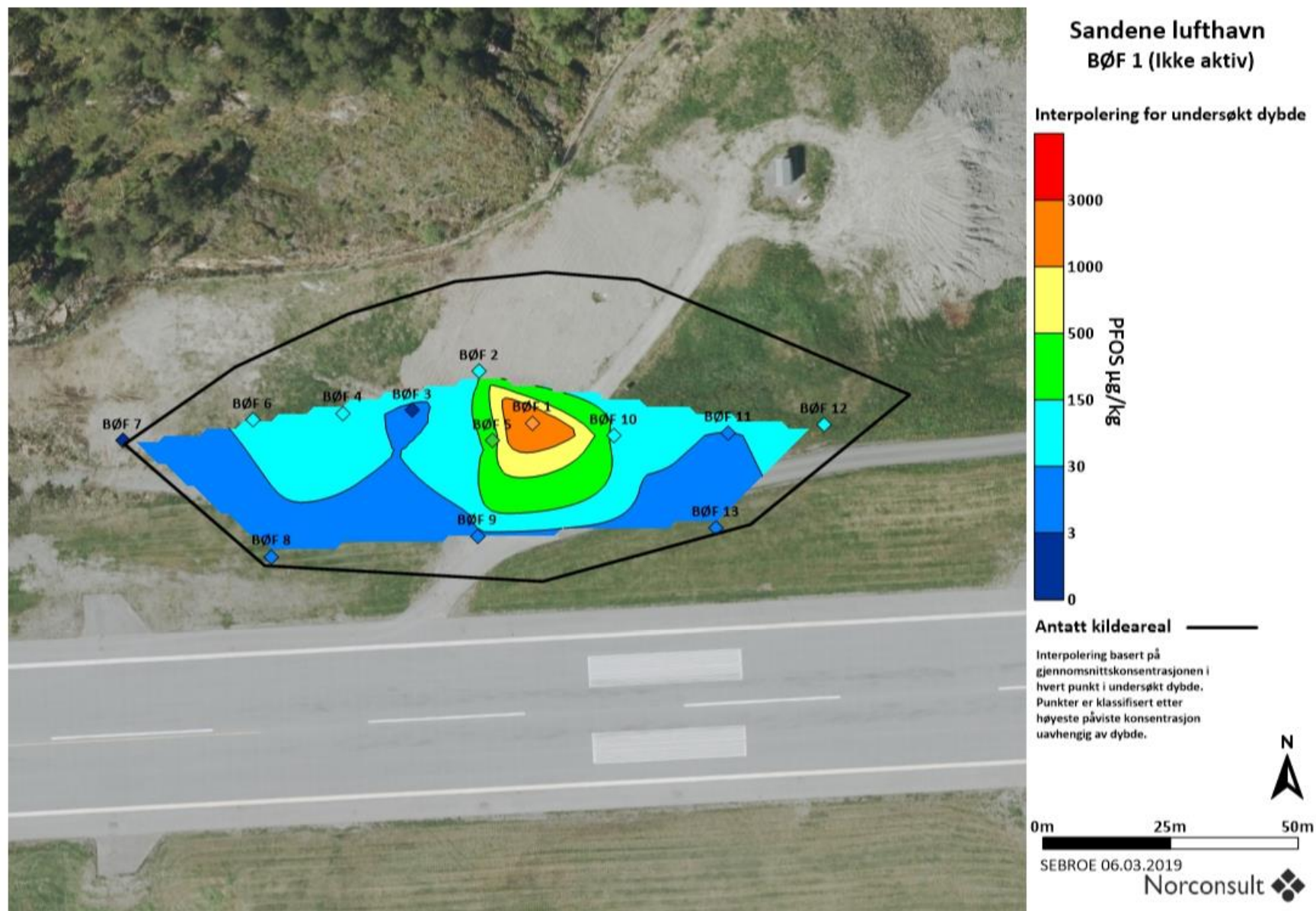
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Masser fra det gamle brannøvfeltet (BØF 2) skal være flyttet til ytterkant av sikkerhetsområdene øst (bane 21). Foruten disse flyttede massene, er det ingen andre kjente kilder til PFAS-forurensning ved lufthavnen, så PFAS-forurensninger på steder uten tilknytning til brannøvfeltene, antas å stamme fra diffuse kilder som avrenning fra biler brukt under øvelse, fra av- og påfylling av brannskum, innstilling av skumbilde, testing av utstyr, vasking av biler og utstyr. Det er tatt jordprøver i fire punkter sør for terminalområdet og øst for rullebanen. Det ble kun påvist PFAS (PFOS) i jordprøven tatt nærmest terminalområdet, Sj 9. Prøven fra 0-80 cm dyp hadde en konsentrasjon på 16,4 µg/kg PFOS. Vannprøver i fire brønner (B1, B2, B3 og B4) fra det samme området har påvist PFAS, i lave konsentrasjoner (5,6 til 13 ng/l). De høyeste konsentrasjonene er i brønnene langs rullebanens østre side (B1, B2 og B3). Brønnene B1 og B2 er de som ligger nærmest drikkevannskilden Badetjønna sør for lufthavnen. Det er ikke påvist PFAS/PFOS i to prøver (tatt i 2011 og 2012) av en bekk i dette området, og heller ikke i to prøver (tatt i 2011 og 2012) av drikkevannet. Påviste PFOS konsentrasjoner i jord og grunnvann sørøst for terminalområdet kan ha sammenheng med masser fra BØF 2 som er flyttet til ytterkant av sikkerhetsområdene øst (det er ikke beskrevet nærmere hvor dette er), og evt. aktiviteter ved driftsområdet eller i området øst for rullebanen.	Se BØF 1 for beskrivelser.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter. Det er beregnet at det ligger igjen mellom 20 og 300 g PFOS ved lokaliteten. Lokaliteten vil derfor ikke prioriteres for tiltak ut ifra et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).

Kommentar/usikkerhet	Brannøvingsfeltet er anlagt i et massetak, og det er synlig på flyfoto at det er gjort terrengendringer mellom 2004 og 2009. Det er usikkert hva som er gjort, og om det er tatt ut masser fra området under den tiden det har vært benyttet som brannøvingsfelt.	Masser fra det gamle brannøvingsfeltet skal være flyttet til ytterkant av sikkerhetsområdene øst bane 21. I tillegg er massene her skrinne og har god hydraulisk ledningsevne. Dette er forhold som fører til at PFOS raskt lekkes ut til sjø.
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremønstre, verneområder etc.)	Røst lufthavn grenser til Røstlandet naturreservat, som ligger sørvest for lufthavnen. Røstlandet naturreservat er et vernet våtmarksområde, og består av et åpent myr- og gruntvannsområde. Det er et veldig rikt og variert fugle- og planteliv i reservatet, og det er registrert mange arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse i området. I tillegg ligger en av Røst sine tre ferskvannsdammer her. I sjøen utenfor lufthavnen er det niser, hval, sel og en rekke ulike fiskearter. Det er også registrert flere viktige naturtyper i området som strandeng og strandsump, naturbeitemark og våtmark-mudderflate. Hele Røst og øyområdene rundt er registrert som et utvalgt kulturlandskap. Sørøst for lufthavnen ligger drikkevannskilden til Røst. Det går noen gamle dreneringsgrøfter mellom sidearealene til lufthavnen og drikkevannskilden. Lufthavnen er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 3, som betyr sårbare resipienter, høyest prioritet og nivå på anlegg.	

Sandane lufthavn, Anda







26.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt, ikke aktivt)
	Brannøvingsfeltet er ikke lengre i bruk. Det er registrert i grunnforurensningsdatabasen med påvirkningsgrad 2. Det er ikke oppgitt når det ble opprettet eller når det ble tatt ut av bruk, men det står beskrevet at feltet ble lagt ned før PFOS ble faset ut av brannskum, som var i 2001. I henhold til rapport fra forundersøkelsen til DP2 prosjektet (vedlegg til DP2-rapporten), skal feltet ha blitt brukt 2 ganger i året under en periode på 15-20 år. Normal øvingsprosedyre var å fylle et kar eller bilvrak med 20-30 liter diesel, for så å antenne. Brannslukking skjedde med pulver og/eller skum. I rapporten står det at BØF ikke har noe tett dekke, og at man derfor må regne med at all PFOS fra skum samt utbrent diesel har gått rett i grunnen.

26.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

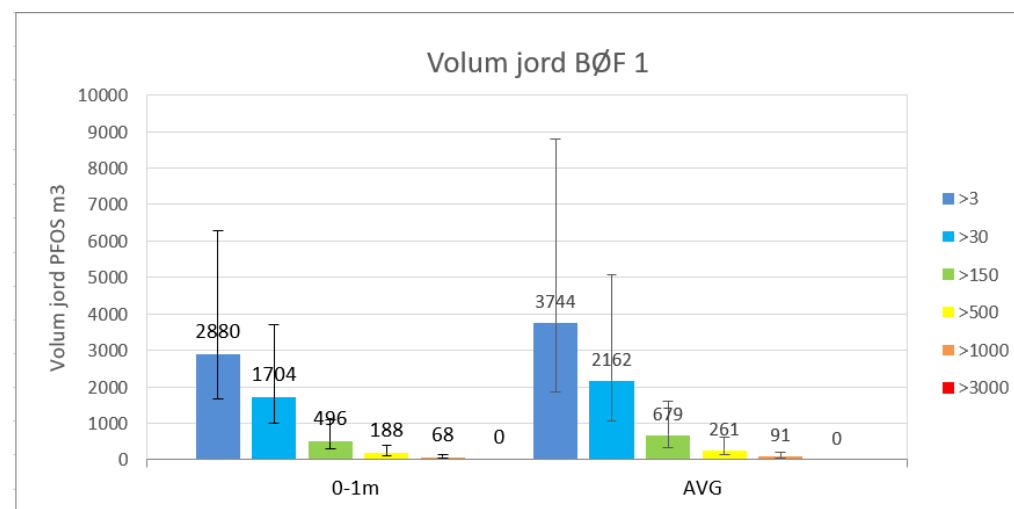
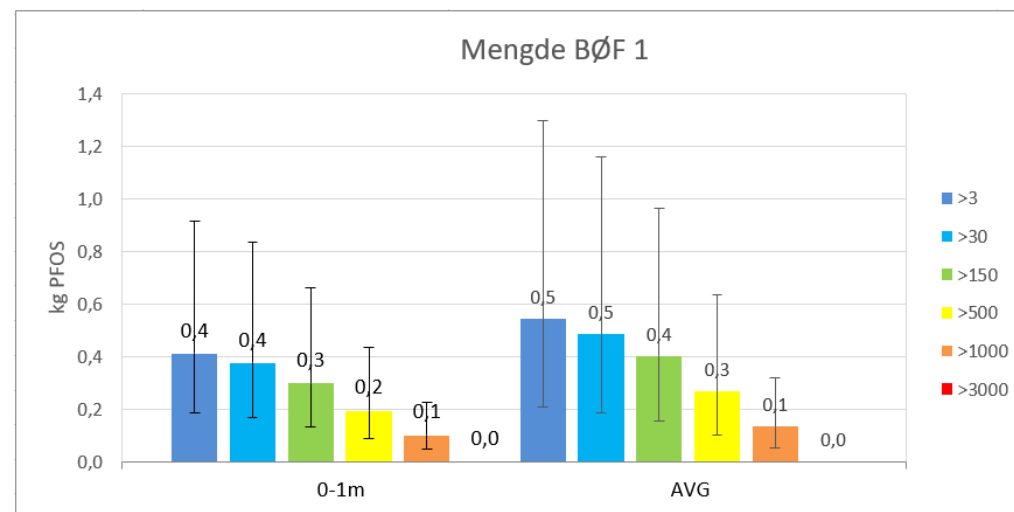
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

26.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	17
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	11 av de 17 prøvene (ca 65 %) er overflateprøver som er tatt ned til 10-20 cm dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	14
Antall jordprøver under 1 m	4
Kommentar/usikkerhet	Totalt 18 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m. Massene er beskrevet som stein og grus,
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	2480
Hvor	BØF 1-1 (20 cm). Massene består av stein og grus. Grunnvann ved 20 cm.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	2485
Hvor	BØF 1-1 (20 cm). Massene består av stein og grus. Grunnvann ved 20 cm.
Kommentar/usikkerhet	Alle jordprøvene er kun analysert for PFOS og PFOA.

26.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	142
Areal (m2)	2880
Mengde jord (tonn)	6365
Mengde PFOS (kg)	0,5
Usikkerhet -	0,3
Usikkerhet +	0,8
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	220
Areal (m2)	1663
Mengde jord (tonn)	3675
Mengde PFOS (kg)	0,5
Usikkerhet -	0,3
Usikkerhet +	0,7
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	582
Areal (m2)	522
Mengde jord (tonn)	1154
Mengde PFOS (kg)	0,4
Usikkerhet -	0,2
Usikkerhet +	0,6
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	999
Areal (m2)	201
Mengde jord (tonn)	444
Mengde PFOS (kg)	0,3
Usikkerhet -	0,2
Usikkerhet +	0,4



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1443
Areal (m2)	70
Mengde jord (tonn)	155
Mengde PFOS (kg)	0,1
Usikkerhet -	0,1
Usikkerhet +	0,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapporten er det beregnet at det ligger igjen 128 g PFOS og 0,35 g PFOA. Det er da antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 20x10 meter, og at mektigheten på de forurensede massene er 30 cm. I beregningene er det brukt en gjennomsnittlig konsentrasjon i massene på 1335 µg/kg PFOS (basert på to prøver) Beregnet mengde i 2019 (0,5 kg) er større en beregnet mengde i DP2-rapport. I DP2 ble det tatt utgangspunkt i et omtrent ti ganger så lite areal og at forurensningen kun strakk seg ned til 0,3 meter. Det ble imidlertid beregnet med en mye høyere snittkonsentrasjon på 1335 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, det er kun i ett ytterpunkt som er mot vest (BØF 7) at det er PFOS under deteksjonsgrensen. Ytterpunktene som ligger mot rullebanen (BØF 8, 9 og 13) har relativt lave konsentrasjoner av PFOS, mellom 3,1 og 14,1 µg/kg. I ytterpunktene mot nord og vest (BØF 2, 6 og 12), er det påvist konsentrasjoner mellom 37,8 og 81,4 µg/kg. Forurensningen er minst avgrenset i nordlig retning (BØF 2).
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. I sjaktene (BØF 1 til BØF 5) er det prøvetatt ned til grunnvannsnivå. I samtlige av disse sjaktene, unntatt ved BØF 3, er det påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen ved grunnvannsnivået. I sjakt BØF 1 er det påvist en konsentrasjon på 2480 µg/kg ved grunnvannsnivå. Det er påvist PFOS konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i de fleste overflateprøvene (BØF 6-BØF13). Det er imidlertid usikkert hvor dypt forurensningen strekker seg, da det kun er tatt overflateprøver i disse punktene.
Kommentar/usikkerhet	I vedlegg til DP2-rapporten (Norconsult rapport datert 20.6.2011; Miljøprosjektet delprosjekt 2 - Forundersøkelse av Sandane lufthavn Anda), er det i tegninger og kart vist at BØF ligger lenger nordøst for det stedet som er undersøkt og rapportert i 2012. Det stedet som er undersøkt som BØF er i rapporten fra 2011 beskrevet som et område for drivstoffanlegg kjøretøy og et område der det har vært diesel søl.

26.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja, prøver av overflatevann
Hvor	I bekk vest for flyplass, avløpsvann samt sigevann ved BØF, kum vest for lufthavnen, samt i bekk nedenfor NØ hjørne av landningsbane.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	-
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	-
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	3780
Hvor	V 3 Sigevann nord for BØF1 (18.10.11)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	4900
Hvor	V 3 Sigevann nord for BØF1 (16.05.12)
Kommentar/usikkerhet	Det er tatt til sammen 12 vannprøver fra 7 punkter rundt BØF. Sju av prøvene er analysert for PFOS og PFOA, mens 5 av prøvene er analysert for PFOS, PFOA, 6:2 FTS og sum PFC (det er mulig de er analysert for ytterligere PFAS forbindelser, men analyserapportene er ikke tilgjengelige i rapporten). Det var ikke analysert for PFAS i prøve V3 tatt 18.10.11. Denne prøven viser høyere konsentrasjoner av både PFOS og PFOA enn prøve V3 tatt den 16.5.12, og det kan derfor ikke utelukkes at denne prøven ville gitt den høyeste PFAS-konsentrasjonen dersom prøven var analysert for flere PFAS-forbindelser.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	13,64
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	27,03
Til hvilken resipient	All nedbør på tette flater vil føres med overflateavrenning til drencvannsystemet langs banen eller infiltreres til grunnvann som strømmer mot henholdsvis Gloppenfjorden (vest) og Nordfjorden (øst). Hoveddelen av kjemikaliepåvirket avrenning (sentralområde, snølager og vestre banehalvdel) samles i en liten utløpsbekk i vest. Denne går i kulvert helt frem til ca 150 meter før utløpet til sjø, hvor den går i samløp med et annet, større vassdrag. Bekken har relativt bratt fall til sjø. Sigevann fra brannøvingsfeltet samles mest sannsynlig i en åpen bekk som løper nordøst for flyplassområdet med utløp til Nordfjorden.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon

26.6 Biotaprvøvetaking

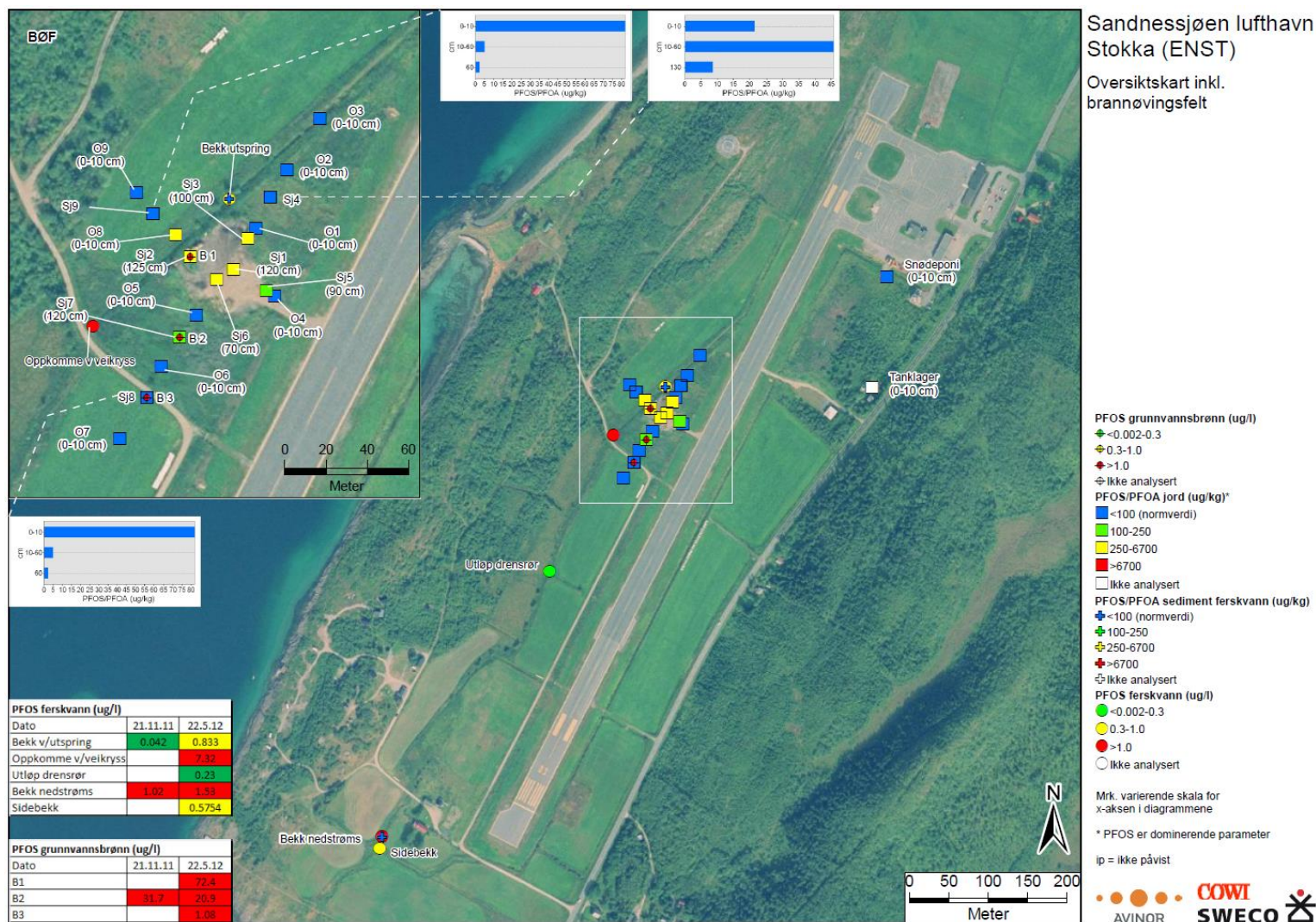
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

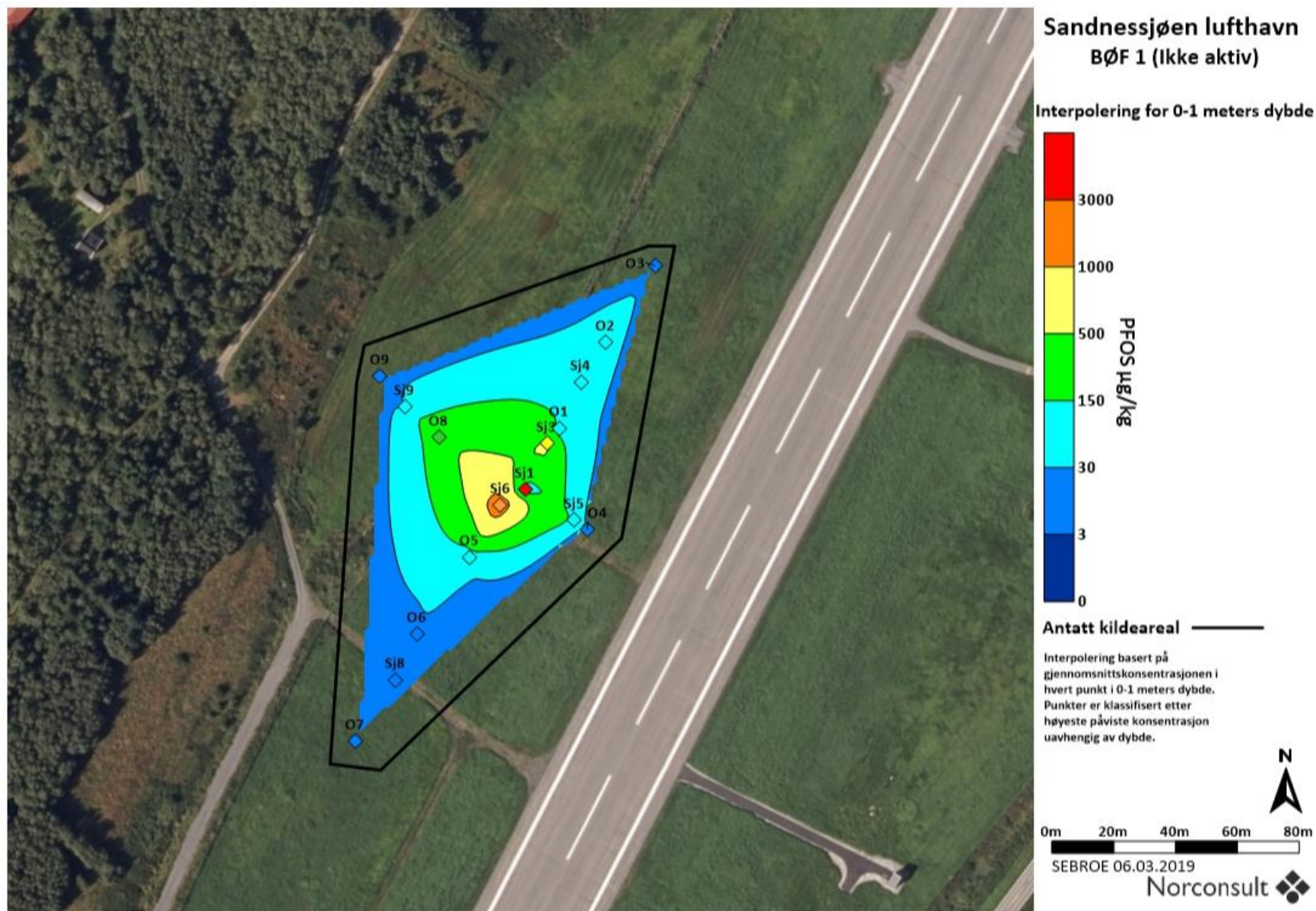
26.7 Usikkerhet og øvrige forhold

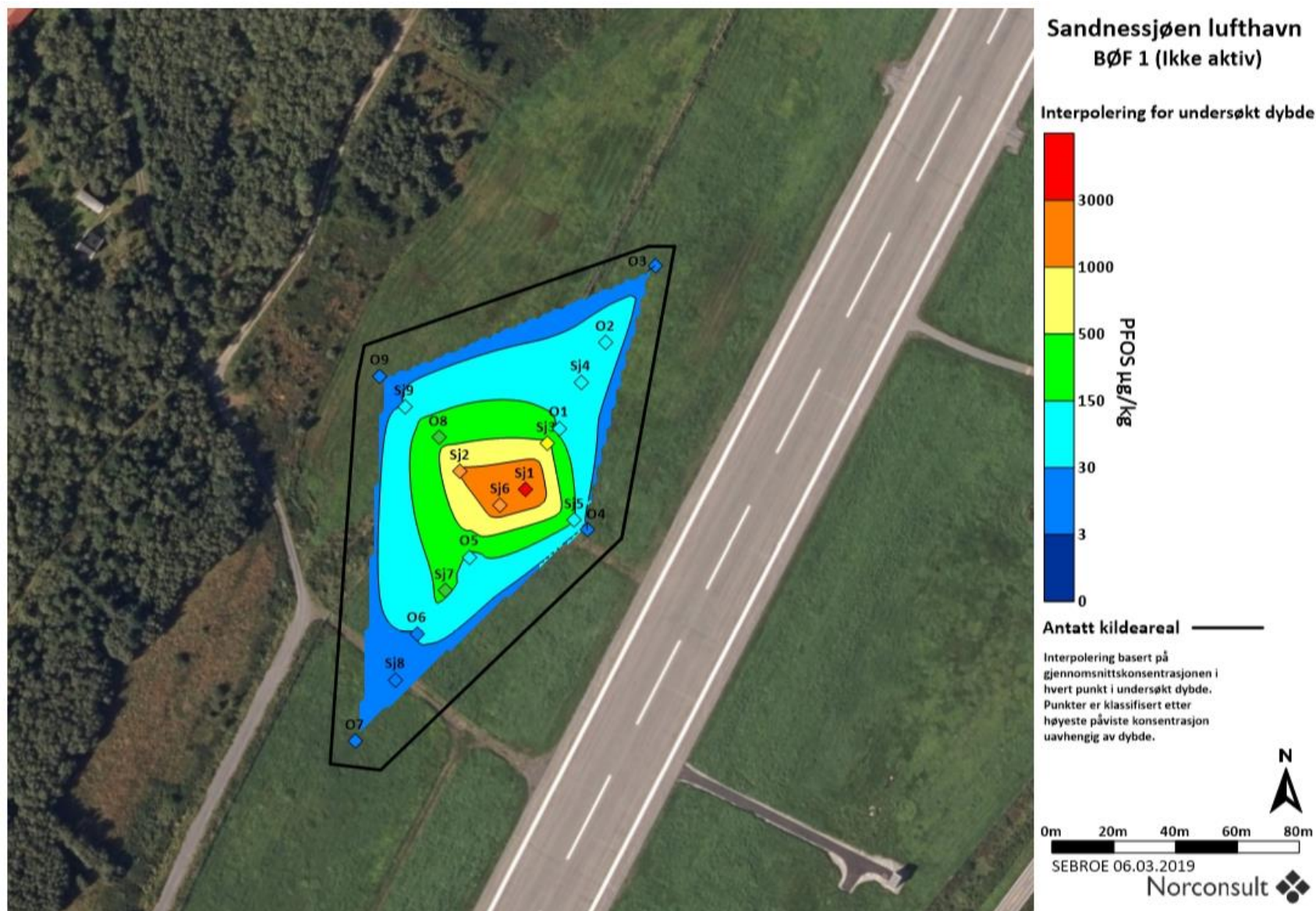
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes for biota, da det ikke er tatt biotaprøver. Det er usikkert hvorvidt BØF faktisk er undersøkt, ettersom det er vist til en annen lokalisering i vedlegget til DP2-rapporten (Norconsult rapport datert 20.6.2011; Miljøprosjektet delprosjekt 2 - Forundersøkelse av Sandane lufthavn Anda (figur 2 og figur 9)). Ettersom det er relativt høye konsentrasjoner av PFOS og PFAS i sigevann og bekker nedstrøms BØF kan dette også tyde på at ikke all forurensning i jord er avdekket.
Vurderinger	Med unntak av toppmassene ved prøvepunkt BØF 1 og prøvepunkt BØF 5 er det påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS i massene (under 90 µg/kg). Det er ikke tatt prøver av grunnvann under BØF. I prøvene tatt av sigevann og bekk nord og øst for BØF (V3, V4 og S2) finner man relativt høye konsentrasjoner av PFOS (1200-3780 ng/l) og PFAS (3790-4900 ng/l). Det er usikkert hvorvidt undersøkelsene av jord er foretatt i området for gammel BØF, som tidligere beskrevet er det vist til en annen lokasjon i rapport fra 2011 enn det som er undersøkt i 2012. Flyfoto fra 2002 viser noe som kan se ut som et brent bussvrak rett nordøst for den undersøkte lokaliteten. Flyfoto fra 2015 og 2017 viser at det er gjort terrengendringer i området, og at det er bygget et lite bygg på området hvor den tilsynelatende utbrente bussen stod. De høyeste konsentrasjonene i vannprøver er fra prøvepunktet V3 og S2 som er i bekken øst for begge disse lokasjoner. I sannsynlig retning for grunnvannsstrømning. Prøvepunkt V4 ligger nord for begge lokasjoner, og har noe lavere konsentrasjoner, noe som kan henge sammen med at det er en liten forhøyning i terrenget mellom BØF området og V4. Det er kun påvist PFOA over deteksjonsgrensen i to av jordprøvene (BØF1-1 og i BØF5-2). PFOA er derimot påvist i alle vannprøvene, med unntak av en vannprøve tatt vest for flyplassen. Ingen jordprøver er analysert for annet enn PFOS og PFOA, i tillegg til at analyserapporten for vannprøvene som er analysert for flere PFAS-forbindelser enn PFOS og PFOA er ikke vedlagt DP2 rapporten. Det er derfor vanskelig å sammenligne om det er samme type PFAS forbindelser i jord og vann. Konsentrasjonene i antatt avløpsvann for området, tatt mot øst, viser lavere konsentrasjoner (97,6-232 ng/l). Det er ikke nærmere beskrevet i DP2 rapport hva dette vannet er eller hvor det kommer fra, men det kan være overvann fra østre banehalvdel som via rør til ledes til den samme bekken som sigevann fra BØF som er beskrevet i rapport fra 2011.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	I 2011 ble det tatt en vannprøve (S1) i en kum som ligger vest for lufthavnen. Her ble det påvist en konsentrasjon av PFOS på 772 ng/l. Det står beskrevet at avrenningsvann fra flyavsningsområdet, vestre banehalvdel og en stor del av snødeponiet vil ledes mot kummen hvor vannprøven er tatt. I og med at denne kummen samler avrenning fra et større område er det vanskelig å si hva som er kilden til PFOS i vannprøven tatt herfra. En mulighet er at PFOS-holdig snø fra BØF er lagt på snødeponiet, og at dette er kilden til PFOS i vannprøven.

Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, det er usikkert om det faktiske området for BØF er undersøkt. Lokaliteten anses som for dårlig undersøkt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	Det bør undersøkes om det tatt jordprøver på det faktiske området for BØF. Det bør også tas prøver av grunnvannet under og nedstrøms BØF, for å undersøke forurensningsgraden her. Det er nå uvisst om det er et annet område som er benyttet som BØF, og er årsaken til de relativt høye konsentrasjonene av PFOS i bekken mot øst.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Nordfjord er klassifisert som laksefjord med matfisk laksefisk som akvakultur. Fjorden er også beiteområde for vårgrytende sild samt utbredelseområde for kysttorsk. For øvrig er det ikke registrert noen verneområder i nærhet til lufthavnen. Fra naturbase ser man at det er registrert flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse i Gloppenfjorden og i Nordfjord. I tillegg er det registrert planter av særlig stor forvaltningsinteresse rett ved flyplassen (vest). Det er registrert flere kulturminner rundt lufthavnen, særlig i området ved den vestlige enden av rullebanen. Det er på det undersøkte området påvist THC i tilstandsklasse 2 i fem jordprøver.

27 Sandnessjøen lufthavn, Stokka







27.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	Det foreligger ikke skriftlig informasjon om når BØF ble tatt i bruk og når det ble avsluttet. Det er opplyst muntlig av lufthavnledelsen at BØF ble tatt i bruk kort tid etter at lufthavnen ble åpnet i 1968, og at det var i bruk til ca 2006. Frem til 31.12.05 hadde lufthavnen tillatelse fra Fylkesmannen til å drive brannøving inntil 16 ganger per år på fast dekke. I dag foregår det kun øvelser med vann ved lufthavnen.

27.2 Bruk av PFOS og andre Σ PFAS-er

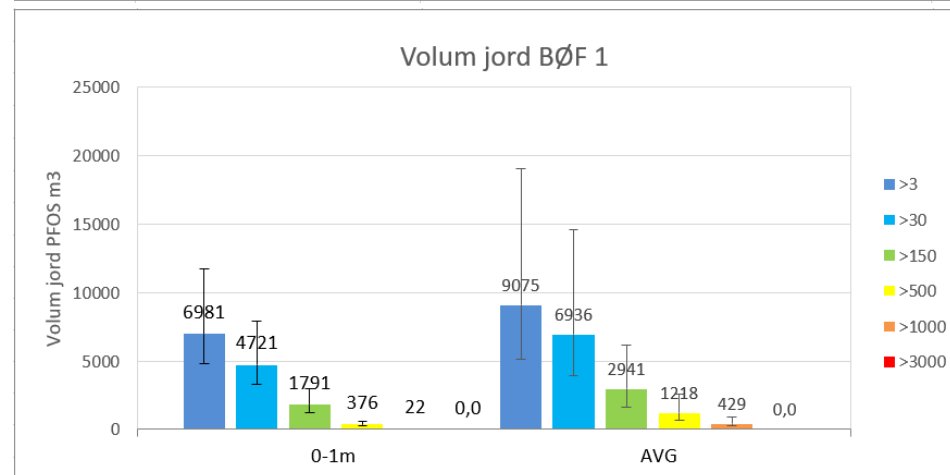
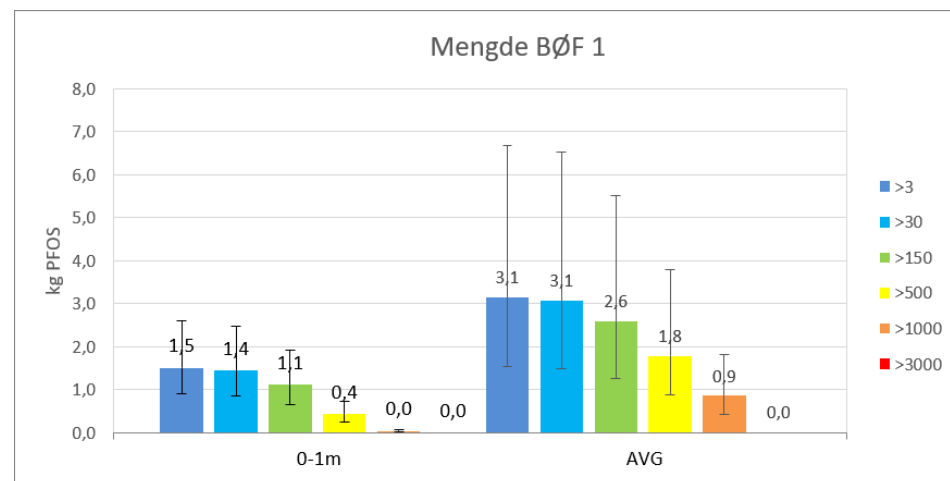
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde Σ PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

27.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	24
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Det er gravd til sammen 9 sjakter med prøver fra ulike dyp mellom 0-1,3 meter, og det er i tillegg tatt overflateprøver fra 9 punkter (0-0,1 meter). I sjaktene ble det tatt jordprøver i form av blandprøver fra de ulike sjiktningene fra terreng og ned til grunnvannsstand. Det er ikke oppgitt nivå for grunnvannsstand i rapporten, men nivået må da være på < 1,3 meters dyp. Massene er oppgitt å bestå av torv, skjellsand og jord. Overflateprøvene er kun oppgitt som overflatejord.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	19
Antall jordprøver under 1 m	6
Kommentar/usikkerhet	Til sammen 25 prøver når man deler opp de som er tatt fra prøvetakingsintervaller over både 0-1 meter og > 1 meter.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS μ g/kg	3540
Hvor	Sj 1 (120 cm dyp). Massene består av torv.
Høyeste målte jordkonsentrasjon Σ PFAS μ g/kg	3547
Hvor	Sj 1 (120 cm dyp). Massene består av torv.
Kommentar/usikkerhet	Prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA

27.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	216
Areal (m2)	6981
Mengde jord (tonn)	14520
Mengde PFOS (kg)	3,1
Usikkerhet -	1,6
Usikkerhet +	3,5
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	276
Areal (m2)	5335
Mengde jord (tonn)	11097
Mengde PFOS (kg)	3,1
Usikkerhet -	1,6
Usikkerhet +	3,5
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	549
Areal (m2)	2262
Mengde jord (tonn)	4705
Mengde PFOS (kg)	2,6
Usikkerhet -	1,3
Usikkerhet +	2,9
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	915
Areal (m2)	937
Mengde jord (tonn)	1949
Mengde PFOS (kg)	1,8
Usikkerhet -	0,9
Usikkerhet +	2,0



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1241
Areal (m2)	330
Mengde jord (tonn)	686
Mengde PFOS (kg)	0,9
Usikkerhet -	0,4
Usikkerhet +	1,0
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapporten er det antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 4500 m2, og at mektigheten på de forurensede massene er 2 meter. Det er regnet med at gjennomsnittskonsentrasjonen innenfor dette området er på 1000 µg/kg PFOS. Basert på dette er det beregnet at det ligger igjen 15 kg PFOS i bakken ved BØF. Dette er en vesentlig større mengde enn hva som er beregnet i denne beregningen (3,1 kg). Det er først og fremst den antatte gjennomsnittskonsentrasjon i det forurensede området (1000 µg/kg mot 216 µg/kg) som gjør at beregningene gir et såpass ulikt anslag på mengde gjenværende PFOS.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Det er påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i alle ytterpunktene. Konsentrasjonene i ytterpunktene er relativt lave, og ligger mellom 5,1 - 20,9 µg/kg. Alle ytterpunktene er overflateprøver, i de ytterste sjaktene (som har prøver av toppmasser og dypere) mot nordøst og sørvest (sjakt 4 og 8) er høyeste konsentrasjon 45,8 µg/kg. Det ser ut til at den utførte prøvetakingen dekker det sterkeste forurensede området.

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. I flere av punktene er det påvist relativt forurensede masser ned til grunnvannsnivå. De høyeste konsentrasjonene (>100 µg/kg) er i prøver mellom 0,7-1,2 meters dyp i sjaktene 1-3 og 5-7, samt i en overflateprøve (O8). Det er usikkert hvor mye dypere de forurensede massene strekker seg, men ettersom det er tatt prøver ned til grunnvannstand antas det at konsentrasjonene under grunnvannsnivå avtar raskt med dypet.
Kommentar/usikkerhet	

27.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Det er tatt prøver av overflatevann i fem punkter; ved BØF og nedstrøms BØF i bekken (Sandnesbekken) som renner vest for BØF, ved utløpet av et drenerør sør for BØF, ved et oppkomme ved et veikryss sørvest for BØF og fra en sidebekk som renner fra sørenden av rullebanene og mot vest. Det er også satt ned 3 grunnvannsbrønner i sjakter på BØF, og det er tatt grunnvannsprøver fra disse, samt en prøve av vann i sjakt. I punktene Brønn B2, oppstrøms BØF og nedstrøms BØF er det tatt prøver 2 ganger (21.11.11 og 22.5.12). De andre punktene er prøvetatt en gang (22.5.12). Prøvene tatt den 21.11.11 er kun analysert for PFOS/PFOA. Prøvene tatt den 22.5.12 er analysert for 11 ΣPFAS forbindelser.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	72400
Hvor	Sandnessjøen B1 (22.05.2012)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann Σ PFAS (ng/l)	90500
Hvor	Sandnessjøen B1 (22.05.2012)
Kommentar/usikkerhet	Alle de tre grunnvannsprøvene fra 2012 er analysert for 11 Σ PFAS forbindelser. I prøven "Sandnessjøen B1" er PFOS er den dominerende forbindelsen, men det er også påvist høye konsentrasjoner av 6:2 FTS, PFHxS, PFHxA, PFOA og PFPeA. Dette gjelder også de andre grunnvannsprøvene.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	7 320
Hvor	Oppkomme før veikryss
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann Σ PFAS (ng/l)	9 990
Hvor	Oppkomme før veikryss

Kommentar/usikkerhet	Prøven "oppkomme før veikryss" er analysert for 11 Σ PFAS forbindelser. PFOS er den mest dominerende forbindelsen i prøven. Det er også påvist relativt høye konsentrasjoner av 6:2 FTS, PFHxS, og PFPeA i denne vannprøven.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten Σ PFAS (g/år)	147
Til hvilken resipient	Alstenfjorden
Beregnet fra vann eller jordkons.	Det står i DP2 rapportens kap 3.1.3.5 at beregningene er basert på gjennomsnittskonsentrasjonene i grunnvannet av PFOS og 6:2 FTS. Det står videre at det basert på dette er det beregnet utslippsmengde av PFOS/PFOA. Det er derfor ikke sikkert hvilke stoffer det er beregnet for i tillegg til PFOS.

27.6 Biotaprøvetaking

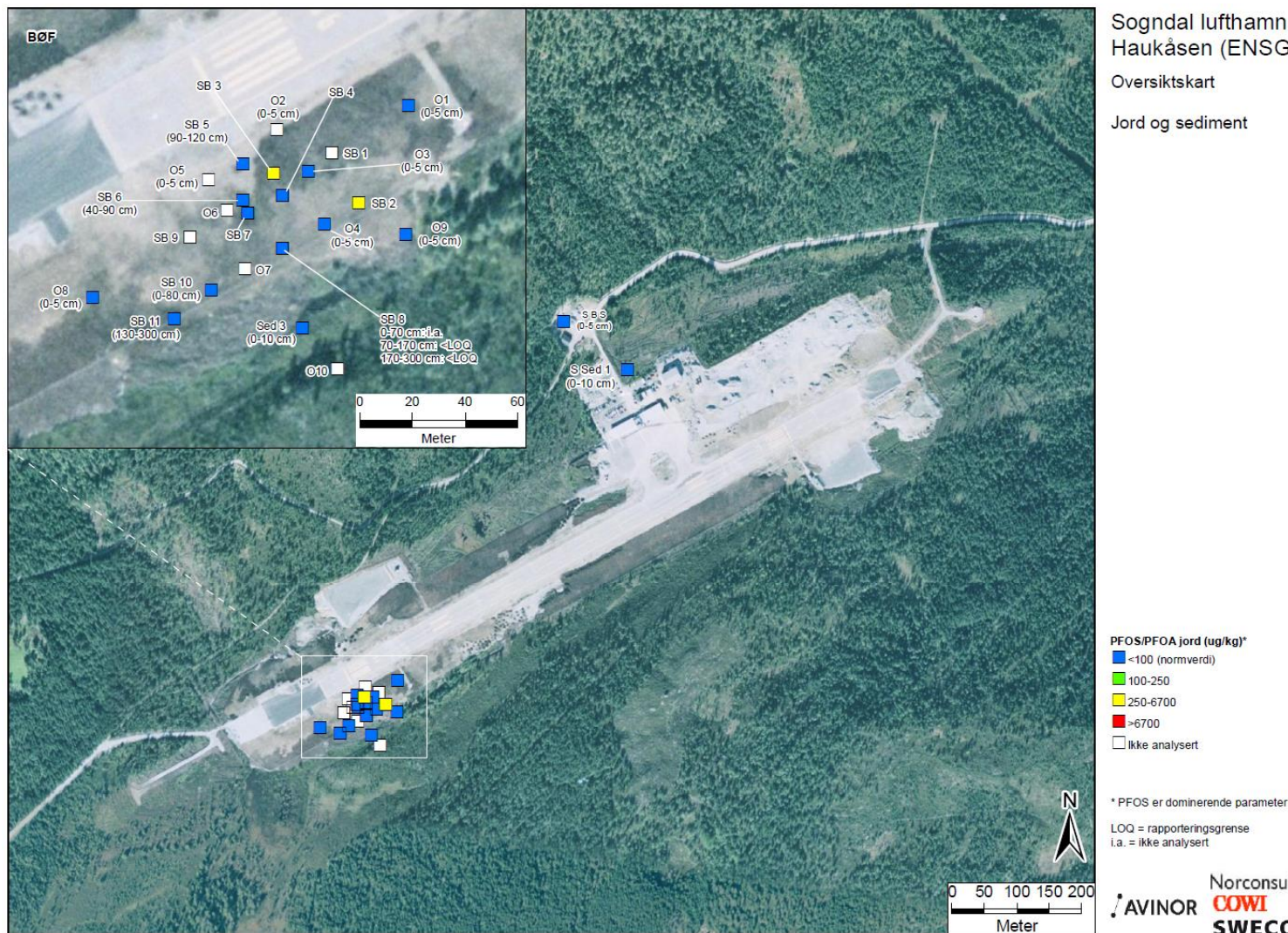
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota Σ PFAS ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

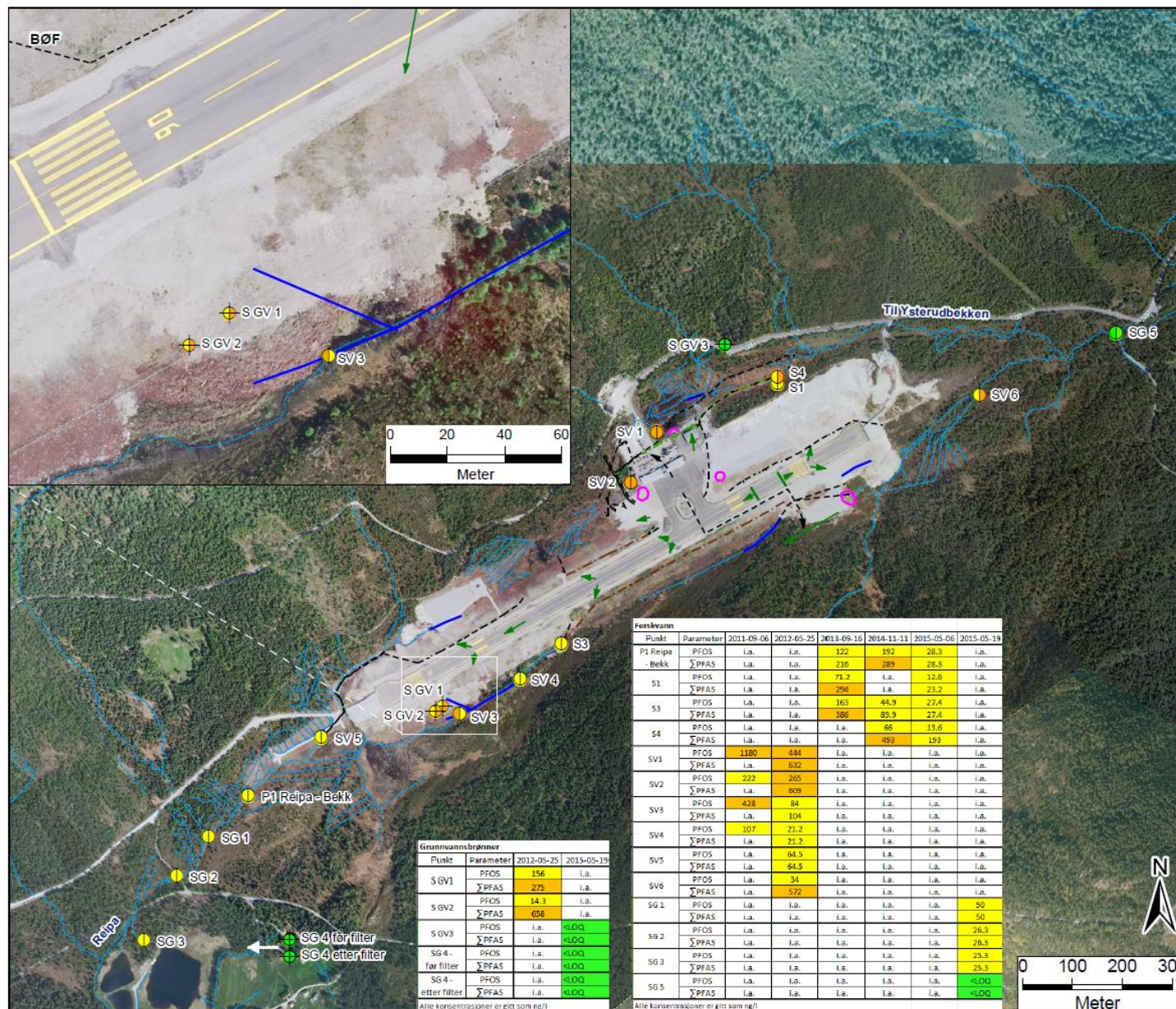
27.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Dette kan ikke vurderes for biota da det ikke er tatt biotaprøver. Det kan ikke vurderes sikkert for vann. Konsentrasjonene i grunnvannsprøvene er høye, men det er kun tatt grunnvannsprøver en gang i mai 2012 (og en prøve av vann i sjakt i B2 i 2011). Det er usikkert hvordan forholdene var på prøvetakingstidspunktet (nedbør, snøsmelting ol.). Konsentrasjonene i jord er høyest i masser av torv, og det er lavere konsentrasjoner i skjellsand og jord ellers på BØF. Det er massetyper med svært ulik bindingskapasitet for ΣPFAS, og det er usikkert hvordan massesammensetningen og konsentrasjonene i jord er på BØF utenom i de undersøkte punktene. Det er derfor vanskelig å vurdere utlekkingen for lokaliteten som helhet.
Vurderinger	Brannøvingsfeltet er opparbeidet med et bærerlag av sand/grus og har opprinnelig vært asfaltert. Asfalten er imidlertid betydelig oppknist og opprevet. Brannøvingsfeltet drenerer mot sørvest og mot bekk/grøft rett utenfor gjerdet til lufthavnen mot nordvest. Det er påvist relativt høye konsentrasjoner av PFOS i flere av sjaktene som er gravd sentralt i BØF. Det kan se ut til at de høyeste konsentrasjonene ligger i torvmasser dypere enn 0,7 meter og ned til grunnvannstand. De aller fleste av jordprøvene er analysert for PFOS og PFOA, men enkelte av jordprøvene er analysert for 11 ulike ΣPFAS-forbindelser. Man ser at PFOS er den dominerende forbindelsen i alle jordprøvene. I enkelte av prøvene som er analysert for 11 ΣPFAS forbindelser er det påvist noe PFPeA, PFHxS og PFOA. Det er påvist høye konsentrasjoner av ΣPFAS i grunnvannsprøvene. PFOS er den dominerende forbindelsen i alle grunnvannsprøvene, men det er påvist relativt høye konsentrasjoner av andre ΣPFAS forbindelser i tillegg. De høye konsentrasjonene i grunnvann tyder på at det er en vertikal transport av ΣPFAS i grunnen, med utlekking til grunnvannet, og med videre spredning til omgivelsene og sjøresipienten. I DP2 rapporten konkluderes det med at spredningen trolig fører til en uønsket miljøeffekt i sjøresipienten, uten at dette er dokumentert. Det er påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen i samtlige prøver av overflatevann. I Sandnesbekken som renner ved BØF er det tatt en prøve rett ved BØF, og en nedstrøms (ca 650 meter sør for BØF). I prøven som er tatt ved BØF var konsentrasjonen av PFOS på 833 ng/l, og i prøven som er tatt nedstrøms var det PFOS på 1530 ng/l. Det er også PFOS (230 ng/l) i utløpet til et drenerør som ledes til bekken midt mellom disse punktene, og i sidebekken (575 ng/l) som renner fra sørenden av rullebanen og vest til bekken som kommer fra BØF. Det kan derfor tilføres ΣPFAS til bekken fra flere kilder eller diffus forurensning ved lufthavnsområdet.
Beregning	Det er tatt jordprøver i sjakter, og i tre av sjaktene er det satt ned brønner. Ved å se på jord og grunnvannskonsentrasjoner i disse tre punktene isolert, så er det beregnet Kd verdier (DP2 rapportens kapittel 3.1.2.4). Beregningene viser en svært lav Kd for torv rundt brønn B1, sammenlignet med det som forventes ved en likevekt mellom konsentrasjonene i jord og vann. Ved likevekt forventes Kd for PFOS i torv å være mellom 70-520 l/kg (hentet fra tiltaksplan for Harstad/Narvik lufthavn Evenes 2015 som referer til masteroppgave Løland, 2014), ettersom ΣPFAS holdes godt tilbake i torvjord.

	B1: Torv 1080 µg/kg / 72,4 µg/l gir 14,9 l/kg B3: Massetype ikke oppgitt 15,3 µg/kg /1,08 µg/l gir 13,4 l/kg. B2: Skjellsand 212 µg/kg / 20,9 µg/l gir 10,14 l/kg. Konsentrasjonene i vann er kun basert på en måling, og det er ikke kjent hvordan prøvetakingsforholdene var på dette tidspunktet. Ved feks nedbør eller snøsmelting kan PFOS som vaskes ut av umettet sone gi forhøyede konsentrasjoner i grunnvann.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er påvist høye konsentrasjoner av PFOS i vannprøven som er tatt i Sandnesbekken nedstrøms BØF. Prøvepunktet hvor denne prøven er tatt ligger ca 650 meter sør for BØF. Det er i tillegg påvist PFOS i utløpet fra et drenerør som ledes til bekken, og i en sidebekk som renner til den samme bekken. I og med at det er påvist PFOS i disse prøvepunktene, og i bekken såpass langt unna BØF kan det ikke utelukkes at det er flere kilder til PFOS forurensning til bekken.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Spredning av forurensning til sjøresipient bør kartlegges nærmere. Det bør også kartlegges om det kan være andre kilder/områder med PFOS forurenset grunn ved lufthavnen, i og med at det er påvist PFOS i alle prøvene av overflatevann, også i de som er tatt relativt langt unna BØF.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Fra Naturbase: Det er registrert flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse rundt og på lufthavnen. Det er registrert flere naturtyper rundt lufthavnen. Like sør for lufthavnen ligger et område registrert som bløtbunnsområde i strandsonen. Dette området mottar avrenning fra lufthavnen via Sandnesbekken. Både nord og øst for lufthavnen ligger det områder som er registrert som rikmyr. Det er også registrert flere kulturminner rundt lufthavnen. Lufthavnen er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 1, som betyr ikke sårbare resipienter og standard nivå på anlegg. Områdene rundt lufthavnen brukes hovedsakelig til jordbruk/dyrket mark.

28 Sogndal lufthavn, Haukåsen





Sogndal lufthavn Haukåsen (ENSG)

Oversiktskart inkl.
brannøvingsfelt

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsprøve (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

Avlopsledning

Avløp annet

Avløp Felles

Drensvann

Glykolholdig overvann

Glykolholdig spillvann

Overvann

Pumpespillvannsledning

Spillvann

Avrenning

Deponi glykolforurenset snø

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

Overvannssystem

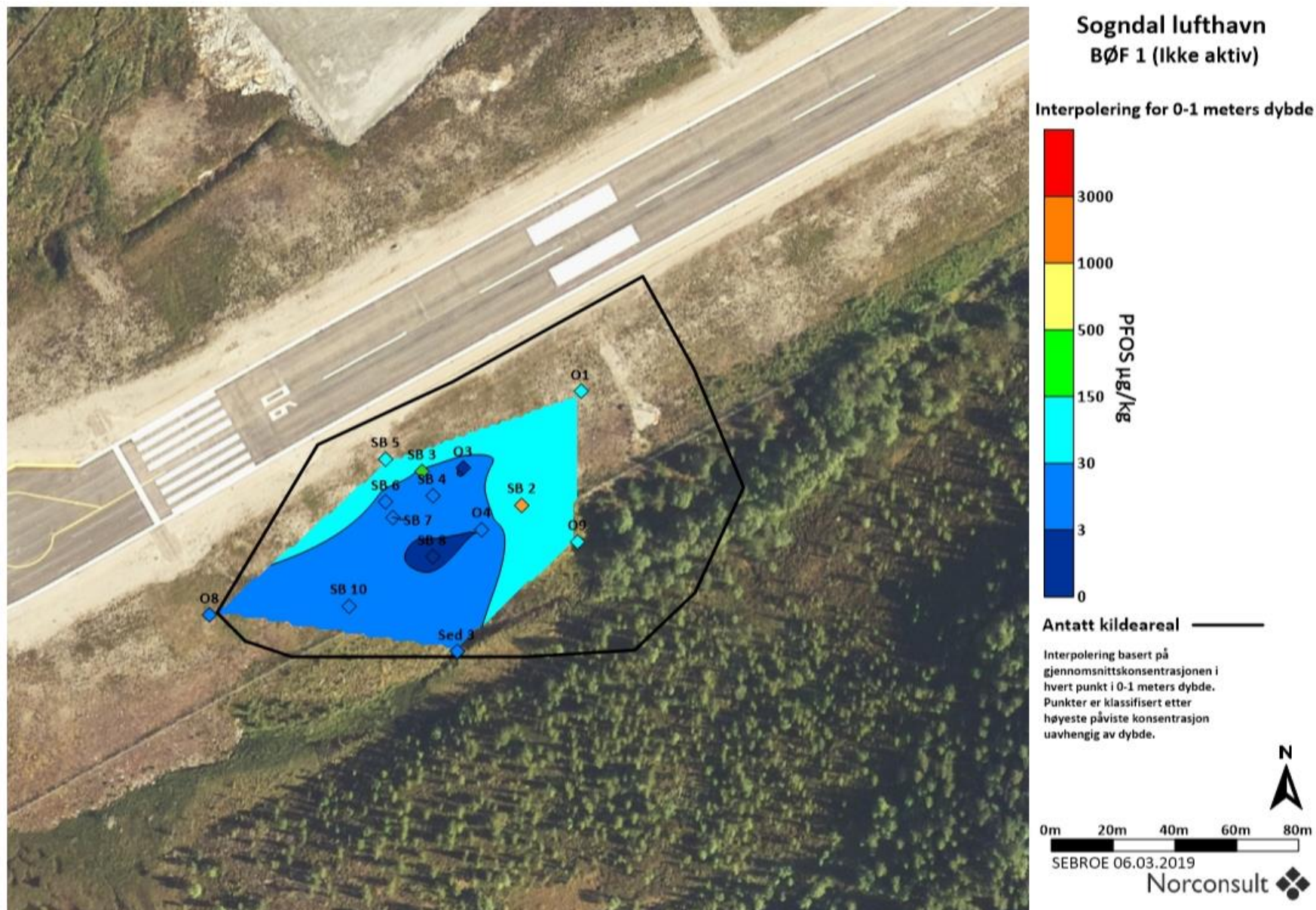
Vannskille rullebane

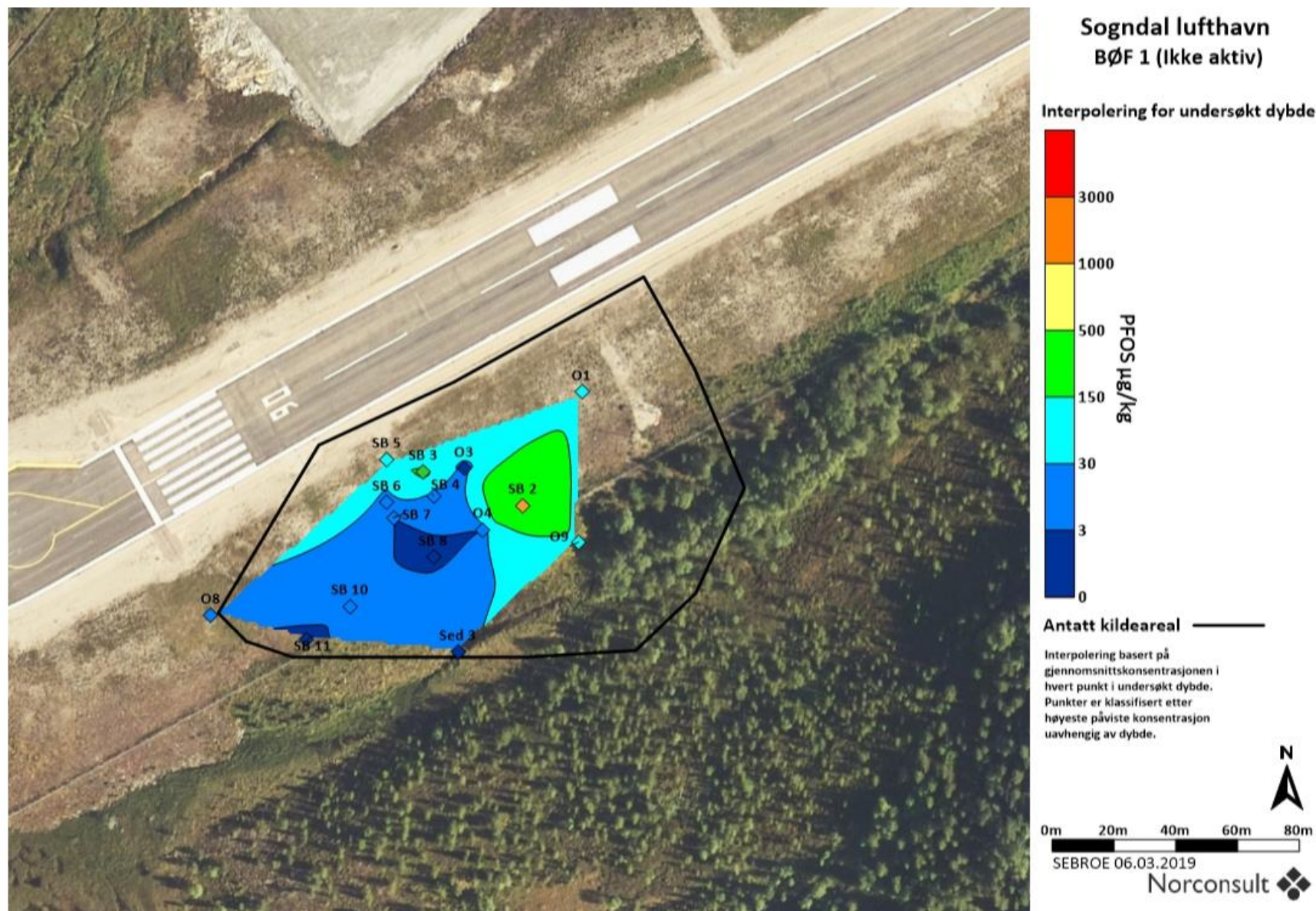
Antatt avrenningsveg baneavising

* Venstre halvdel = PFOS
Høyre halvdel = ΣPFAS

i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense
(tilsv. ikke påvist for ΣPFAS)





28.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF1 (ikke aktivt)
	Det er registrert ett brannøvingsfelt ved Sogndal lufthavn. BØF ligger sørvest for rullebanen. BØF ble anlagt sørvest for rullebanen, og var i bruk da lufthavnen ble etablert i 1971. Feltet ble tatt ut av bruk i 2005.

28.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

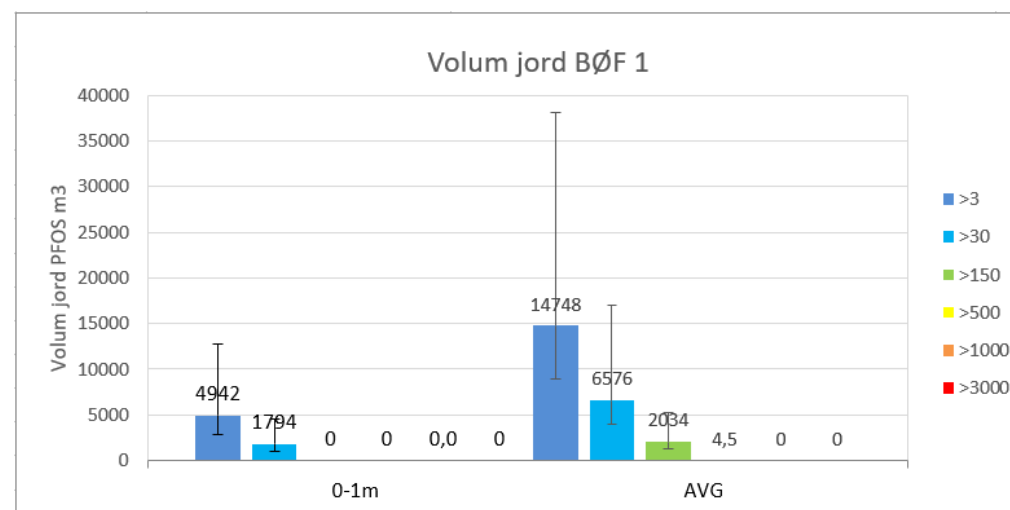
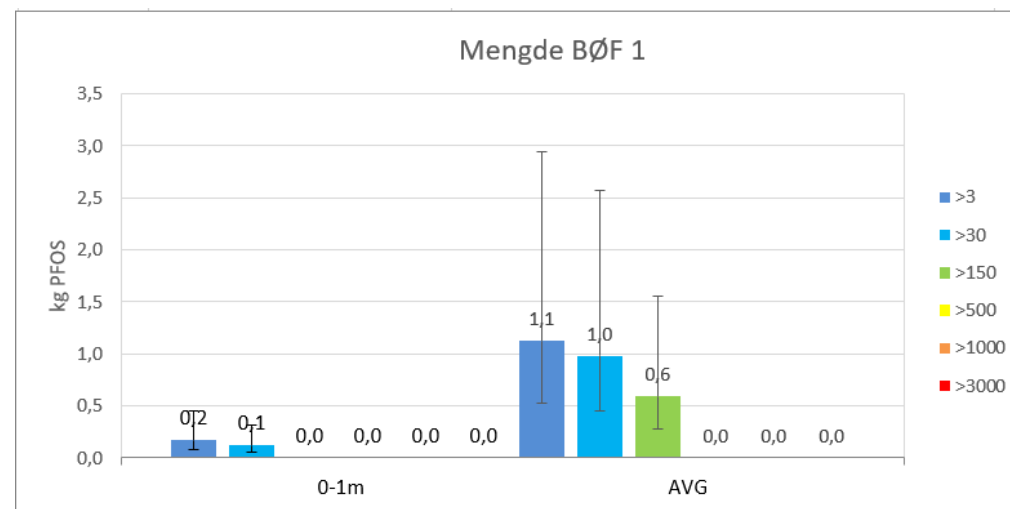
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden fra 1970-tallet til 2001. Det ble trolig benyttet brannskum med PFOS fra slutten av 1970-tallet.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	15
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 2001-2005.

28.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	21
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Ved fem av prøvepunktene ved BØF er det kun tatt overflateprøver (0-0,05 m), det er prøver av kun toppjord mellom 0-90 cm i to punkter, og så er det fem sjakter med prøver fra toppjord og dypere liggende masser. Massene er (oppgitt i Cowi rapport som er vedlegg til DP2 rapporten) en blanding av morene, organisk jord, stein, sand, leire, sprengstein med finstoff, myrjord.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	14
Antall jordprøver under 1 m	10
Kommentar/usikkerhet	Totalt 24 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	1410
Hvor	SB 2-3 (150-300 cm). Massene består av jord. Innhold av asfalt, jernskrap, betong.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	1413
Hvor	SB 2-3 (150-300 cm). Massene består av jord. Innhold av asfalt, jernskrap, betong.
Kommentar/usikkerhet	Prøve SB2-3 er kun analysert for PFOS og PFOA. Jordprøvene er analysert for PFOS og PFOA, i tillegg er totalt åtte jordprøver analysert for 12 PFAS forbindelser.

28.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	68
Areal (m2)	4916
Mengde jord (tonn)	23597
Mengde PFOS (kg)	1,1
Usikkerhet -	0,6
Usikkerhet +	1,8
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	133
Areal (m2)	2192
Mengde jord (tonn)	10522
Mengde PFOS (kg)	1,0
Usikkerhet -	0,5
Usikkerhet +	1,6
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	260
Areal (m2)	678
Mengde jord (tonn)	3254
Mengde PFOS (kg)	0,6
Usikkerhet -	0,3
Usikkerhet +	1,0
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	510
Areal (m2)	1,5
Mengde jord (tonn)	7,2
Mengde PFOS (kg)	0,0
Usikkerhet -	0,0
Usikkerhet +	0,0



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	I DP2 rapporten er det beregnet at det ligger igjen 446 g PFOS og 17 g PFOA i kildeområdet. Det er da tatt utgangspunkt i at det forurensede området har et areal på 30x50 m, og at mektigheten på de forurensede massene er ca 1,5 meter. I risikovurderingsrapporten fra 2016 er det beregnet at det ligger igjen 2 ± 1 kg PFOS på BØF. Beregningen er basert på et areal på 4500 ± 2000 m2, og en dybde på 3 ± 1 meter. Årsaken til at det er beregnet en mindre mengde gjenværende PFOS i DP2-rapporten enn i beregningene fra 2016 og de nye beregningene i 2019, er hovedsakelig fordi det i DP2 rapporten er tatt utgangspunkt i et mye mindre forurenset areal. For beregningen i 2019 er det tatt utgangspunkt i det undersøkte arealet på 5300 m2 og dyp på 3 meter. Usikkerheten er større i beregningen fra 2019 enn 2016 på grunn av at det forurensede arealet er forsøkt avgrenset ned til konsentrasjoner på 3 µg/kg. Det er også tatt høyde for andel finstoff i beregningen fra 2019, noe som gjør mengdene lavere enn for beregningene i 2016.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Det er påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen i alle ytterpunktene. Konsentrasjonen i ytterpunktene O8 mot vest og sed 3 mot sør (begge kun overflateprøver) er de laveste (< 20 µg/kg). Ytterpunkt mot nord (SB5 fra 90-120 cm dyp og overflateprøve O1) og mot øst (overflateprøve O9) har konsentrasjoner på mellom 73 og 85,9 µg/kg.

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, i de to mest forurensede av prøvepunktene (SB2 og SB3) er de høyeste konsentrasjonene påvist i de dypeste prøvene (1,5-3 meter), og det er usikkert hvor mye dypere forurensningen strekker seg. I tillegg er det usikkert hvor dypt det er til fjell eller evt. lavpermeable masser (leire). Det var innsig av vann i noen av sjaktene (på mellom 1,7-3 meter i sjakt 8 og 1,1-3 meter i sjakt 11), men det var store forskjeller i nærliggende sjakter. Det står i DP2 rapporten at det derfor er usikkert om det er sammenhengende grunnvannsspeil eller om grunnvann kan stå i forsenkninger i fjelloverflaten og/eller i lommer i løsmassene. I prøvepunkter SB7 og 8 som ligger sentralt i det undersøkte området, og i SB11 mot vest er det ikke påvist PFOS (eller PFAS) i dypereliggende masser (ca. 1,5-3 meter).
Kommentar/usikkerhet	Det står beskrevet i DP2-rapporten at det har vært anleggsarbeider i området hvor BØF ligger, og at massene ved BØF var tydelig bearbeidet og omrotet. Dette kan være årsaken til at man finner høyest PFOS konsentrasjoner i relativt dype masser. Det kan heller ikke utelukkes at det er spredt masser fra BØF til andre deler av lufthavnen.

28.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja. Det er tatt prøver av grunnvann og overflatevann.
Hvor	Grunnvannsprøver er tatt fra 2 brønner (etablert i sjakt) ved BØF (S GV 1 og S GV 2), fra grunnvannsbrønnen som forsyner flyplassen med vann (S GV 3, som er en 120 meter dyp fjellbrønn) og fra en brønn i tilknytning til gårdsbruket som ligger sørvest for flyplassen (S GV 4, fjellbrønn boret i juli 2013). Det er tatt prøver av overflatevann fra snødeponiet, fra kloakkrenseanlegget og av overvann nordøst for rulle-/taksebane. Vann fra disse områdene dreneres mot Ytstrudbekken. Det er også tatt prøve fra Ytstrudbekken nedstrøms lufthavnen. Det er tatt prøver fra snødeponiet sørvest på terminalområdet, fra et grøftesystem som renner forbi BØF og fra et grøftesystem som drenerer den sørlige delen av rullebanen. Alle disse kildene ledes til Reipa. Det er i tillegg tatt vannprøver av Reipa, nedstrøms flyplassen.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	156
Hvor	S GV1 (grunnvannsbrønn på BØF)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	658
Hvor	S GV2 (grunnvannsbrønn på BØF)
Kommentar/usikkerhet	I prøven fra S GV1 er det PFOS som dominerer. Det er seks andre forbindelser påvist (ikke 6:2 FTS). Det er påvist høyest nivå av PFPeA i vannprøven S GV2. Deretter er det (av de som er påvist) høyest konsentrasjoner av PFHxA, PFHxS, PFBA, PFHpA, 6:2 FTS, PFOA og til sist PFOS.

Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	1180
Hvor	Overvann SV1 (06-09-2011). Vannprøven inneholder avrenning fra terminalområdet med snødeponier.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	1216
Hvor	Overvann SV1 (06-09-2011). Vannprøven inneholder avrenning fra terminalområdet med snødeponier.
Kommentar/usikkerhet	Prøven tatt den 6.9.2011 er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er analysert en prøve til i 2012 som er analysert for flere forbindelser (åtte er påvist). Konsentrasjonene av sum PFAS er lavere i denne prøven enn for PFOS i prøven fra 2011. Det er ikke påvist PFOS i vannforsyningsbrønn nord for lufthavnen eller ved gårdsbruket (ca 500 meter) sørvest for lufthavnen. Det er kun analysert prøver ved en prøvetakingsdato fra hvert sted.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	144
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Reipa. Myrområdet rundt flyplassen dreneres i to ulike retninger; mot Ytstrudbekken i nordøst og mot Reipa/Eitregilet i sørvest. Begge bekkene renner ut i Sognefjorden. Det er beregnet en spredning av PFOS til Ytstrudbekken (basert på målinger i punkt SV6) på 10 g/år.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon i prøvepunkt P1 Reipa bekk

28.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja
Hva for biota?	Bekkeørret, oppdrettslaks og vegetasjonsprøver (blåbærlyng, gras (ikke artsbestemt), gråor og barlind).
Hvor mange prøver?	24 prøver i 2013 (individprøver og blandprøver av bekkeørret og laks), 9 muskelprøver av laks i 2015, vegetasjonsprøver fra to stasjoner i 2015 (8 prøver) og 9 prøver av ørret i 2016 (blandprøver av fisk med lik lengde).
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	2200
Hvor	Stasjon 2, homogenisert blandprøve av 10 ørret, lever
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	2355,3

Hvor	Stasjon 2 homogenisert blandprøve av 10 ørret, lever Det ble påvist 9 ulike PFAS (PFNA, PFDA, PFHxS, PFOS, FTS-6:2, FTS-8:2, PFDS, PFUnDA og PFDoDA), hvor PFOS var den mest betydelige med 2200 µg/kg våtvekt.
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	I 11 leverprøver fra ørret fanget i Kjerkvatnet ved Evenes lufthavn var gjennomsnittsinholdet av PFOS på 753,6 µg/kg vv (median 880), og for PFAS på 759,5 µg/kg vv (median 880). I seks muskel individprøver av ørret fra Langvatnet ved Evenes lufthavn Harstad var gjennomsnittsinholdet av PFOS på 14,89 µg/kg vv (median 15,64), og for PFAS på 20,53 µg/kg vv (median 23,27). Gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i lever fra ørret i enkelte store norske innsjøer; Mjøsa: 8,39 ng/g vv, Randsfjorden: 4,06 ng/g vv, Femunden: 2,95 ng/g vv.
Kommentar/referanse	Tallene for ørret ved Evenes lufthavn er hentet fra Avinor rapport fra 2015; Harstad/Narvik lufthavn, Evenes, undersøkelser av jord, vann og biota med risikovurdering. Tallene for PFOS i lever hos ørret i innsjøene er hentet fra rapporten "Miljøgifter i store norske innsjøer, 2015", M-548 utgitt av Miljødirektoratet. Man ser at den høyeste konsentrasjonen av PFOS i lever hos ørret ved Sogndal lufthavn er nesten tre ganger så høy som PFOS verdiene i lever hos ørret ved Evenes lufthavn, og over 260 ganger høyere enn den høyeste av gjennomsnittsverdiene i innsjøene.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Vannforskriftens EQS-verdi for PFOS i biota er på 9,1 ng/g våtvekt. Det er påvist PFOS i samtlige av biotaprøvene tatt ved Sogndal lufthavn, og konsentrasjonene i alle prøvene er betydelig høyere enn denne grenseverdien. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden. I 2015 gjennomførte Mattilsynet vurderinger for Sogndal lufthavn basert på analyser av biota fra 2013. Konklusjonen til Mattilsynet var som følger: <i>Ved Sogndal lufthavn (Haukåsen) bør ingen fiske, og heller ikke spise bekkeørreten fra Eitregilbekken/Reipa.</i>

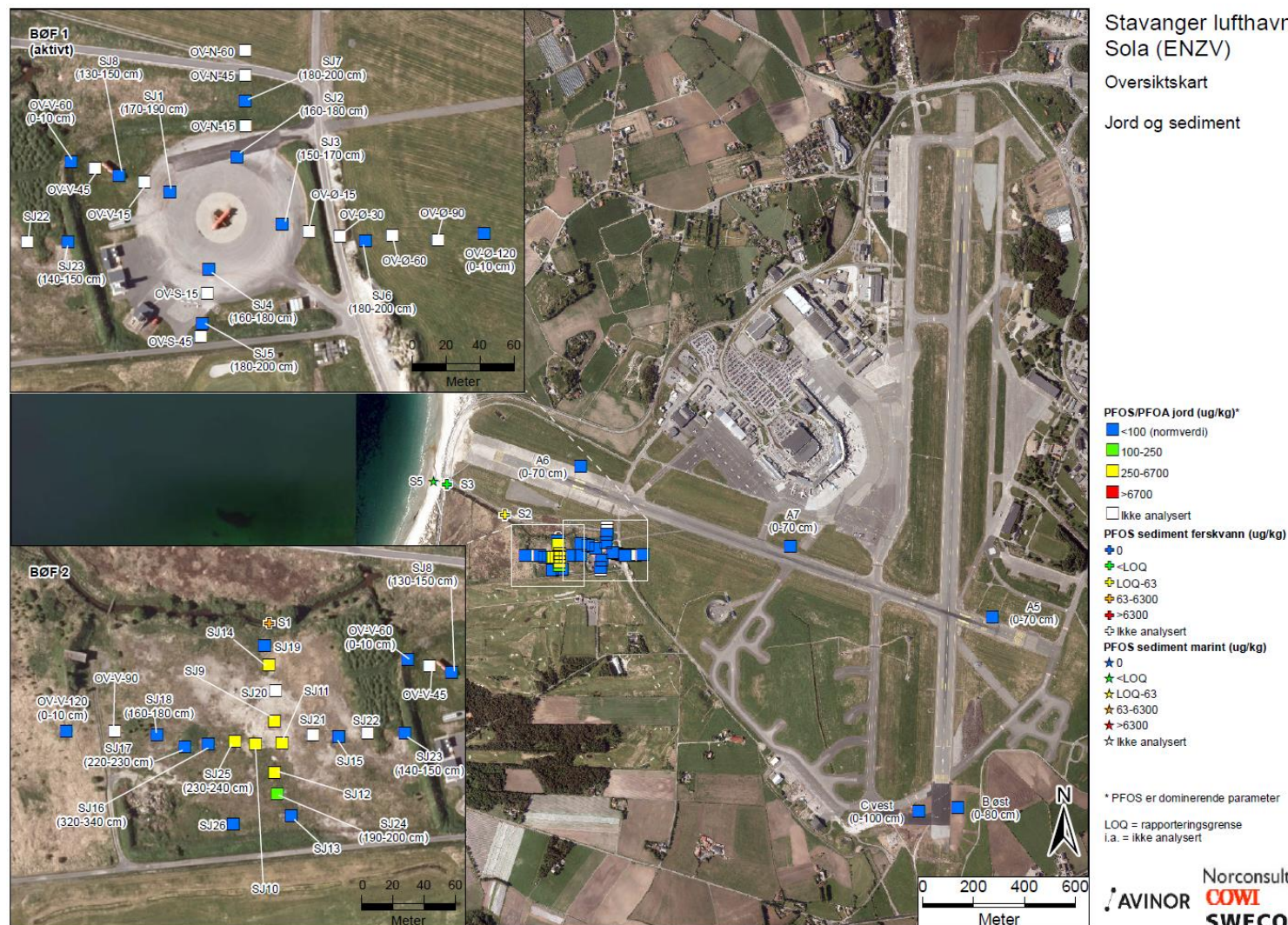
28.7 Usikkerhet og øvrige forhold

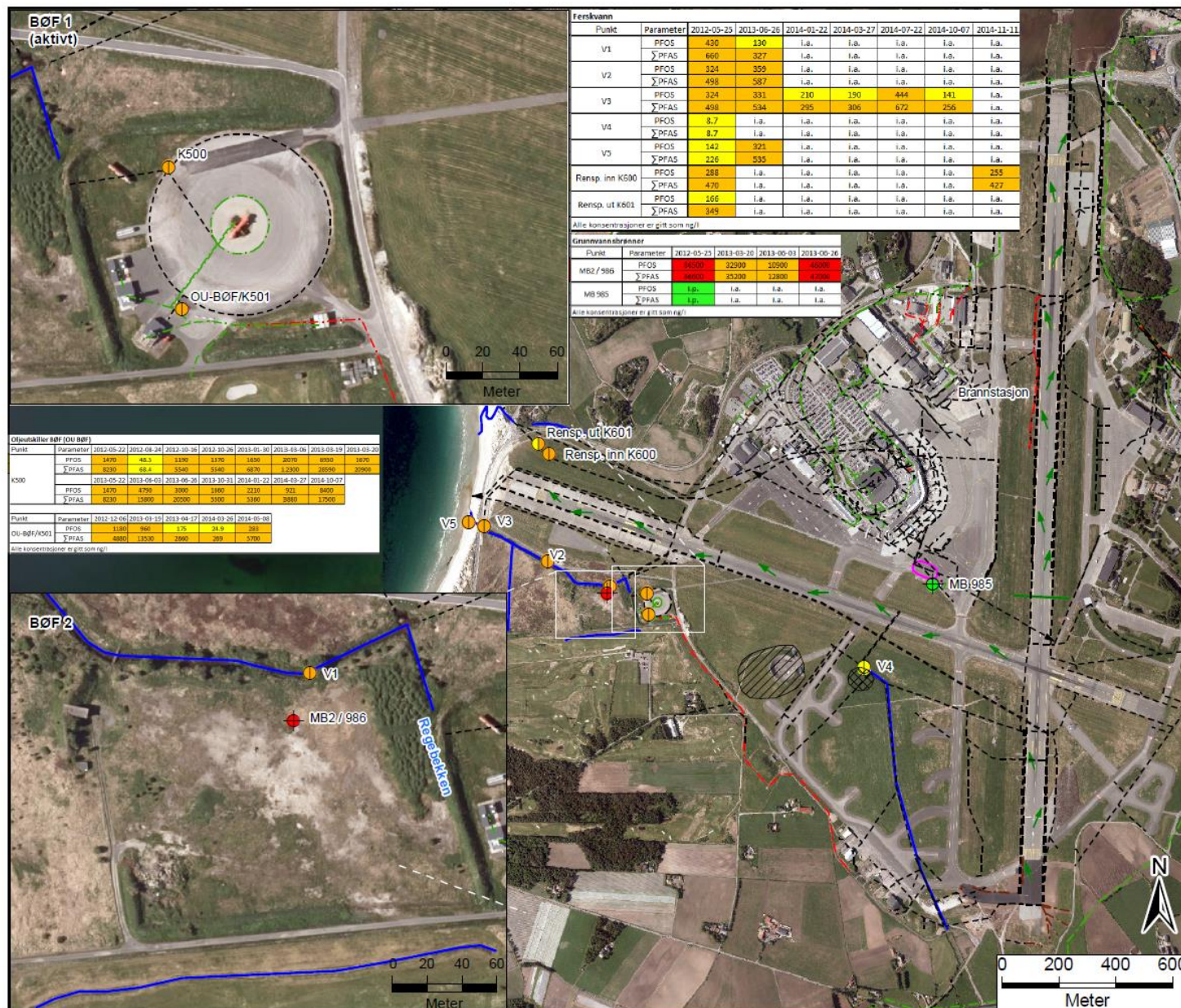
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert. Reipa mottar avrenning fra lufthavnas sørvestlige arealer, inkludert brannøvingsfeltet. Avrenning fra snødeponiet sørvest på terminalområdet (punkt SV2) føres under rullebanen og inn i et grøftesystem (S3 og SV4) som renner forbi det gamle brannøvingsfeltet (punkt SV3) og videre ut i Reipa. Reipa tilføres i tillegg vann fra et rør-/grøftesystem fra nord for den sørlige del av rullebanen (punkt SV5). Det er påvist PFOS i alle disse punktene, samt i grunnvannsprøver ved BØF og i Reipa.
Vurderinger	Med unntak de dypeste prøvene (1-3 m) i punktene SB2 og SB3 er det påvist lave til moderate konsentrasjoner (< 100 ug/kg) av PFOS i jordmassene ved BØF. I de dypeste prøvene ved SB2 og SB3 er det også påvist noe PFHxS og PFHxA. Det er ikke påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen for noen andre PFAS-forbindelser i de andre fem jordprøvene analysert for dette. Punktene SB2 og 3 er ikke rett ved siden av hverandre, og i dypereliggende masser (2,5-3 m) i prøvepunkt SB4 som ligger mellom disse to punktene er det lave konsentrasjoner (< 9 ug/kg). Undersøkelsene av jord tilser at det ikke er store mengder PFOS på BØF. Det er påvist PFOS og PFAS i grunnvannsbrønnene på BØF, men konsentrasjonene av PFOS er ikke spesielt høye. Det er noe høyt PFAS innhold i grunnvann fra brønn S GV2. Forurensningsgraden til massene dypere enn 3 meter er ukjent. Det er påvist PFOS i alle prøvepunkter av bekken Reipa nedstrøms lufthavnen, fra prøvepunkt SV 5 og videre sørvestover. Konsentrasjonene fra prøver i punktene P1 og videre sørvestover til SG3 viser en reduksjon med økende avstand til lufthavnen. I punkt P1 er det analysert for og påvist flere PFAS forbindelser. Dette punktet er prøvetatt flere ganger, og det er variasjoner i konsentrasjonene mellom ulike prøvetakinger. Konsentrasjonen er lavest i 2015. I prøvepunktene S3 og SV 4 i en grøft som renner mot BØF og deretter mot Reipa er det også påvist PFOS og PFAS. Det er derfor tegn til en pågående spredning til denne bekken fra en eller flere kilder i tillegg til brannøvingsfeltet. BØF har ikke vært i bruk de siste 15 årene, slik at mye av PFOS/PFAS forbindelsene kan allerede ha lekket ut av grunnen over tiden. Det er påvist høye konsentrasjoner av PFAS-forbindelser i bekkeørreten som er fanget i Reipa. Dette gjelder både fisken som er fanget øverst i bekken og etter samløpet med bekk fra Hovden. PFOS er klart den mest dominerende PFAS-forbindelsen i alle biotaprøvene, men i enkelte av prøvene er det også påvist en rekke andre PFAS-forbindelser. Ørret i dammene har betydelig høyere konsentrasjoner sammenlignet med ørret fra feks Evenes hvor det også er forurenset fra brannøving. Lufthavnen ligger ca 500 meter over havet, og bekkeørreten i bekken og dammene antas å ha hele sin levetid i dette bekkesystemet uten vandring til sjø. Utlekking til bekken over lang tid, og eksponeringstiden for biota for forurensning i denne bekken kan være faktorer som har bidratt til at ørret i Reipa har så høye konsentrasjoner. Hvert år blir det satt ut oppdrettslaks i fiskedammene. Oppdrettslaksen står noen uker til måneder i fiskedammene. Analyser av oppdrettslaksen viser at også denne inneholder PFOS, men i betydelig lavere konsentrasjoner enn ørreten. Det ble tatt vegetasjonsprøver fra to stasjoner i 2015, en stasjon i nærheten av BØF, og en i nærheten av Reipa. Det ble ikke påvist PFOS eller PFOA i vegetasjonsprøvene, men det ble påvist små mengder av 6:2 FTS og PFBA. Det er mye hjortedyr i området, som beiter på denne vegetasjonen.

	Det ble utført en ny biotaundersøkelse i 2016 for å undersøke om det hadde skjedd en nedadgående utvikling i PFAS-konsentrasjonene i biota. De målte verdiene av PFAS i bekkeørret i 2016 var noe lavere enn i 2013, men fisken inneholdt fortsatt konsentrasjoner av PFAS og PFOS som lå langt høyere enn grenseverdien for EQSbiota. Gjennomsnittskonsentrasjonen av PFAS i fiskeprøvene (ørret hel fisk) ved prøvetakingsstasjonen som lå nærmest lufthavnen var på 527 µg/kg, mens ved prøvetakingsstasjonen som lå lengre vekk fra lufthavnen var de på 230 µg/kg. Til sammenligning var gjennomsnitt av PFAS i ørretp prøvene (hel fisk) i 2013 på 694 µg/kg. Det ble også tatt vannprøver i Reipa i 2016. Resultatet av vannprøvene fra 2016 viste høyere konsentrasjoner av PFOS enn vannprøvene fra 2013, 2014 og 2015. Resultatene viste som tidligere en fortynning nedover i vassdraget. Dette tyder derfor på at det fortsatt pågår en spredning av PFAS til overflatevann og fisk i Reipa.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Skumtest av kanonene er siden 2006 utført ved snødeponiet i nord-øst, i sprengsteinfylling, med avrenning mot Ytstrudsbekken. En øvelseslogg fra 2001 viste at det har vært sporadiske øvelser andre steder, både i et steinbrudd ved innkjørselen til lufthavna, og ved Vikaleitet, ca. 1 km på veien mot Sogndal. Det er tatt en blandprøve av overflatejord ved Vikaleitet (SBV), samt en blandprøve og en grøfteprøve ved steinbruddet (SBS og S sed 1). Det ble påvist 21,3 µg/kg i overflateprøven ved Vikaleitet, og 2,4 µg/kg i overflateprøven ved steinbruddet. I prøven fra grøft ved steinbruddet ble det påvist 38,7 µg/kg. Ytstrudsbekken øst for lufthavnen mottar avrenning fra terminalområdet med snødeponier (punkt SV1), kloakkrenseanlegget (punkt S1) og rullebane, taksebane og deler av oppstillingsplassen (punkt SV6). Disse vannstrømmene er uavhengige av hverandre, men ender alle ut i Ytstrudsbekken. Det er påvist PFOS i vannprøver av alle disse prøvepunktene. Det er ikke påvist PFOS /PFAS i prøve fra Ytstrudsbekken nedstrøms lufthavna i nordøst. Havariøvelser er stort sett utført i begge innflygingssektorene. Brannbilen ble tidligere vasket på terminalområdet, men siden 2006 blir den vasket inne i vaskehallen. Fra DP2 rapporten: Det har foregått utjevning av terrenget og masser fra området er trolig blitt fylt ut sørvestlig retning. Grunnen består av ulike fyllmasser som myrjord, morene, stein og grus. Stedvis er det avfall i massene. Avrenningen skjer mot bekk og videre mot fiskedam og gårdsbruk i sørvest." Det står beskrevet i risikovurderingsrapporten for Sogndal lufthavn at flyttingen/gravingen av masser for å utjevne terrenget i det sørlige området av lufthavnen kan ha mobilisert mye PFOS, og økt utlekkingen til Reipa, noe som gjenspeiles i de høye biotakonsentrasjonene. Det er usikkert når denne gravingen foregikk, og om gravingen kan ha medført at de mest forurensede massene ved BØF er flyttet et annet sted.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Det er ukjent hvordan forurensningssituasjonen dypere enn 3 meter ved BØF er.

Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Avinor fikk gjennomført en vurdering av naturverdier på og rundt lufthavna i 2013, og det ble da registrert en lokalitet av naturtypen våtmarksmassiv (Haukåsmyrene) som ble vurdert som lokalt viktig. Det ble da også observert orrfugl, kongeørn og spurvehauk, og opplyst at trane (raster årlig, hekker ikke), ørn (kanskje både havørn og kongeørn) og storfugl blir sett i området. I naturbase er følgende registrert; omtrent 500 meter nord for flyplassen ligger Rodeholene, som er et vernet naturreservat. Nordøst for flyplassen ligger det registrert et område med naturtypen "gammel barskog". Innenfor en radius på omtrent 2 km ligger det i tillegg flere områder med naturtypen "slåttemark". Nord for flyplassen er det en grunnvannsbrønn (fjell) som forsyner lufthavna med vann. I tillegg har gårdsbruket sørvest for lufthavna boret en egen grunnvannsbrønn i fjell, denne er boret i juli 2013 og Avinor ble oppmerksom på denne i 2015. Lufthavnen er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 3, som betyr sårbare resipienter, høyest prioritet og nivå på anlegg. I bekken Reipa er det laks og ørret. Jordi gård har drevet med organisert turistfiske etter oppdrettslaks som settes ut i de tre fiskedammene vest for gården. Laksen er i dammene mellom 0-6 måneder før de fiskes. I 2015 gjennomførte Mattilsynet vurderinger for Sogndal lufthavn basert på analyser av biota fra 2013. Konklusjonen til Mattilsynet var som følger: Ved Sogndal lufthavn (Haukåsen) bør ingen fiske, og heller ikke spise bekkeørreten fra Eitregilbekken/Reipa.
--	---

29 Stavanger lufthavn, Sola





Stavanger lufthavn
Sola (ENZV)

Oversiktskart inkl.
brannøvingsfelt

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrenn (ng/l) *

Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

Avrenning

Avløp annet

Avløp Felles

Drensvann

Glykolholdig overvann

Glykolholdig spillvann

Overvann

Pumpespillvannsledning

Spillvann

Avrenning

Deponi glykolforurenset snø

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

Overvannssystem

Vannskille rullebane

Antatt avrenningsveg baneavising

PFAS-lokalitet

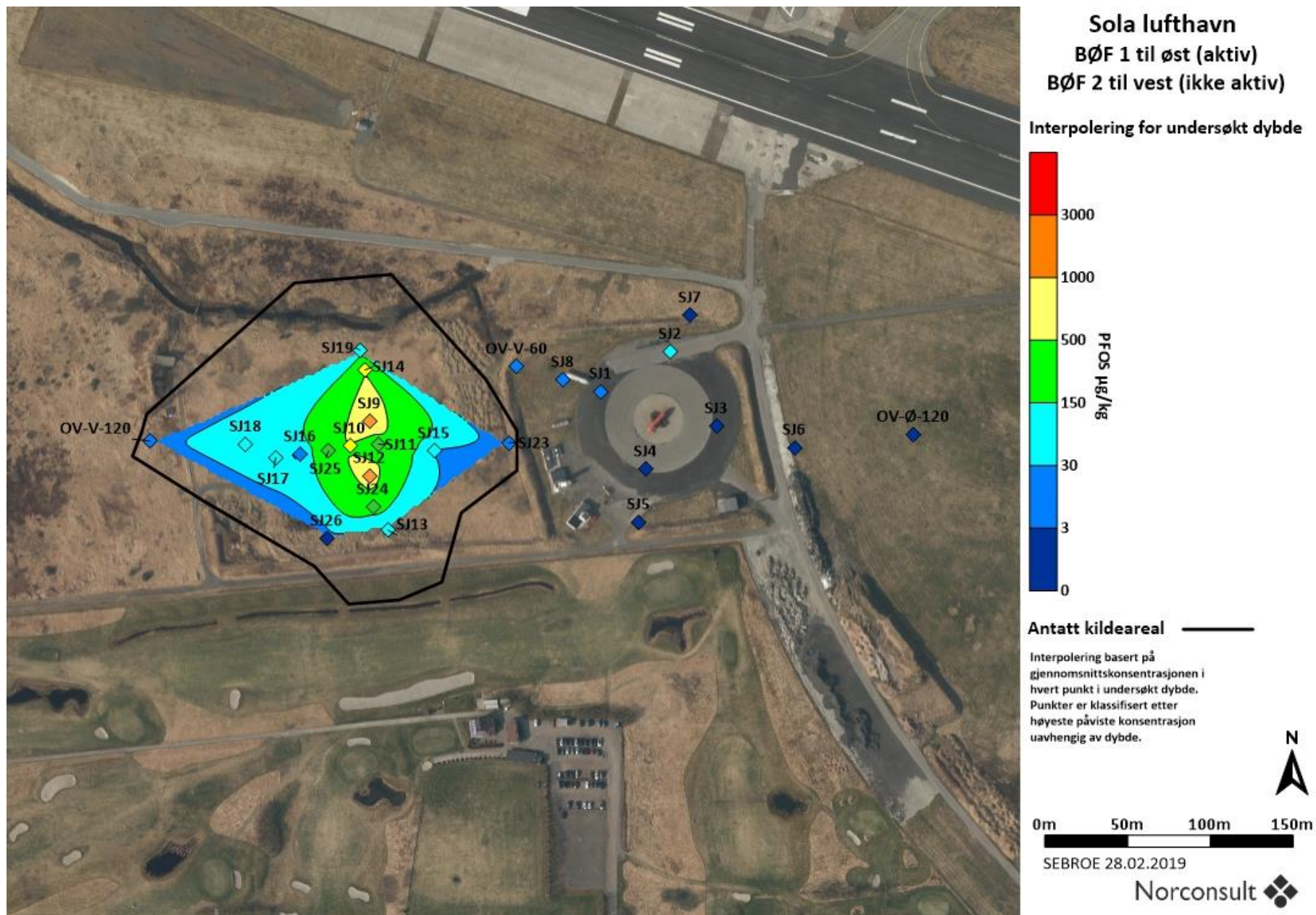
Deponi

* Venstre halvdel = PFOS

Høyre halvdel = ΣPFAS

i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense



29.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
	Brukt fra 2000.	BØF 2 har vært i drift mellom 1984 og 2000.

29.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

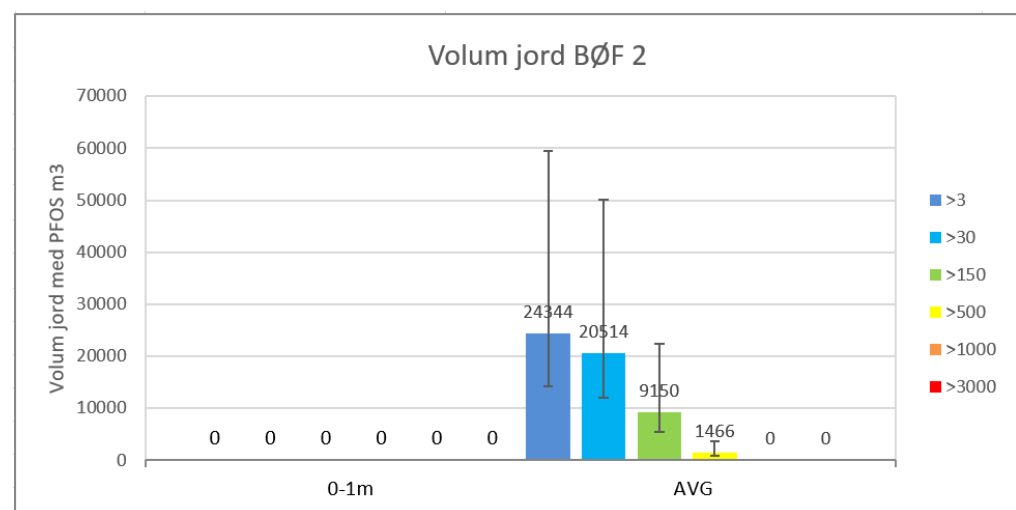
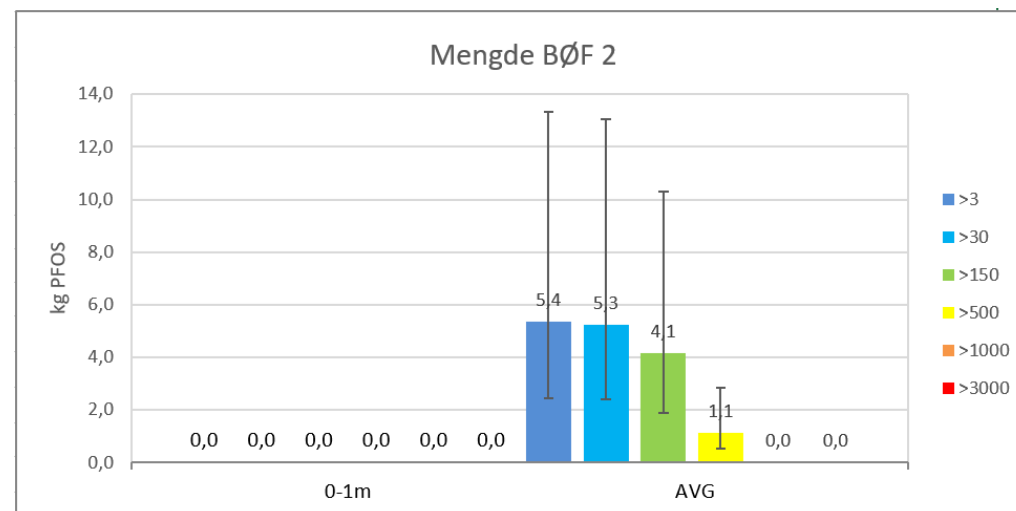
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	110	1 790
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden for år 2000-2001 (kun ett år), før overgang til AFFF som ikke hadde PFOS som hovedkomponent.	Estimert forbruk i perioden 1984-2000.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	500 kg	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	Beregning er basert på bruk i perioden 2000 til 2012. Avinor faset helt ut PFAS holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.	

29.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	10	24
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Ved det aktive brannøvingsfeltet ble det ikke sjaktet gjennom tett dekke.	De siste årene før miljøtekniske grunnundersøkelser ble gjennomført på feltet i 2012, ble det lagt ca. 1,5 m overskuddsmasser fra gravearbeider ulike steder på lufthavnsområdet oppå den gamle brannøvingsplattformen. Masser på BØF 2 fra terreng og ned til ca. 1,5 m er ikke analysert da dette er masser tilkjørt etter at feltet ble tatt ut av bruk som brannøvingsfelt. Opprinnelig terrengnivå for BØF 2 var omkring 2,5 meter over havet.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	2	1
Antall jordprøver under 1 m	8	24
Kommentar/usikkerhet	Det er analysert 10 masseprøver; 4 fra grunnvannsnivå ved plattformen, 4 fra grunnvannsnivå i større avstand fra plattformen, 2 fra overflaten i ytterpunktene i hver sin retning fra plattformen i Ø-V retning.	Totalt 25 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	43,3	1470
Hvor	Sjakt SJ2-6, i masser av lysbrun finsand fra 160-180 cm dyp.	Sjakt SJ9-39, i masser av sand/grus på 140-240 cm dyp.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	43,3*	1490
Hvor	Sjakt SJ2-6, i masser av lysbrun finsand fra 160-180 cm dyp.	Sjakt SJ9-39, i masser av sand/grus på 140-240 cm dyp.
Kommentar/usikkerhet	Prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA.	Prøven er analysert for 12 PFAS forbindelser.

29.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg		Det er ikke beregnet mengder på BØF 1
Konsentrasjon (µg/kg)		172
Areal (m2)		12172
Mengde jord (tonn)		38950
Mengde PFOS (kg)		5,4
Usikkerhet -		2,9
Usikkerhet +		8,0
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		200
Areal (m2)		10257
Mengde jord (tonn)		32822
Mengde PFOS (kg)		5,3
Usikkerhet -		2,9
Usikkerhet +		7,8
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		354
Areal (m2)		4575
Mengde jord (tonn)		14640
Mengde PFOS (kg)		4,1
Usikkerhet -		2,3
Usikkerhet +		6,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		609
Areal (m2)		733
Mengde jord (tonn)		2346
Mengde PFOS (kg)		1,1
Usikkerhet -		0,6
Usikkerhet +		1,7



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		

Brannøvingfelt/lokaltet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Kommentar til beregningene av mengde	I risikovurdering for BØF 1 utført i 2016, er det beregnet at det er en restmengde på 0,2 kg ± 0,1 kg PFOS i grunnen fordelt på et areal på 11 000 ± 2000 m2, og dybde på 3 ± 1,5 meter.	I risikovurdering for BØF 2 utført i 2016, er det beregnet at det er en restmengde på 9 kg ± 5 kg PFOS i grunnen fordelt på et areal på 13 000 ± 2000 m2, og dybde på 2,5 ± 1,3 meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Forurensingen av PFOS er tilsynelatende relativt bra avgrenset mot øst, sør og nord, men ikke i antatt retning for grunnvannsstrømning (nordvest). Det er ikke påvist PFOS i ytterpunkter mot øst (overflateprøve OV-Ø-120), mot sør (SJ5) og mot nord (SJ7). Prøvepunktene SJ4 og SJ6 mot sør og øst har konsentrasjoner på ca 2 µg/kg.	Kun for ytterpunkt Sj26 mot sørvest er prøven under deteksjonsgrensen. Videre er det PFOS konsentrasjoner på ca. 5 µg/kg i ytterpunkter mot øst (SJ23) og vest (overflateprøven OV-V-120). Ytterpunkt SJ13 mot sørøst og SJ19 mot nord har PFOS på ca 40 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, de dypeste prøvene mot nordvest på BØF viser ikke konsentrasjoner under deteksjonsgrensen.	Nei, de dypeste prøvene viser ikke konsentrasjoner under deteksjonsgrensen, men de er høyere mot nord som er strømningsretning for grunnvann.
Kommentar/usikkerhet	Prøvene i sjakt er tatt av masser > 1 meter. Det er kun analysert for PFOS og PFOA.	Alle prøver i sjakt er tatt på > 1 meter, men det er fylt ut med 1,5 meter masser over opprinnelig terreng for gammel BØF.

29.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokaltet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Ja
Hvor	Oljeutskiller, oppsamlingsskum og bekk (Regebekken). Feltet har to oppsamlingssystemer for avrenning. Ved aktiv bruk/øvelse føres vann fra betongplaten og asfaltflaten til en oljeutskiller og videre på kommunalt spillvannsnett og renseanlegg, før det slippes ut i Håsteinsfjorden. Når det ikke er øvelse på feltet, føres avrenningen fra betongflaten fremdeles til oljeutskilleren, mens vannet fra asfaltflaten går til et drensør som går til en oppsamlingsskum (K500) med utslipp til Regebekken.	Grunnvannsbrønn nedstrøms gammel BØF og bekk (Regebekken).
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	Ikke målt ved BØF	86 500
Hvor		MB2/986 (25-05-2012). Grunnvann fra grunnvannsbrønnen lokalisert ca. 30 meter nedstrøms plattformen, mot Regebekken.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	Ikke målt ved BØF	86 600
Hvor		MB2/986 (25-05-2012). Grunnvann fra grunnvannsbrønnen lokalisert ca. 30 meter nedstrøms plattformen, mot Regebekken.
Kommentar/usikkerhet		Analysert for 12 PFAS forbindelser.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	430	430
Hvor	Prøve V1 (25-05-2012) av vann i Regebekken rett nordvest for ny BØF.	Prøve V1 (25-05-2012) av vann i Regebekken rett nord for gammel BØF.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	660	660
Hvor	Prøve V1 (25-05-2012) av vann i Regebekken rett nordvest for ny BØF.	Prøve V1 (25-05-2012) av vann i Regebekken rett nord for gammel BØF.

Kommentar/usikkerhet	Analysert for 12 PFAS forbindelser. Prøvepunkt V1 gjelder begge BØFene ved lufthavnen ettersom de ligger ved siden av hverandre og grunnvannsretning antas å være mot bekken i nord/nordvest. Ved øvelse ledes alt vann på betongplattformen og asfaltområdet utenfor til oljeutskilleren. Vann fra betongplattformen ledes til oljeutskiller også utenom øving. Vann fra oljeutskilleren ledes til kommunalt nett og deretter til Håsteinsfjorden. Prøver av vann fra oljeutskiller anses ikke være representative for overflatevann i området. Det er tatt fire prøver av vann fra oljeutskiller i perioden 2013 til 2014, og konsentrasjoner av sum PFAS i vannprøver varierer mellom 269-13530 ng/l. I oppsamlingsskum for vann på asfaltområdet utenfor betongplattformen er det tatt 15 prøver i perioden 2012 til 2014 (vannet ledes til Regebekken), konsentrasjonene av PFAS varierer mellom 68,4-28590 ng/l. Hovedforbindelsene i prøvene fra oljeutskiller og oppsamlingsskum er 6:2 FTS og PFOS. Det ble, ifølge informasjon i årsrapport for oljeutskilleren fra 2016, gjennomført en rengjøring og tømning av oljeutskilleren for PFAS-sanering i 2014. Det har ikke vært benyttet PFAS-holdig skum ved Avinors lufthavner etter 2012, og oljeutskillere tømmes og rengjøres normalt en gang i året (med mindre de produserer < 1kg olje i løpet av året), evt oftere ved behov.	Analysert for 12 PFAS forbindelser. Prøvepunkt V1 gjelder begge BØFene ved lufthavnen ettersom de ligger ved siden av hverandre og grunnvannsretning antas å være mot bekken i nord/nordvest.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	11 g [1 g]* (220 g)**	220 g
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	50 g [6 g]* (ikke beregnet)**	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Regebekken som går til Solavika og vann fra oljeutskiller som ledes til kommunalt nett og deretter til Håsteinsfjorden.	Regebekken som går til Solavika.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon i prøver fra oppsamlingsskum som ledes til Regebekken. *vannkonsentrasjon i prøver fra oljeutskiller **vannprøver fra Regebekken (V3) – gjelder for begge BØF	Vannkonsentrasjon i Regebekken (V3) – gjelder for begge BØF
	Det som går til Regebekken fra oppsamlingsskum er gitt uten parentes, og det som går til oljeskiller som ledes til kommunalt nett er gitt i klammerparentes, og det som går til Regebekken fra begge brannøvingsfelt samlet er gitt med vanlig parentes. Det er usikkert hvorvidt spredningsmengden fra oljeutskiller er representativ for dagens situasjon, ettersom Avinor ikke har benyttet PFAS-holdig skum siden 2012. For lufthavnen er det forøvrig også beregnet et utslipp på 140 g PFOS per år fra renseparken for håndtering av overvann fra terminalområdet.	Det er oppgitt som sannsynlig at mesteparten av PFOS brukt (estimert til 1790 kg) på gammel BØF har lekket ut allerede og blitt transportert ut i havet. **Gjelder for hele området da avrenning fra både BØF 1 og 2 går til Regebekken. For lufthavnen er det forøvrig også beregnet et utslipp på 140 g PFOS per år fra renseparken for håndtering av overvann fra terminalområdet.

29.6 Biotaprvøvetaking

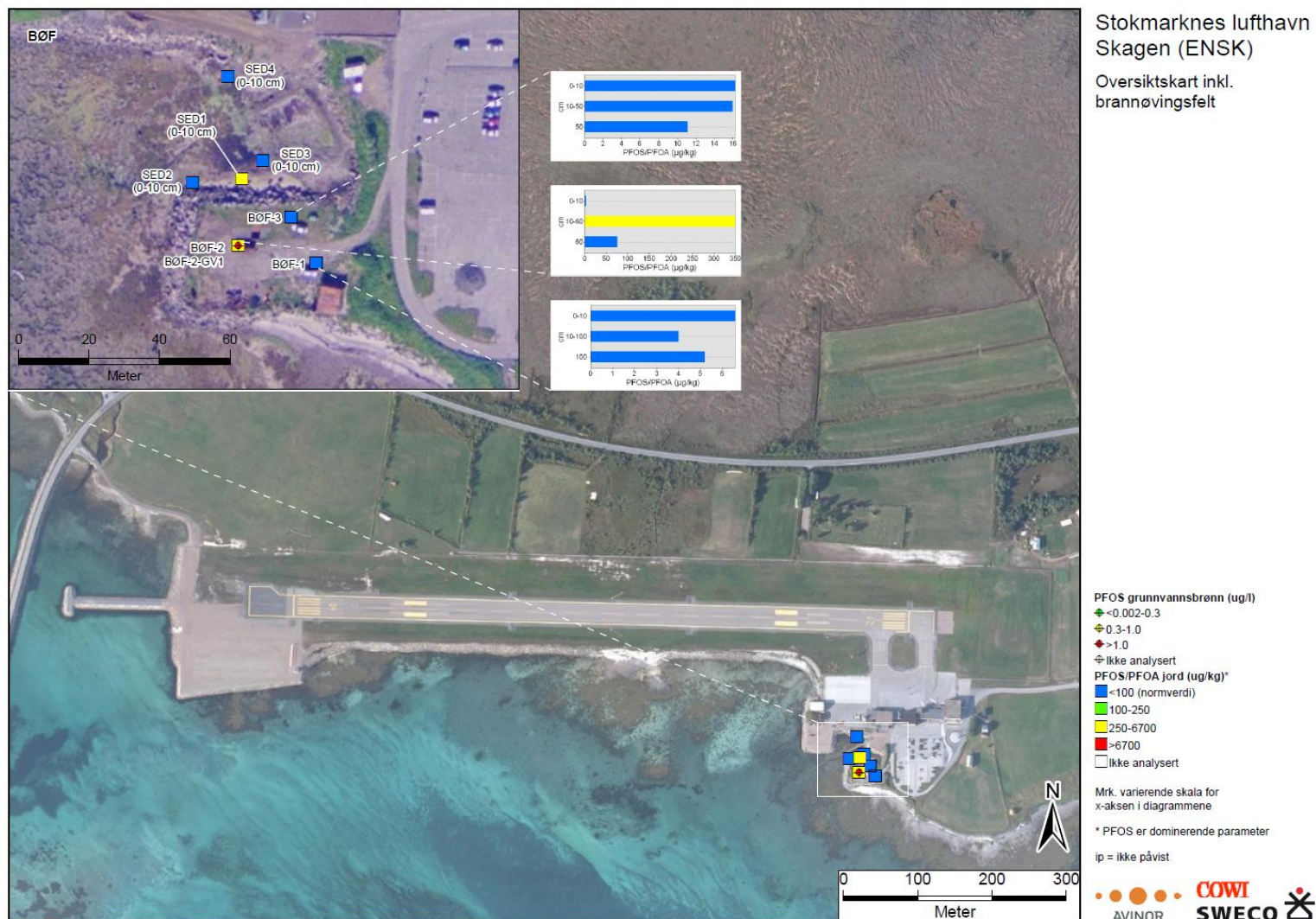
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja, prøvetakingen er utført i resipient for begge BØF.	Ja, prøvetakingen er utført i resipient for begge BØF. Se BØF 1
Hva for biota?	Skrubbe, Albuskjell, Strandkrabber, Fjæremark	
Hvor mange prøver?	5	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	1000	
Hvor	Blandprøve av skrubbe (10 individer hel fisk) St. 2 ferskvann, Regebekken	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	1128,5	
Hvor	Blandprøve av skrubbe (10 individer hel fisk) St. 2 ferskvann, Regebekken	
Mediankonsentrasjon (µg/kg vv) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	1000	
Kommentar/referanse	Det er tatt prøver av skrubbe i en drenggrøft ved et gammelt brannøvingsfelt ved Kristiansand lufthavn i 2013, og i Topdalselva rett utenfor denne drenggrøfta i 2012. I prøven i drenggrøfta fra 2013 ble det påvist konsentrasjoner av PFOS på 3600 µg/kg, og PFAS på 3670,8 µg/kg i blandprøve av skrubbe hel fisk (n=24). I prøven fra Topdalselva i 2012 var det ca like konsentrasjoner av PFOS (1000 µg/kg), og PFAS (1040,9 µg/kg) i blandprøve av skrubbe hel fisk (n=22) som ved Stavanger lufthavn. Hentet fra Avinor 2015, Kristiansand lufthavn Kjevik undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota. For Stavanger lufthavn er Skeiekanalen ca 2 mil syd for lufthavnen benyttet som referansestasjon (st. 6). Det ble ikke påvist PFAS i blandprøve av skrubbe fra st. 6. Det er også tatt biotaprøver på to ulike prøvestasjoner på Solastranda, st.4 rett utenfor utløp Regebekken og st. 5 ligger 500 meter unna utløpet til Regebekken. Dette er blandprøver av fjæremark (stasjon 4) og strandkrabbe (stasjon 5), som begge prøver har PFOS på 7 µg/kg, mens prøven ved stasjon 4 har sum PFAS på ca 50 µg/kg, og ved stasjon 5 har ca 12 µg/kg.	

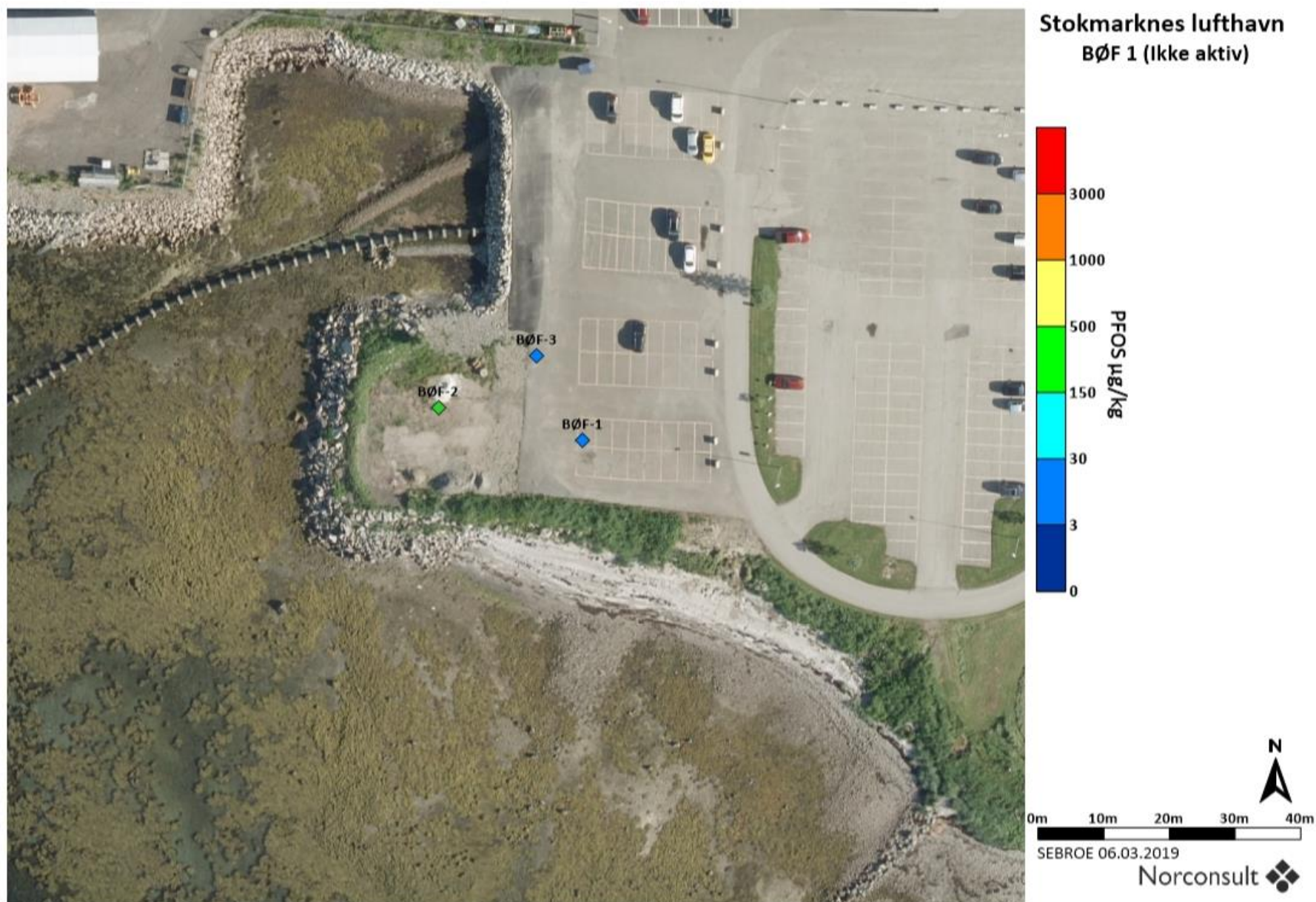
29.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert.	Kan ikke vurderes sikkert.
Vurderinger	Konsentrasjonene av PFOS i grunnen ved ny BØF er lave, men det er ikke analysert jordprøver for andre PFAS forbindelser som er hovedkomponentene i skum benyttet fra 2001-2012. Det forurensede området er ikke avgrenset mot nordvest. Begge BØF drenerer til Regebekken slik at det vil ikke kunne skilles mellom påvirkning i vann og biota som skyldes avrenning fra BØF 1 og BØF 2. Begge felter antas å ha hatt/ha betydelig spredning til Regebekken og Solavika, ettersom det var høye konsentrasjoner av PFAS (6:2 FTS og PFOS er hovedkomponenter) i vann som ledes fra oppsamlingskum ved ny BØF og til Regebekken, kombinert med høye konsentrasjoner av PFOS i jord og grunnvann ved gammel BØF med grunnvannsstrømning mot Regebekken. Analyserte biotaprøver inneholder imidlertid ikke 6:2 FTS eller 8:2 FTS. Det er påvist PFOS (ca. 9 ng/l) i vannprøve V4 fra Regebekken oppstrøms. Etter at bruken av PFAS holdig skum opphørte i 2012, vil spredning fra oppsamlingskummen kun være knyttet til eventuell gammel forurensning i sedimenter og rør.	Konsentrasjonene av PFOS i grunnen ved gammel BØF er relativt høye (gjennomsnitt for alle prøver er ca 280 µg/kg), og det er lavt innhold av andre PFAS forbindelser relativt til PFOS. Det er kun tatt vannprøver i en grunnvannsbrønn, og denne ligger på BØF (ved sjakt SJ14 mot nord) som har relativt høye konsentrasjoner av PFOS (gjennomsnitt på 476 µg/kg), slik at den vil reflektere porevannskonsentrasjonen i jord ved brønnens lokalisering, og kan ikke benyttes til å vurdere mengder som spres fra feltet ettersom det ikke er flere brønner og varierende konsentrasjoner i jord. Målt konsentrasjon av PFOS i grunnvannet i brønnen er relativt høy og tilsier at det er høy grad av utlekking fra massene ved brønnenes lokalisering. Begge BØF drenerer til Regebekken slik at det vil ikke kunne skilles mellom påvirkning i vann og biota som skyldes avrenning fra BØF 1 og BØF 2. Begge felter antas å ha hatt/ha betydelig spredning til Regebekken og Solavika, ettersom det var høye konsentrasjoner av PFAS (6:2 FTS og PFOS er hovedkomponenter) i vann som ledes fra oppsamlingskum ved ny BØF og til Regebekken, kombinert med høye konsentrasjoner av PFOS i jord og grunnvann ved gammel BØF med grunnvannsstrømning mot Regebekken. Analyserte biotaprøver inneholder imidlertid ikke 6:2 FTS eller 8:2 FTS. Det er påvist PFOS (ca. 9 ng/l) i vannprøve V4 fra Regebekken oppstrøms. Etter at bruken av PFAS holdig skum opphørte i 2012, vil spredning fra oppsamlingskummen ved ny BØF kun være knyttet til eventuell gammel forurensning i sedimenter og rør.
Beregning		Grunnvannsbrønnen MB2/986 har samme lokalisering som sjakt 14. Ved å isolert sett for dette punktet se på gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i grunnvannsprøvene, som er 44 075 ng/l i fire prøver fra 2012 og 2013, og gjennomsnittskonsentrasjon i jord (finsand) i SJ14 som er 476 µg/kg i to prøver fra ulike dyp, kan det beregnes en Kd som er 10,8 l/kg. Dette anses å være en realistisk Kd for sand ved sammenligning med Kd verdier fra laboratorieforsøk i sand (Masteroppgaver Nygård, 2017; Nordskog, 2013). Kd vil imidlertid variere blant annet med forurensningens nivå relativt til grunnvannsnivå (Nygård, 2017).

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Sørøst for det aktive brannøvingsfeltet ligger det en rusegrop. Rusegropa og området rundt, ble benyttet av både Avinor og Forsvaret til brannøvelser og testing av kanon på brannbilen fram til 1984. Området ved brannstasjonen har blitt benyttet til rengjøring av brannbilen etc., og PFOS-holdig skum kan ha blitt skylt ut. Avrenning fra dette området føres i rør vestover til en rensepark med utslipp i Solavika. Det er påvist PFAS konsentrasjoner på ca. 350-500 ng/l i renseparken som håndterer overflatevann fra terminalområdet som inkluderer brannstasjonen. Det er tatt en vannprøve (V4) i Regebekken oppstrøms brannøvingsfeltene, ved et deponiområde. Prøven var ment som en referanseprøve, men det ble påvist spor PFOS/PFAS i vannet. Lufthavnen gjennomfører et eget prosjekt for håndtering av deponiet.	Sørøst for det aktive brannøvingsfeltet ligger det en rusegrop. Rusegropa og området rundt, ble benyttet av både Avinor og Forsvaret til brannøvelser og testing av kanon på brannbilen fram til 1984. Området ved brannstasjonen har blitt benyttet til rengjøring av brannbilen etc., og PFOS-holdig skum kan ha blitt skylt ut. Avrenning fra dette området føres i rør vestover til en rensepark med utslipp i Solavika. Det er påvist PFAS konsentrasjoner på ca. 350-500 ng/l i renseparken som håndterer overflatevann fra terminalområdet som inkluderer brannstasjonen. Det er tatt en vannprøve (V4) i Regebekken oppstrøms brannøvingsfeltene, ved et deponiområde. Prøven var ment som en referanseprøve, men det ble påvist spor PFOS/PFAS i vannet. Lufthavnen gjennomfører et eget prosjekt for håndtering av deponiet. En annen usikkerhetsfaktor er at det er påvist PFOS (ca. 9 ng/l) i vannprøve V4 fra Regebekken oppstrøms BØFene.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter. Det er kun påvist PFOS i lave konsentrasjoner i seks av 10 prøver (2-43 µg/kg), og kun en prøve har konsentrasjon over 20 µg/kg. Det konkluderes derfor med at prøvetakingen viser at det er små mengder PFOS i grunnen, og at lokaliteten ikke vil prioriteres for tiltak for PFOS ut ifra et kost/nytte perspektiv. Lokaliteten er ikke godt nok kartlagt for andre PFAS forbindelser (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke analysert jordprøver for andre forbindelser enn PFOS og PFOA.	
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforekomster, verneområder etc.)	Solavika er en del av et landskapsvernområde, og er også et mye benyttet friluftsområde. Rett sørvest for Stavanger lufthavn ligger Ølbergskogen som er karakterisert som svært viktig. Rett nord for Solavika ligger et fuglefredningsområde som inngår som en del av et større fredningsområde for fugl langs Jærstrendene. Rett nord for lufthavna ligger Indre Hafrsfjord som er en terskelfjord som er karakterisert som en viktig naturtype; fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet. I tillegg finnes flere viktige naturtyper rundt lufthavna, som for eksempel kystlyngheia ved Storaberget på Sande. I tillegg er det også gjort mange registreringer av planter og dyr som er oppført på Rødlista. Eksempelvis er det gjort flere observasjoner av åkerrikse innenfor lufthavnas område i sydøst.	

30 Stokmarknes lufthavn, Skagen





30.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	Brannøvingsfeltet er fra 1990-tallet eller tidligere, og er ikke lenger aktivt, men det er ikke kjent når det var tatt ut av drift. Det er ikke etablert et nytt brannøvingsfelt.

30.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke beregnet/oppgitt
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke beregnet/oppgitt
Kommentar/usikkerhet	

30.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	9
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Det er gravd 3 sjakter i BØF 1. Dyp på sjaktene varierer mellom 0,5-1 meter. Fra hver sjakt ble det tatt prøver av øverste 10 cm, prøve fra bunn av sjakt, og prøve mellom topplag og bunn.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	9
Antall jordprøver under 1 m	0
Kommentar/usikkerhet	Løsmassene på brannøvingsfeltet består av oppfylte masser av blokker, sprengstein, sand og grus.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	350
Hvor	BØF-2-2 (0,1-0,6 m). Massene består av steiner, blokk, grus og sand.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	350
Hvor	BØF-2-2 (0,1-0,6 m). Massene består av steiner, blokk, grus og sand.
Kommentar/usikkerhet	Alle prøvene er analysert for PFOS og PFOA.

30.4 Mengdeberegning

Det er ikke beregnet mengde for lokaliteten.	Det er kun tre prøvepunkter, og derfor ikke beregnet mengder i jord på denne lokaliteten.
Kommentar	I DP2 rapporten er det antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 10*10 meter. Det er antatt at mektigheten på de forurensede massene er ca 2 meter, og at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS innenfor dette området er 96,2 µg/kg. Ut ifra dette er det beregnet at det ligger igjen ca 31 g PFOS og 0,09 g PFOA ved BØF.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, det ble påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i alle de ni jordprøvene, og i fire sedimentprøvene som er tatt nord for BØF. I to av jordprøvene i sjakt 2 (tatt mellom 0-60 cm dyp), og i den ene sedimentprøven var det konsentrasjoner av PFOS mellom 260-350 µg/kg. I sjakt 1 og sjakt 3 var det ikke påvist konsentrasjoner over 20 µg/kg i noen av prøvene.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Det er påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i prøvene av sjaktebunn i alle tre sjaktene. Forurensningen er derfor ikke avgrenset vertikalt. Det er imidlertid påvist lave konsentrasjoner i prøvene av sjaktebunnene, mellom 5,2-76,5 µg/kg. I sjakt 2 som har de høyeste konsentrasjonene i jord er konsentrasjonen i den dypeste prøven (på 60 cm) den laveste (76,5 µg/kg).
Kommentar/usikkerhet	

30.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Grunnvannsprøve i sjakt BØF-2. Det er ikke tatt prøver av overflatevann.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	387
Hvor	BØF-2-GV1
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	387
Hvor	BØF-2-GV1
Kommentar/usikkerhet	Prøven er kun analysert for PFOS og PFOA. Det ble kun påvist PFOS, ikke PFOA i prøven.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	Ikke prøvetatt/analysert
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	
Hvor	
Kommentar/usikkerhet	
Total årlig spredningsmengde fra lufthavnen PFOS (g/år)	2
Total årlig spredningsmengde fra lufthavnen PFAS	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Langøysundet
Beregnet fra vann eller jordkons.	Beregnet konsentrasjon i grunnvann basert på gjennomsnittskonsentrasjon i og en k_d på 30.

30.6 Biotaprøvetaking

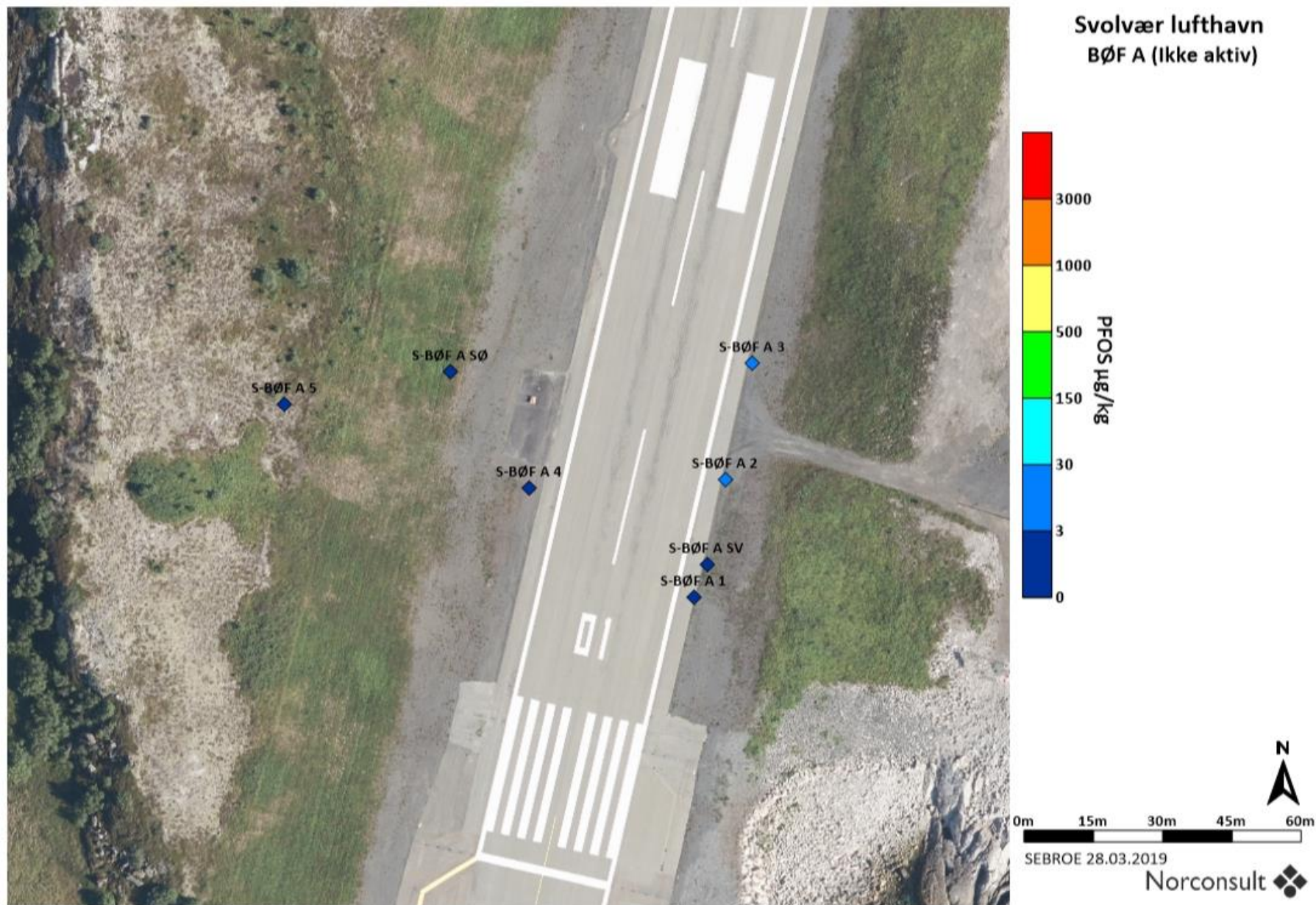
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

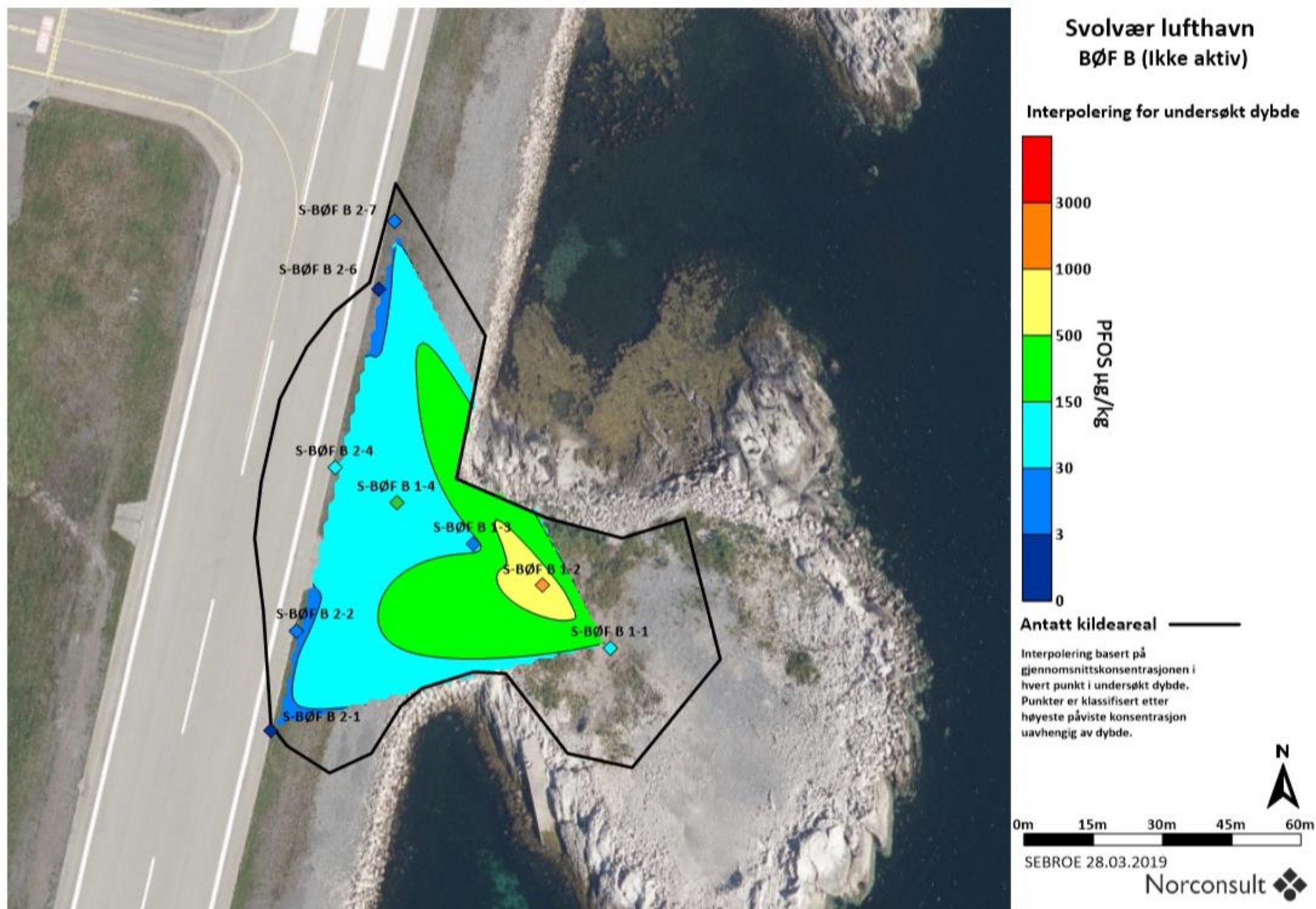
30.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes. Det er ikke beregnet mengde PFOS som ligger igjen i grunnen på denne lokaliteten, ettersom det kun er prøvetatt fra 3 punkter. Det er tatt én prøve av grunnvann fra én gravesjakt. Erfaringsmessig vil en slik prøve inneholde unaturlig høye konsentrasjoner av PFAS grunnet en vesentlig mobilisering ved gravingen, og det er derfor usikkert hvor representativt analyseresultatet er for konsentrasjonene i grunnvannet i området.
Vurderinger	
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er ikke oppgitt at det er ytterligere kilder til PFOS forurensning på lokaliteten, eller på lufthavnen, men dette kan ikke utelukkes.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, det er kun prøver fra tre punkter. Lokaliteten er ikke godt nok kartlagt til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremønstre, verneområder etc.)	Det er registrert flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse rundt lufthavnen. Nord for lufthavnen er det registrert et større område hvor den rødlistede arten svartbak holder til. Nordøst for BØF er det registrert et område hvor den truede fuglearten vipe holder til. Nordøst for BØF ligger det er viktig friluftslivsområde (Skagen/Marken). Øst for BØF ligger det en kulturminnelokalitet. Stokmarknes lufthavn har fått Avinors sårbarhetsklasse 1, som er ikke sårbare resipienter, standard nivå på anlegg.

31 Svolvær lufthavn, Helle







31.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF B (Ikke aktivt)	BØF A (Ikke aktivt)
	Ingen av de to brannøvingsfeltene ved lufthavnen er lengre i bruk. Det er usikkert når BØF B ble etablert, og når det ble tatt ut av bruk. BØF B er det yngste feltet, og ligger øst for landingsbanen, noe lengre nord enn det eldste. Skumkanoner testes på steder langs rullebanen.	Ingen av de to brannøvingsfeltene ved lufthavnen er lengre i bruk. Det er usikkert når BØF A ble etablert, og når det ble tatt ut av bruk. BØF A er det eldste feltet. Skumkanoner testes på steder langs rullebanen. BØF A ligger øst for den sydligste delen av landingsbanen. Det lå antageligvis rett på berggrunnen, men er nå dekket med stein og fyllmasser i forbindelse med utvidelse av rullebanen.

31.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

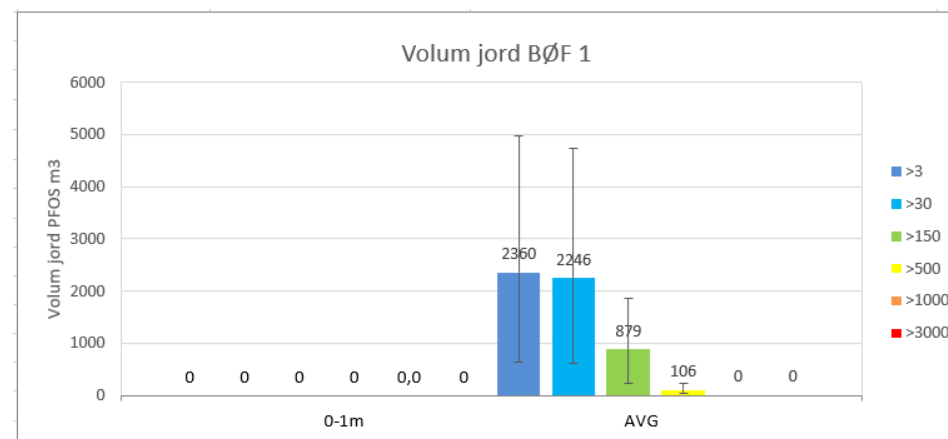
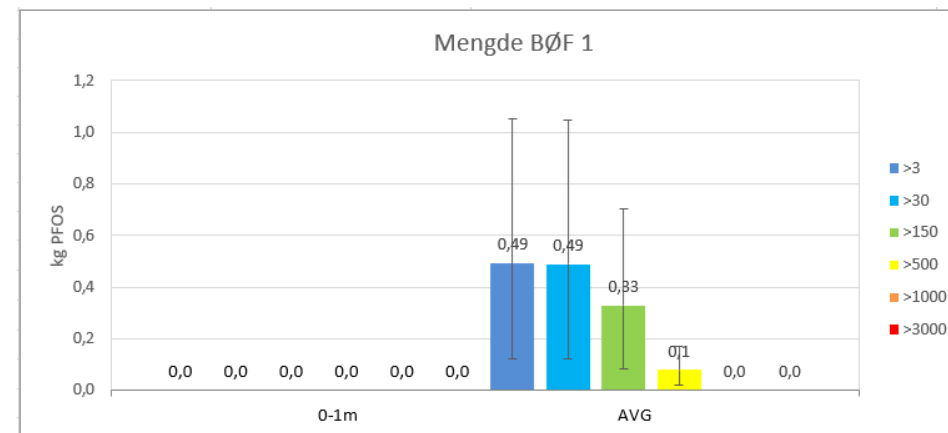
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		

31.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	12	7
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	8 av prøvene er overflateprøver (tatt av øverste 0,2 meter). Det er gravd ned til 1,3 meter i ett prøvepunkt.	5 av de 7 prøvene er overflateprøver tatt fra 0-0,2 meter. Det var ikke mulig å grave ned til selve brannøvingsfeltet, og det ble tatt prøver i overflaten der man fant det mest sannsynlig at det ikke var overliggende fyllmasser. Nærhet til landingsbanen gjorde det uaktuelt å grave dype sjakter
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	11	7
Antall jordprøver under 1 m	1	0
Kommentar/usikkerhet	Massene er oppgitt å bestå av jord, stein, grus og sand.	
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	1900	19,1
Hvor	S-BØF B 1-2 (0-0,1 m). Massene består av stein, grus og sand.	S-BØF A3 (0-0,2 m). Massene består av jord, sand og grus.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	1905	19,1
Hvor	S-BØF B 1-2 (0-0,1 m). Massene består av stein, grus og sand.	S-BØF A3 (0-0,2 m). Massene består av jord, sand og grus.
Kommentar/usikkerhet	Samtlige prøver er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er påvist PFOA i fire av prøvene, i konsentrasjoner mellom 4,6-3,4 µg/kg.	Samtlige prøver er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er kun påvist PFOS i 2 av de 7 prøvene, med konsentrasjoner på 7,9 og 19,1 µg/kg. Det ble ikke påvist PFOA i noen av prøvene.

31.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg		Det er ikke beregnet mengde for BØF A
Konsentrasjon (µg/kg)	175	
Areal (m2)	3372	
Mengde jord (tonn)	4013	
Mengde PFOS (kg)	0,5	
Usikkerhet -	0,4	
Usikkerhet +	0,6	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	183	
Areal (m2)	3208	
Mengde jord (tonn)	3818	
Mengde PFOS (kg)	0,5	
Usikkerhet -	0,4	
Usikkerhet +	0,6	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	313	
Areal (m2)	1256	
Mengde jord (tonn)	1495	
Mengde PFOS (kg)	0,3	
Usikkerhet -	0,2	
Usikkerhet +	0,4	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	630	
Areal (m2)	151	
Mengde jord (tonn)	180	
Mengde PFOS (kg)	0,1	
Usikkerhet -	0,1	
Usikkerhet +	0,1	



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF B (Ikke aktivt)	BØF A (Ikke aktivt)
Kommentar til beregningene	I DP2 rapporten er det antatt at det ligger omtrent 700 m3 forurenset masse, tilsvarende 1200 tonn, ved BØF B, og at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i massene er 338 µg/kg. Ut ifra dette er det beregnet at det ligger igjen omtrent 400 g PFOS og 4 g PFOA ved BØF B. I beregningen fra 2019 er det undersøkte arealet ca 3370 m2, med omtrent 4000 tonn forurensede masser ved BØF B. Gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i disse massene er 175 µg/kg. Ut ifra dette er det beregnet at det ligger igjen omtrent 500 g PFOS ved feltet. Mengden PFOS inkludert positiv usikkerhet (innenfor det antatte kildeområdet på ca 6560 m2) er beregnet til ca 1 kg. De to beregningene kommer frem til omtrent samme mengde gjenværende PFOS ved BØF B, selv om mengden antatte forurensede masser og konsentrasjonen i disse er ulik.	Det er ikke utført noen mengdeberegninger for BØF A, grunnet at det er påvist svært lite PFOS i jordprøvene, og det er usikkert om de mest forurensede massene er avdekket.

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, forurensningen av PFOS er ikke avgrenset horisontalt, fordi det er påvist konsentrasjoner over 3 µg/kg i flere av ytterpunktene. I ytterpunktene mot nordvest og sørvest (S-BØF B 2-1, 2-2, 2,6 og 2,7) er konsentrasjonene lavere enn 5 µg/kg. I ytterpunktene mot øst og vest er konsentrasjonene av PFOS på henholdsvis 82,7 og 76,5 µg/kg. Forurensningen ser derfor ut til å være minst avgrenset i østlig og vestlig retning. Det er imidlertid begrenset hvor stor utbredelse forurensningen kan ha i østlig retning, i og med at sjøen ligger rett i nærheten. Mot vest ligger rullebanen.	Det er ikke tatt prøver av sentrum av feltet, grunnet at dette området var utilgjengelig. Det er derfor usikkerheter knyttet til forurensningsgraden her. I DP2 rapporten antas det imidlertid at det er lite forurensning her, grunnet at feltet lå nesten rett på fjell (tynt løsmassedekke), og at det derfor har vært begrenset mulighet for akkumulering av PFOS.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Det er kun tatt prøver av dypereliggende masser i ett punkt (S-BØF B 1-4). Her er det påvist en konsentrasjon på 287 µg/kg. I og med at det kun er tatt prøver av dypereliggende masser i ett punkt er det knyttet usikkerhet til forurensningsgraden til de dypereliggende massene ved BØF B. Vertikal utstrekning av forurensningen vil avgrenses av dyp til fjell som er estimert til å være 0,7 meter i gjennomsnitt (ca. 0,5 m sentralt i feltet, ca. 1,3 m ved rullebanen og fjell i dagen ved sjøen).	Det er beskrevet at BØF A lå omtrent rett på berggrunnen. Det antas derfor at det ikke vil være noen vertikal utbredelse av forurensning.
Kommentar/usikkerhet		

31.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Nei	Nei
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)		
Hvor		
Kommentar/usikkerhet		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)		
Hvor		
Kommentar/usikkerhet		
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	0,3	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Austnesfjorden	Austnesfjorden
Beregnet fra vann eller jordkons.	Jordkonsentrasjon	

31.6 Biotaprøvetaking

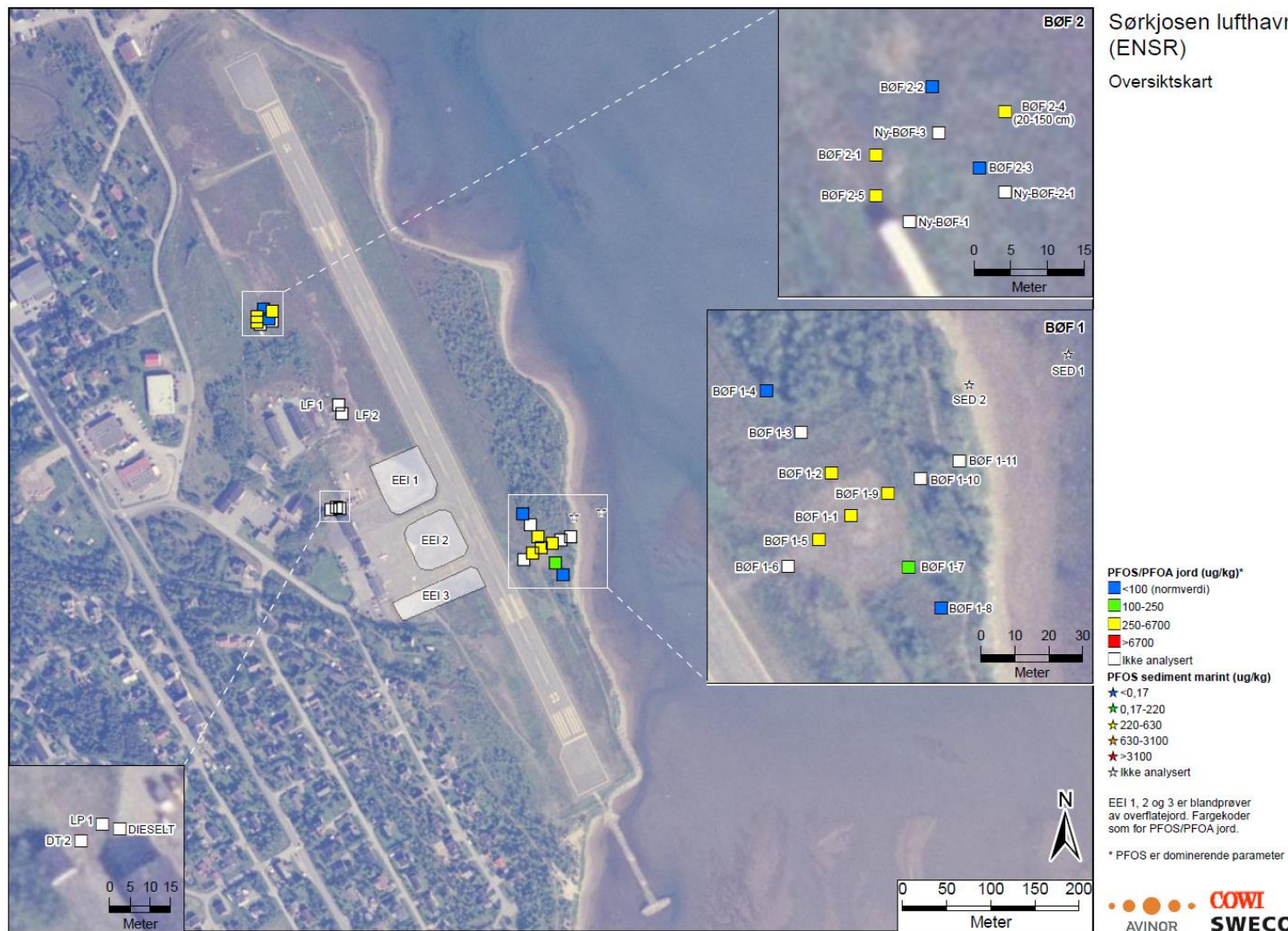
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF B (Ikke aktivt)	BØF A (Ikke aktivt)
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja	Ja
Hva for biota?	Blandprøve av albueskjell og strandsnegler	Blandprøve av albueskjell og strandsnegler
Hvor mange prøver?	2	1
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	7,1	1
Hvor	S-BØF B Biota 1	S-BØF A Biota
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	7,1	1
Hvor	S-BØF B Biota 1. Prøven er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er ikke påvist PFOA i prøven.	Prøven S-BØF A Biota er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er ikke påvist PFOA i prøven.
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Konsentrasjonen av PFOS i en samleprøve av ca 500 g albuesnegle ved en referansestasjon "Vardetangen" ved Fonnesflaket i Nord Hordaland var på 0,229 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonen av sum PFAS var 0,356 µg/kg. Referanse: Uni Research Miljø SAM-Marin: "Undersøkelse av miljøgifter i sediment og albuesnegl ved Fonnesflaket i Lindås 2016", SAM e-rapport: 7-2016.	Se beskrivelse under BØF B
Kommentar/referanse	Mediankonsentrasjon av sum PFAS i albuesnegl (n=6) var 33,75 µg/kg vv i en bukt rett utenfor BØF ved Statoil Mongstad i 2015. Mediankonsentrasjonen av PFOS i de samme prøvene var 7,2 µg/kg. Hentet fra Statoil Petroleum rapport; Miljøgifter i biota ved Statoil Mongstad 2015, SAM e-rapport nr: 35-2015.	Se beskrivelse under BØF B
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Vannforskriftens EQS-verdi for PFOS i biota er på 9,1 µg/g våtvekt. Det er påvist PFOS i de tre biotaprøvene tatt ved Svolvær lufthavn, men ingen av prøvene viser konsentrasjoner over EQS-verdien. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.	Se beskrivelse under BØF B

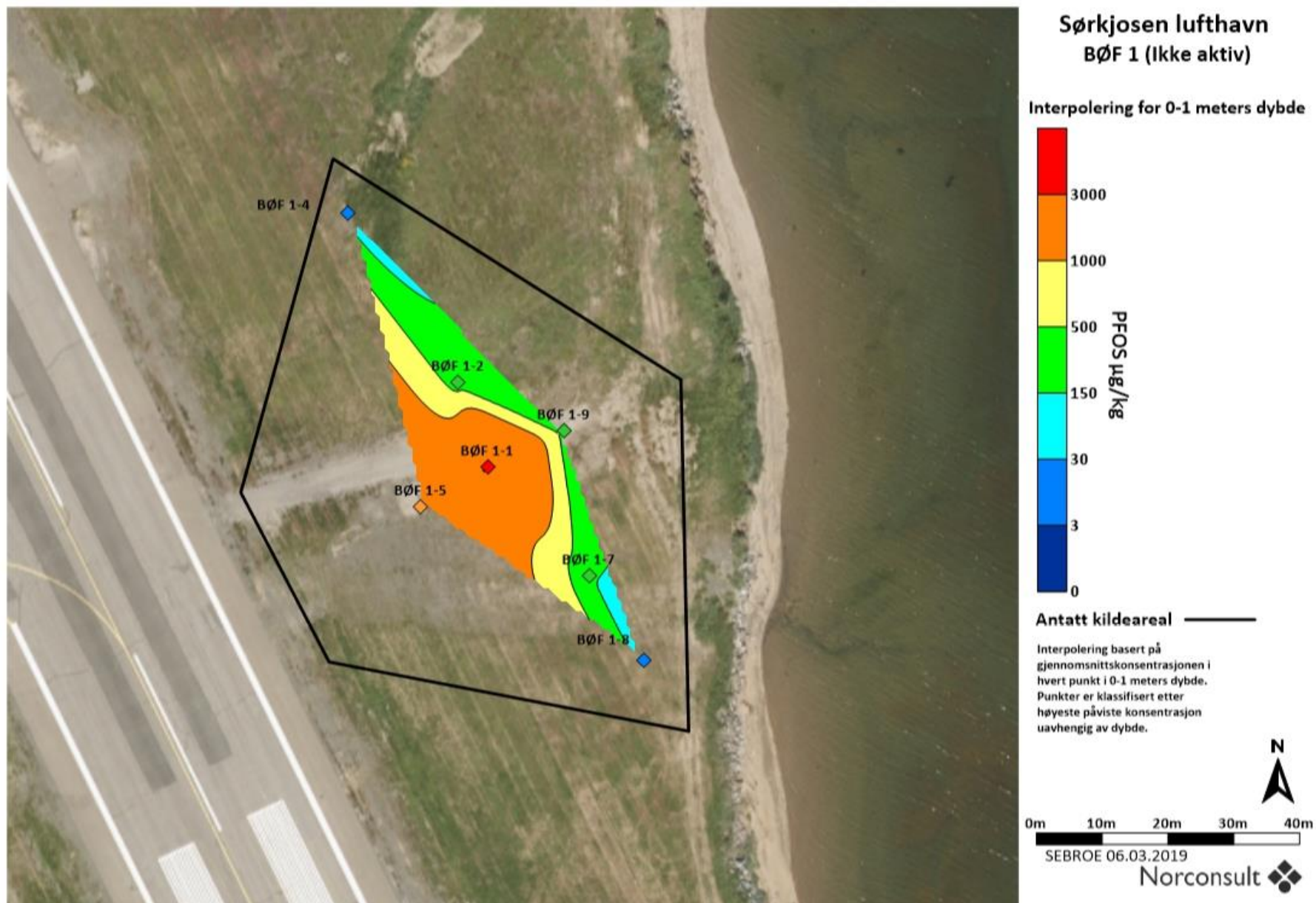
31.7 Usikkerhet og øvrige forhold

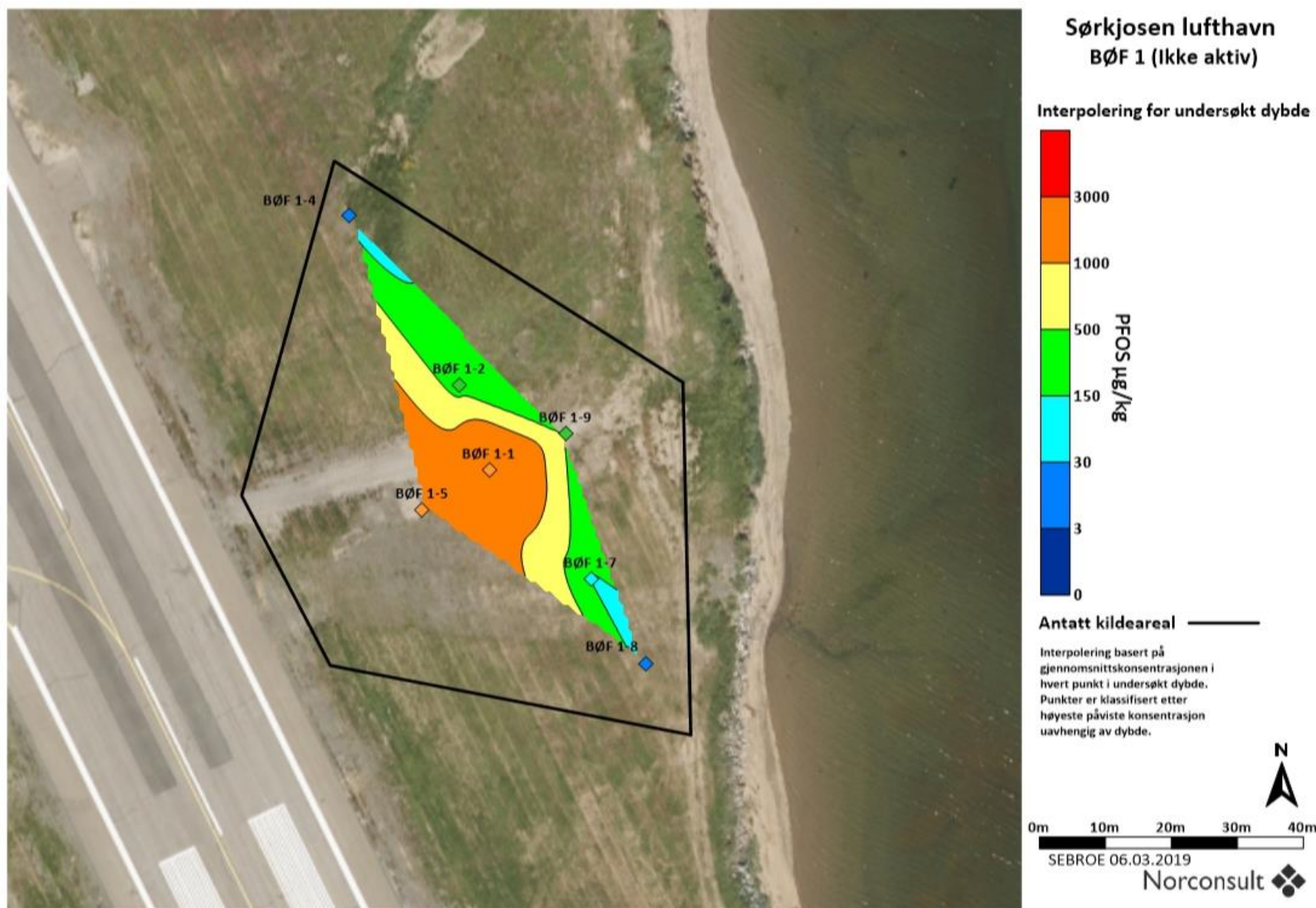
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF B (Ikke aktivt)	BØF A (Ikke aktivt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes for vann, da det ikke er tatt vannprøver ved lufthavnen. Kan ikke vurderes sikkert for biota.	Kan ikke vurderes for vann, da det ikke er tatt vannprøver ved lufthavnen. Det er usikkerhet knyttet til mengden PFOS i grunnen, da det ikke er tatt prøver av sentrum av brannøvingsfeltet. Det er derfor vanskelig å konkludere med om det er noen sammenheng mellom konsentrasjoner i jord og konsentrasjoner i biota.
Vurderinger	Biotaprøvene er av albuesnegl og strandsnegler, som er stasjonære arter. Påvist PFAS i disse vil derfor skyldes lokal forurensning, og aktivitet på BØF eller lufthavnen. Det er påvist relativt lave konsentrasjoner i biotaprøvene (men det er kun analysert to prøver), og det er også beregnet en lav gjenværende mengde PFOS i massene på BØF (mellom 0,5-1 kg). I DP 2 rapporten er det skrevet at det er sannsynlig at forurensingen i den ene biotaprøven med konsentrasjon 7,1 µg/kg skyldes direkte belastning fra prøving av skumkanoner. I den andre biotaprøven tatt ved BØF B er det påvist en konsentrasjon på 0,9 µg/kg. Konsentrasjonene av PFOS i begge biotaprøvene ligger under EQS-verdien angitt i vannforskriften.	Biotaprøvene er av albuesnegl og strandsnegler, som er stasjonære arter. Påvist PFAS i disse vil derfor skyldes lokal forurensning, og aktivitet på BØF eller lufthavnen. Det er påvist lave konsentrasjoner av PFOS både i jordprøvene og i biotaprøven som er tatt utenfor BØF A. Det er ikke tatt prøver av senter av BØF B, men grunnet liten mektighet av løsmasser over fjell, antas det at utbredelse av eventuell forurensning vil være liten. En biotaprøve gir et lite grunnlag for vurdering av spredning, men de lave konsentrasjonene i den ene prøven indikerer at det er liten spredning fra BØF B og til biota.

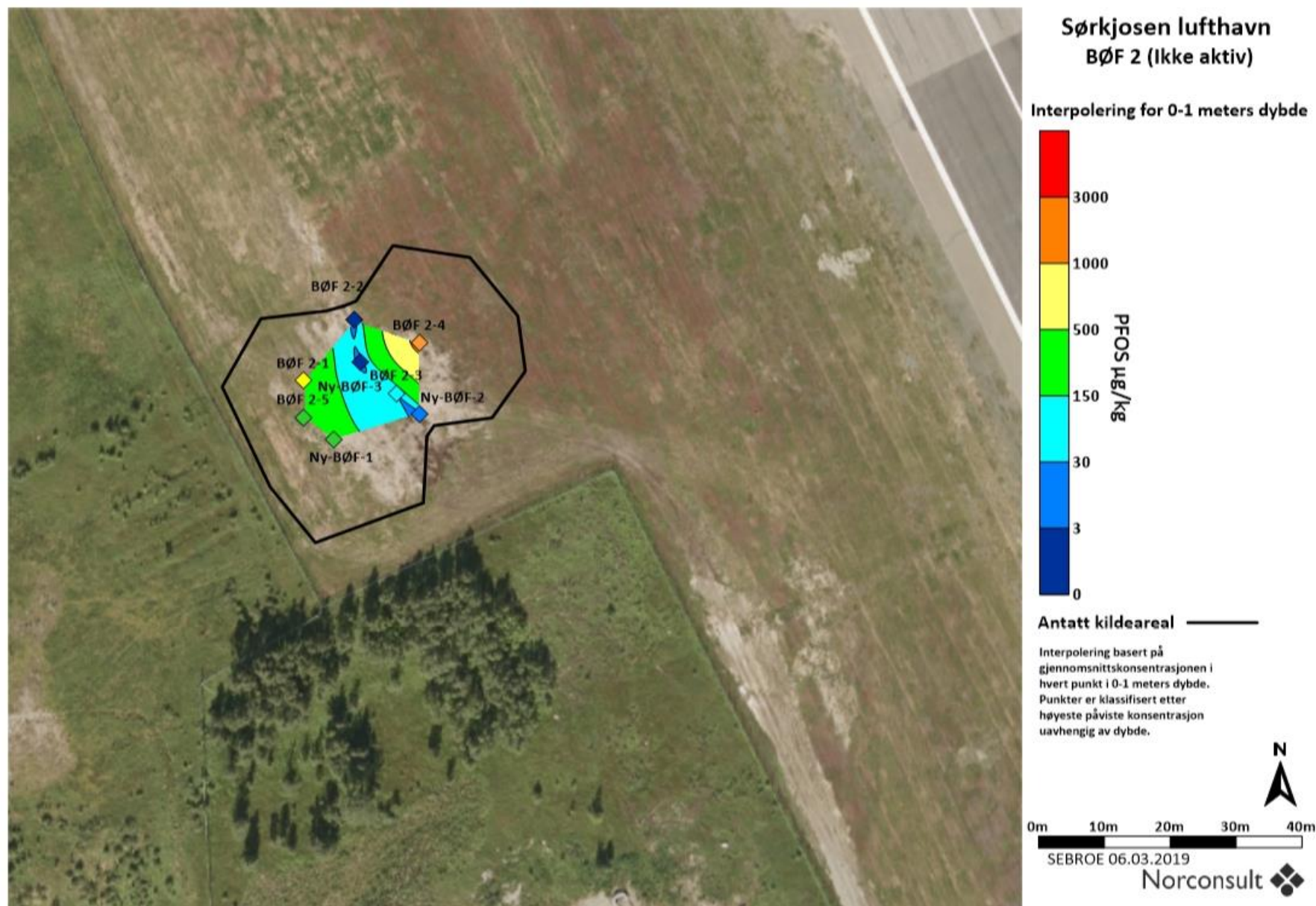
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er beskrevet i DP2 rapporten at skumkanoner testes på steder langs rullebanen. Dette tyder på at det kan være PFOS-forurensede masser også andre steder enn ved de to brannøvingsfeltene. Det er ikke analysert jordprøver for PFOS andre steder enn ved brannøvingsfeltene, og det ikke er tatt vannprøver.	Det er beskrevet i DP2 rapporten at skumkanoner testes på steder langs rullebanen. Dette tyder på at det kan være PFOS-forurensede masser også andre steder enn ved de to brannøvingsfeltene. Det er ikke analysert jordprøver for PFOS andre steder enn ved brannøvingsfeltene, og det ikke er tatt vannprøver.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Nei, det er ikke tatt prøver av sentrum av BØF B, og lokaliteten er derfor ikke godt nok kartlagt til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	Det er usikkert hvordan forurensningsgraden til de dypereliggende massene ved feltet er, da det kun er tatt prøver av dypereliggende masser i ett punkt. Det er imidlertid et gjennomsnittlig løsmassedyp på ca. 0,7 m over fjell.	
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremønstre, verneområder etc.)	Det er registrert arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse i den nordlige enden av lufthavnen, og i havområdet utenfor. Strandsonen langs hele lufthavnen er registrert som naturtypen "større tareskogsforekomster". Det er registrert et kulturminne inne på flyplassområdet, og enkelte kulturminner vest for den sørlige delen av flyplassen. Lufthavnen er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 2, som betyr noe/mindre sårbare resipienter. Moderat prioritet og nivå på anlegg. Det er ved BØF B analysert seks prøver for innhold av THC. Det er påvist innhold av THC i tilstandsklasse 4-5 i to av prøvene, og tilstandsklasse 2-3 i to.	

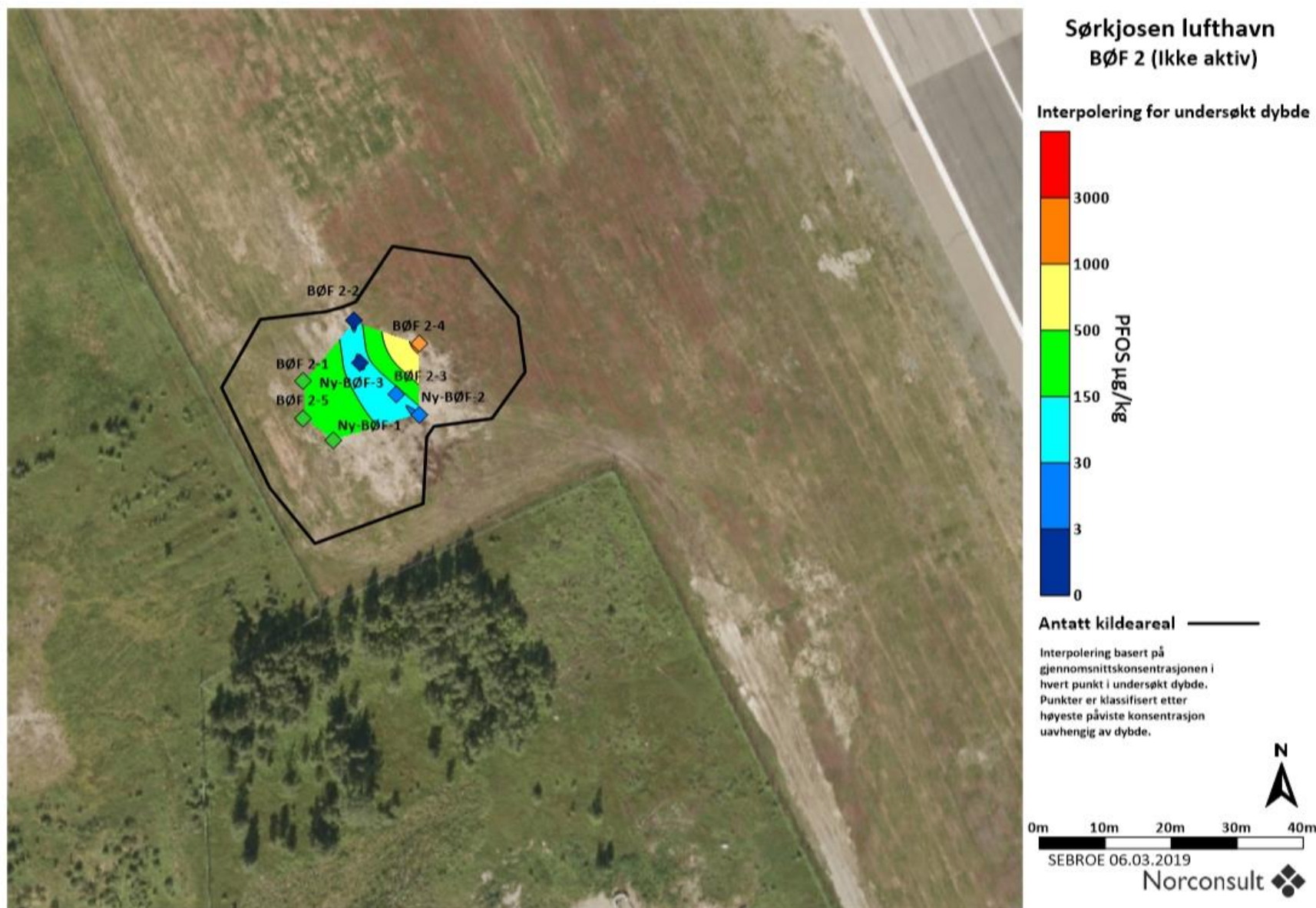
32 Sørkjosen lufthavn











32.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
	BØF 1 ble tatt ut av bruk i 2006	BØF 2 ble etablert i 2006, men har ikke vært mye i bruk. Feltet var operativt under undersøkelsene i 2012, men det står i rapporten at bruken av feltet ikke skal videreføres. Avrenning fra brannøvingsfeltet følger overflate og grunnvann. Brannøvingsfeltet har ingen synlig tetting eller kontrollert avrenning.

32.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		Etter muntlig informasjon er det ikke vært brukt PFOS-holdig brannskum ved BØF 2.

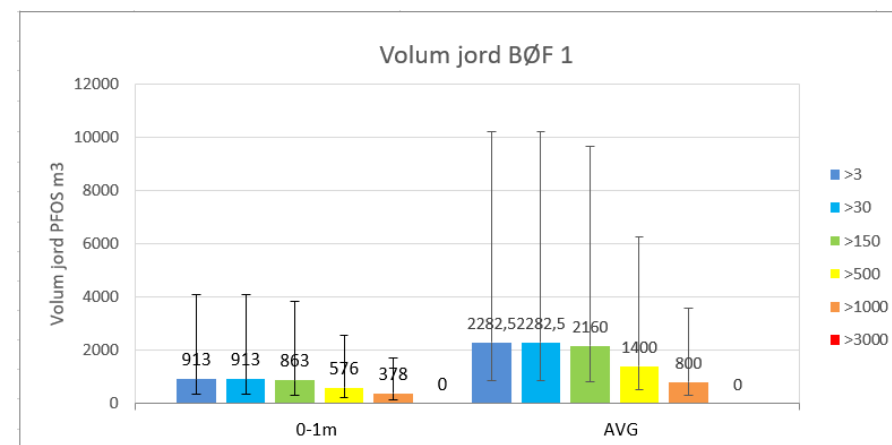
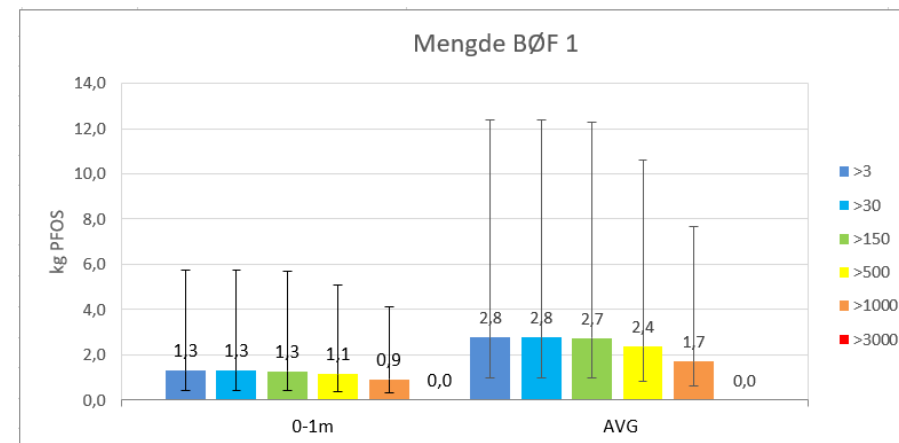
32.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	21	22
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	I hvert prøvepunkt er det tatt ut og analysert tre prøver; en prøve av overflatemassene, en prøve fra ca 0,2-2 meter og en prøve av bunnen av sjakten. Massene er beskrevet som et tynt grus- og pukklag med jord. De dypere liggende strandavsetningene omfatter lag av mellomsand til finsand og grovsand. Grunnvann på en dybde av 2,5 m i noen sjakter.	Det ble gravd fem sjakter ned til 1,3-1,5 m i 2011 og tre sjakter ned til 2,2 meter i 2012. Fra hver sjakt ble det tatt ut prøver av øverste 10 cm, prøver av massene mellom topplag og bunn av sjakten og prøver av sjaktebunnen. Massene er oppgitt å bestå av et tynt sand-, grus- og pukklag med røtter. De dypere følgende strandavsetningene omfatter noen lag av finsand, mellomsand og grovsand. Grunnvann på en dybde av omtrent 1,3 til 2,2 m i noen sjakter.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	14	15
Antall jordprøver under 1 m	14	14
Kommentar/usikkerhet	Til sammen 28 prøver dersom man deler opp de prøvene som går over begge dybdeintervallene 0-1 meter og > 1 meter.	Til sammen 29 prøver dersom man deler opp de prøvene som går over begge dybdeintervallene 0-1 meter og > 1 meter.

Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	4890	1190
Hvor	BØF 1-1-1 (0-0,2 m). Massene består av sand, med grus, røtter, pukklag.	BØF 2-4-2 (0-0,2 m). Massene består av grus med sand, pukklag og røtter.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	4890	1210
Hvor	BØF 1-1-1 (0-0,2 m). Massene består av sand, med grus, røtter, pukklag.	BØF 2-4-2 (0-0,2 m). Massene består av grus med sand, pukklag og røtter.
Kommentar/usikkerhet	Samtlige prøver er kun analysert for PFOS og PFOA.	9 av prøvene er analysert for 12 ulike PFAS forbindelser. De resterende 13 prøvene er analysert for PFOS og PFOA.

32.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	BØF 1	BØF 2
Konsentrasjon (µg/kg)	842	219
Areal (m2)	913	226
Mengde jord (tonn)	3652	759
Mengde PFOS (kg)	2,8	0,15
Usikkerhet -	1,8	0,11
Usikkerhet +	9,6	0,69
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	842	227
Areal (m2)	913	216
Mengde jord (tonn)	3652	726
Mengde PFOS (kg)	2,8	0,15
Usikkerhet -	1,8	0,11
Usikkerhet +	9,6	0,68
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	881	344
Areal (m2)	864	116
Mengde jord (tonn)	3456	390
Mengde PFOS (kg)	2,7	0,12
Usikkerhet -	1,8	0,09
Usikkerhet +	9,5	0,55
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1174	722
Areal (m2)	560	23
Mengde jord (tonn)	2240	77
Mengde PFOS (kg)	2,4	0,05
Usikkerhet -	1,5	0,04
Usikkerhet +	8,2	0,23



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1487	1058
Areal (m2)	320	1,0
Mengde jord (tonn)	1280	3,4
Mengde PFOS (kg)	1,7	0,003
Usikkerhet -	1,1	0,002
Usikkerhet +	6,0	0,015
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		

Brannøvingfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
Kommentar til beregningene	I DP2 rapporten er det antatt at BØF 1 har forurensset areal på omtrent 3500 m2, med dybde ned til 2,5 meter under terreng. Det står at det beregnes med en egenvekt på massene på 1,5 kg/m3, men det antas at det skal være 1,5 tonn/m3. Med en gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS på 854 µg/kg gir dette en restmengde på 11,2 kg PFOS (ikke 11,2 g som det står i rapporten). I 2019 er det beregnet at mengden PFOS innenfor det undersøkte volumet (som har et areal på 900 m2 og dyp på 2,5 meter) er 2,8 kg. Det forurensede arealet er lite avgrenset, og positiv usikkerhet for mengden PFOS (innenfor det antatte kildeområdet på 4060 m2) er beregnet til 12,4 kg.	I DP2 rapporten er det antatt BØF 2 har et forurensset areal på ca 2500 m2. Det er antatt at mektigheten på de forurensede massene er 2,2 meter, at egenvekten er på 1600 kg/m3 og at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS innenfor dette området er 315 µg/kg. Dette gir en beregnet restmengde av PFOS på ca 2,8 kg. I 2019 er det beregnet at mengden PFOS innenfor det undersøkte volum er på 0,15 kg. Det undersøkte arealet er på 226 m2, og dybden er 2,1 meter. Det forurensede arealet er lite avgrenset, og positiv usikkerhet for mengden PFOS (innenfor det antatte kildeområdet på ca 1250 m2) er beregnet til ca 0,85 kg.

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, i liten grad. Det er påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen i alle ytterpunktene (mellom 41,6-2800 µg/kg). Forurensningen ser ut til å være minst avgrenset i vestlig og østlig retning	Nei, forurensningen er ikke avgrenset horisontalt. De høyeste konsentrasjonene av PFOS (557-1190 ug/kg) er påvist i overflateprøver i ytterpunktene mot øst (BØF 2-4) og mot vest (BØF 2-1, 2-5, og Ny-BØF 1). Det er usikkert hvor mye lengre mot øst og vest forurensningen strekker seg. Det står i DP2 rapporten at det er en gammel buss på feltet, og at det er noen metaltønner som det settes fyr på foran denne bussen. På flyfoto står bussen vest og sørvest (plassering litt varierende fra år til år) for det undersøkte området. Det er derfor usikkert om det mest forurensende området er avdekket.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, det er påvist relativt høye konsentrasjoner av PFOS i flere av de dypeste prøvene, og det usikkert hvor mye dypere forurensningen strekker seg.	De høyeste konsentrasjonene er påvist i overflateprøver (0-20 cm dyp). Det er påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen i to av de dypeste prøvene, men konsentrasjonene av PFOS er lave (14,4 og 32,9 µg/kg). I de resterende fem dypeste prøvene fra sjaktene er det ikke påvist PFOS.
Kommentar/usikkerhet	Det var grunnvann på ca. 2,5 meters dyp i noen sjakter. Det antas at grunnvannet er tidevannspåvirket. Det forventes at konsentrasjonene av PFOS vil avta raskt med dybde under grunnvannsspeil, hvor forurensningen vil ha en horisontal spredning i grunnvannets strømningsretning.	Det var grunnvann på en dybde av omtrent 1,3 til 2,2 m i noen sjakter. Det antas at grunnvannet er tidevannspåvirket. Det forventes at konsentrasjonene av PFOS vil avta raskt med dybde under grunnvannsspeil, hvor forurensningen vil ha en horisontal spredning i grunnvannets strømningsretning.

32.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
Er det tatt vannprøver?	Nei	Nei
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)		
Hvor		
Kommentar/usikkerhet		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)		
Hvor		
Kommentar/usikkerhet		
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	15	190
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet	196,35 g hvis man legger sammen beregning for PFOS og PFOA. Det er usikkert om disse beregningene stemmer, ettersom det er oppgitt i rapportens kap 3.2.3.4 at det ikke er tatt prøver av grunnvann, og i kap .3.2.3.5 er et oppgitt at beregningen er basert på målte gjennomsnittskonsentrasjoner i grunnvann. Det er ikke beskrevet vannprøvetaking i rapporten, og heller ikke inkludert resultater fra vannprøvetaking.
Til hvilken resipient	Reisafjorden (ligger cirka 50 meter i østlig retning for BØF).	Reisafjorden (som ligger omtrent 200 meter i østlig retning).
Beregnet fra vann eller jordkons.	Beregnete konsentrasjoner i grunnvann basert på gjennomsnittskonsentrasjoner i jord og en kd på 30.	Usikkert.

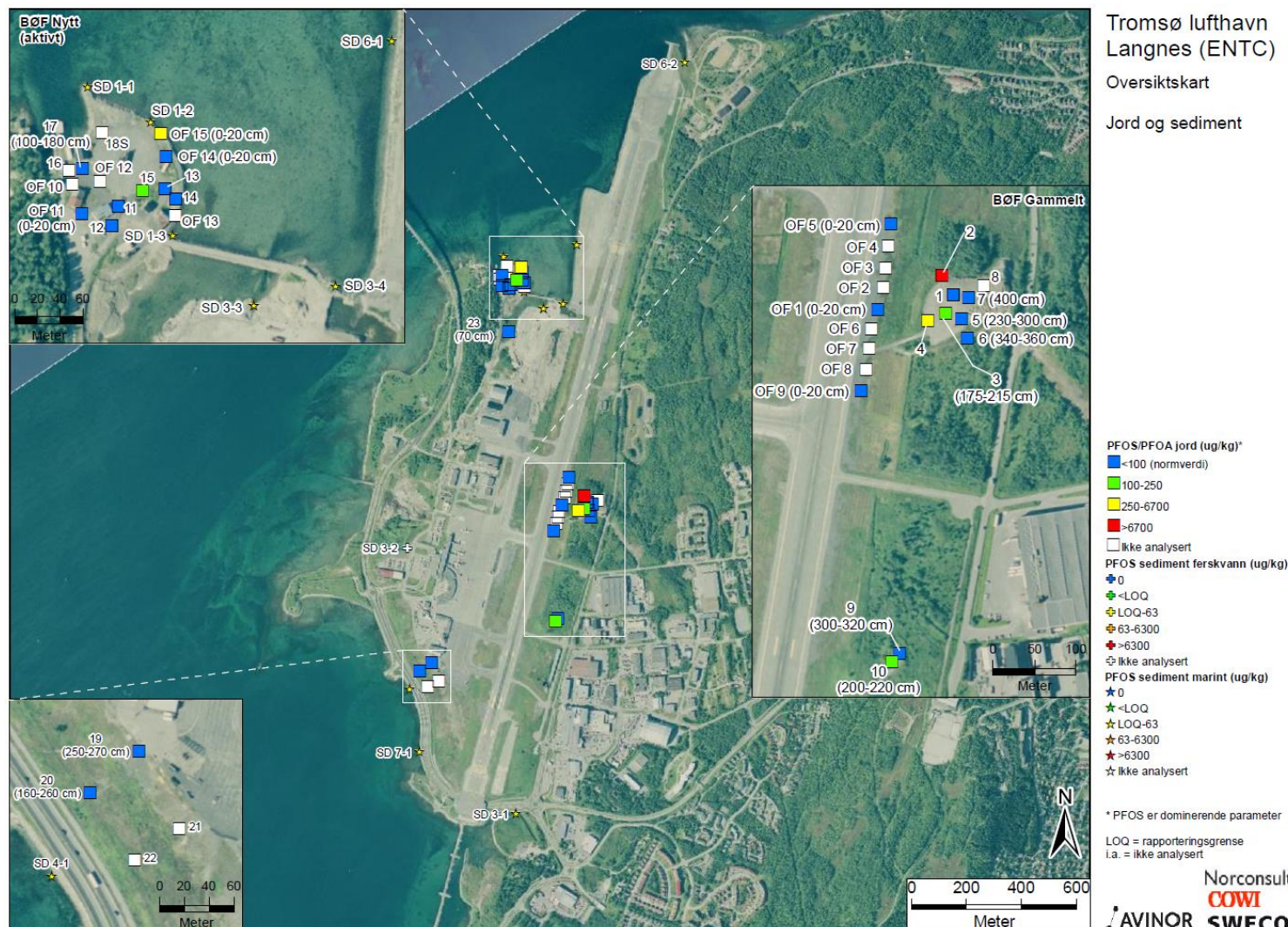
32.6 Biotaprøvetaking

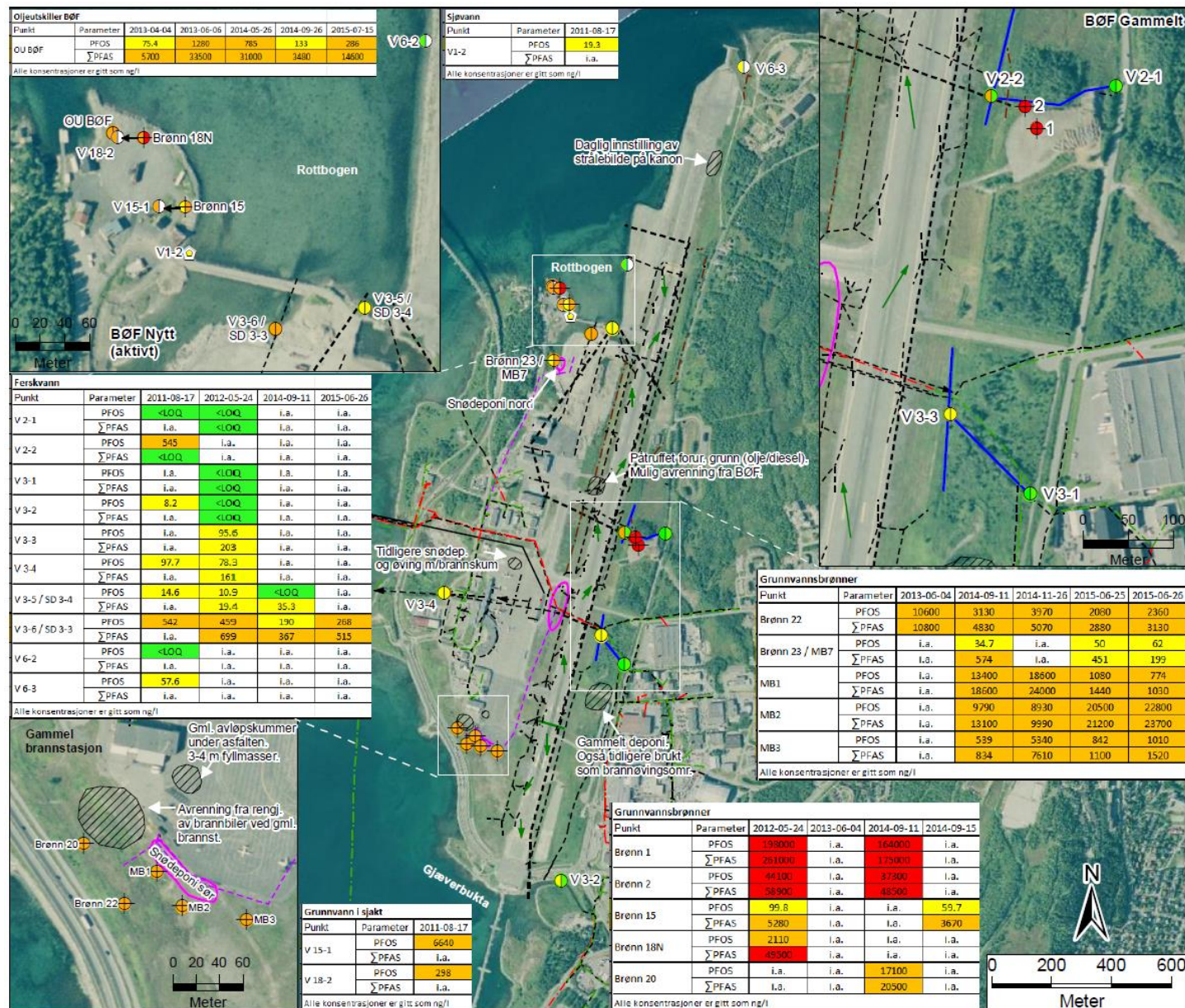
Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei	Nei
Hva for biota?		
Hvor mange prøver?		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)		
Kommentar/referanse		
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.		

32.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingsfelt/lokaltet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (ikke aktivt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes, da det ikke er tatt vannprøver eller biotaprøver ved lufthavnen.	Kan ikke vurderes, da det ikke er tatt vannprøver eller biotaprøver ved lufthavnen.
Vurderinger		
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Da det ikke er analysert jordprøver for PFOS fra andre steder enn ved de to brannøvingsfeltene, og det ikke er tatt noen biotaprøver eller vannprøver, kan dette ikke vurderes. Det er tatt sedimentprøver i Reisafjorden, men PFOS ble ikke påvist.	Da det ikke er analysert jordprøver for PFOS fra andre steder enn ved de to brannøvingsfeltene, og det ikke er tatt noen biotaprøver eller vannprøver, kan dette ikke vurderes. Det er tatt sedimentprøver i Reisafjorden, men PFOS ble ikke påvist.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Nei, lokaliteten er ikke godt nok kartlagt til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1). Det forurensede området er lite avgrenset, i tillegg til at det kan ha foregått øvelser noe lenger mot sør/sørvest for det undersøkte området. Det står i DP2 rapporten at det er en gammel buss på feltet, og at det er noen metaltønner som det settes fyr på foran denne bussen. På flyfoto står bussen vest og sørvest (plassering litt varierende fra år til år) for det undersøkte området. Det er derfor usikkert om det mest forurensende området er avdekket.
Kommentar/usikkerhet	Det er stor usikkerhet i utbredelsen av det forurensede området, spesielt i vestlig og østlig retning.	
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremøster, verneområder etc.)	Sjøområdet på østsiden av lufthavnen er vernet som Reisaautløpet naturreservat (vårmarksområde). Dette sjøområdet er også registrert som et ramsarområde som danner et brakkvannsdelta. Fra naturbase: Det er registrert et mangfold av arter med særlig stor forvaltningsinteresse på og rundt lufthavnen. Det er også registrert flere viktige naturtyper rundt lufthavnen (bløtbunnsområder i strandsonen, strandeng og strandsump og gråor-heggeskog). Like vest for lufthavnen ligger Goppa, som er et statlig sikret friluftslivsområde. Lufthavnen er registrert med Avinors sårbarhetsklasse 2, som betyr noe mindre sårbare resipienter. Moderat prioritet og nivå på anlegg. Det er ved BØF 2 påvist THC i over normverdi i en av de 22 analyserte jordprøvene, i tilstandsklasse 5.	

33 Tromsø lufthavn, Langnes





Tromsø lufthavn Langnes (ENTC)

Oversiktskart

Vann

☐ Mulig PFAS-lokalitet
 PFOS / Σ PFAS grunnvannsbørere (ng/l) *
 + Ikke analysert

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

* Venstre halvdel = PFOS
 Høyre halvdel = PFAS

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

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

* Venstre halvdel = PFOS
 Høyre halvdel = PFAS

PFOS / Σ PFAS sjøvann (ng/l) **

0
 <LOQ
 LOQ-23
 23-7 200
 >7 200

** Senter = PFOS
 Ytre ramme = PFAS

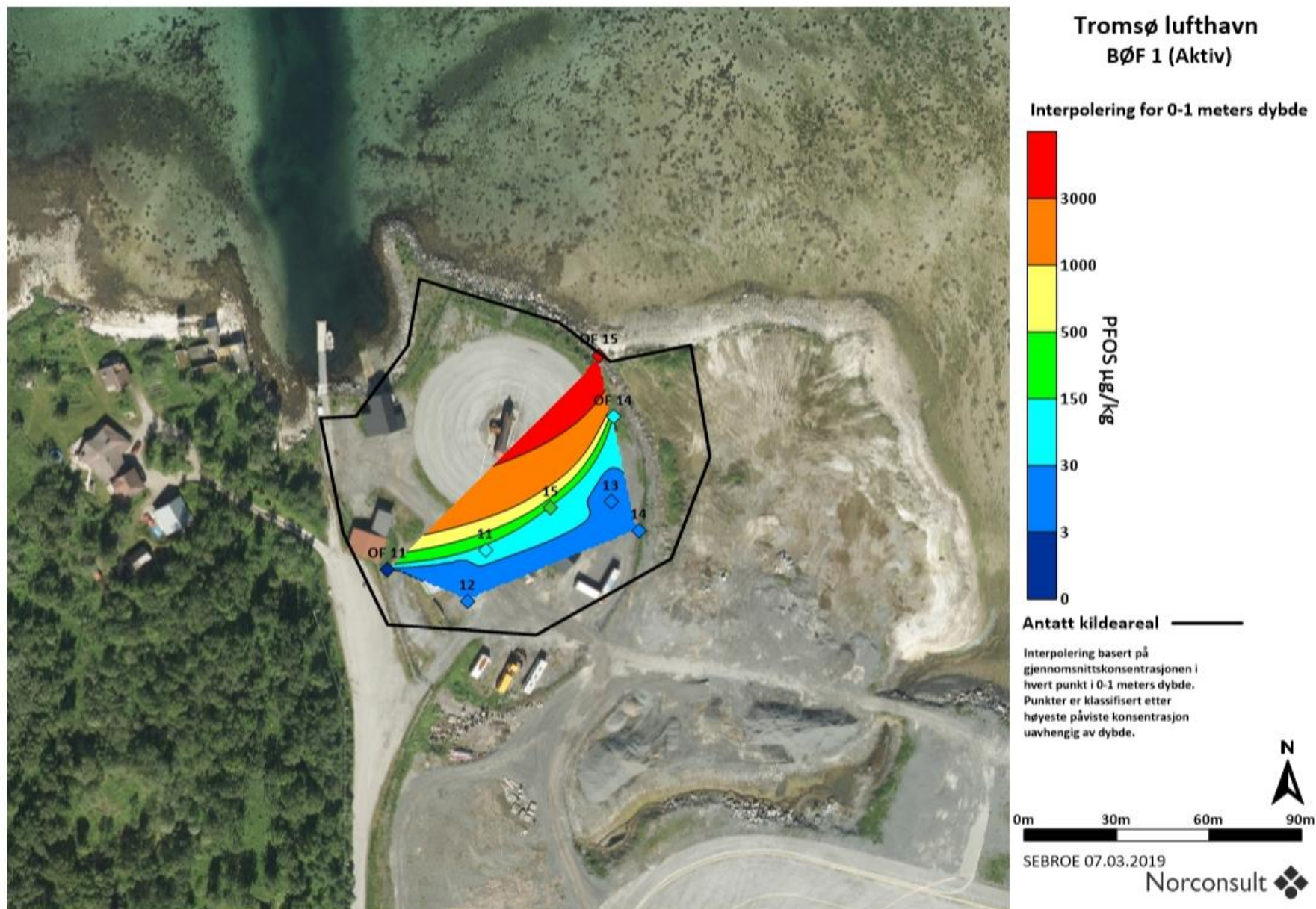
Avløpsledning

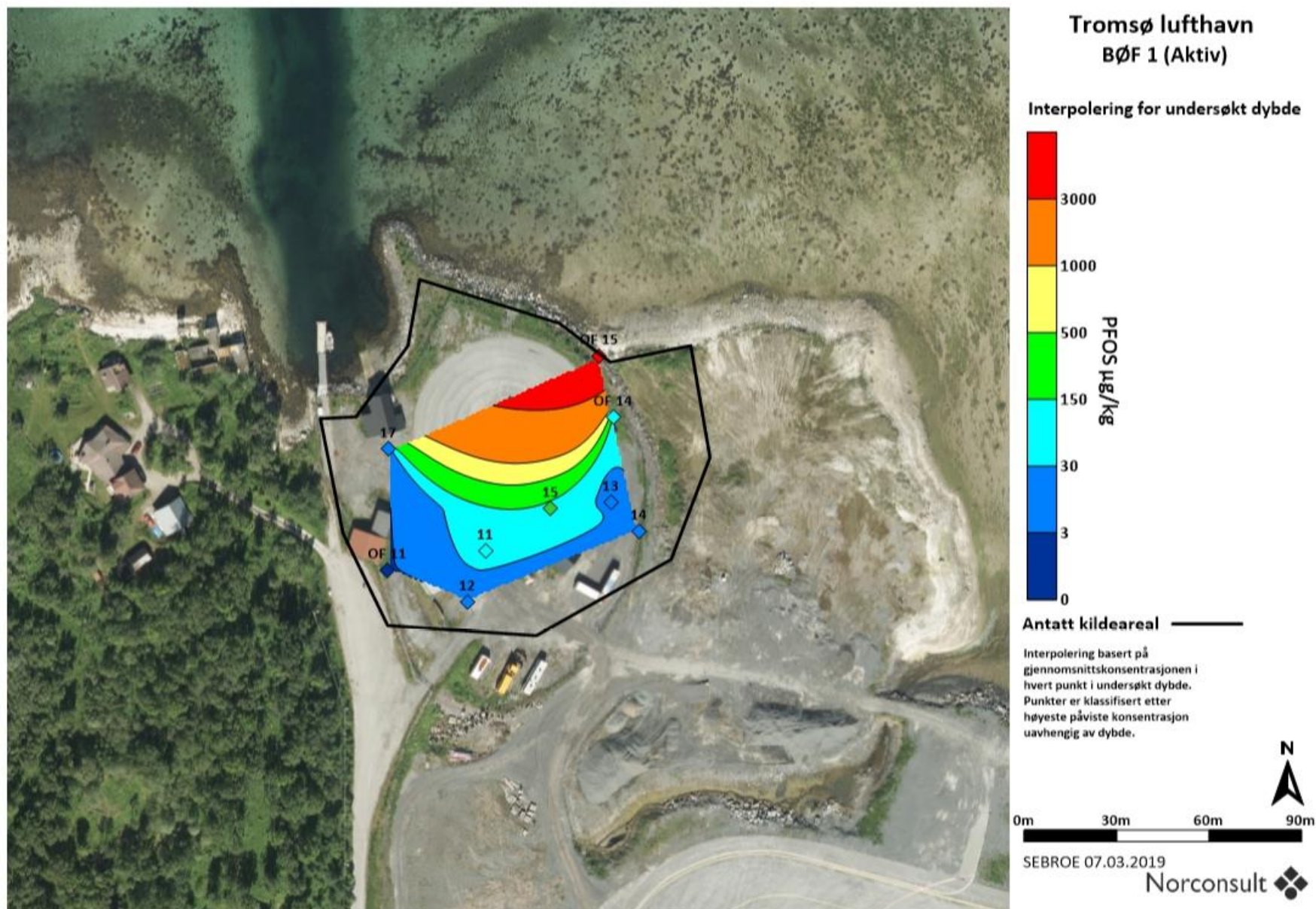
Avløp annet
 Avløp Felles
 Drensvann
 Glykolholdig overvann
 Glykolholdig spillvann
 Overvann
 Pumpespillvannsledning
 Spillvann

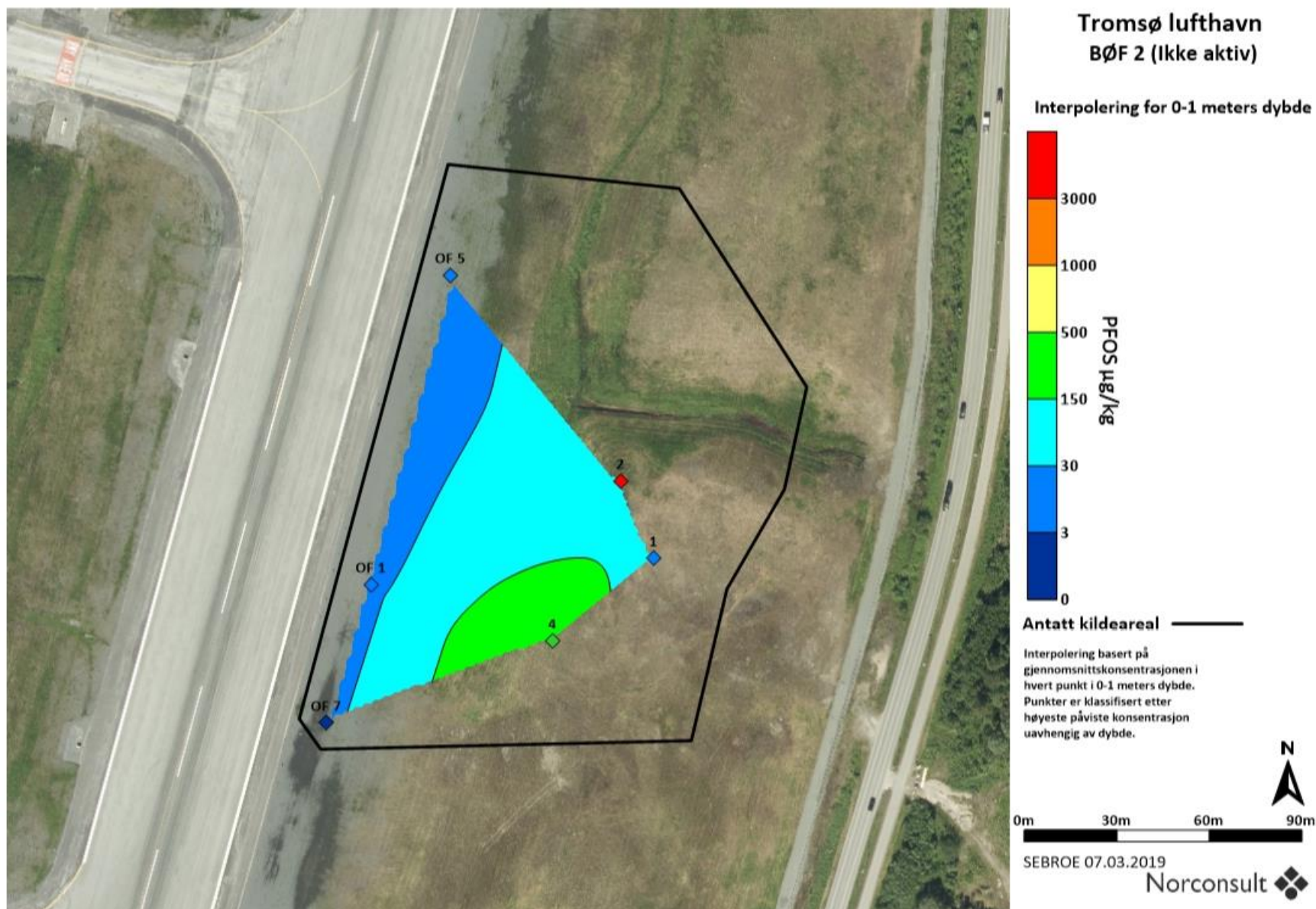
Avrenning

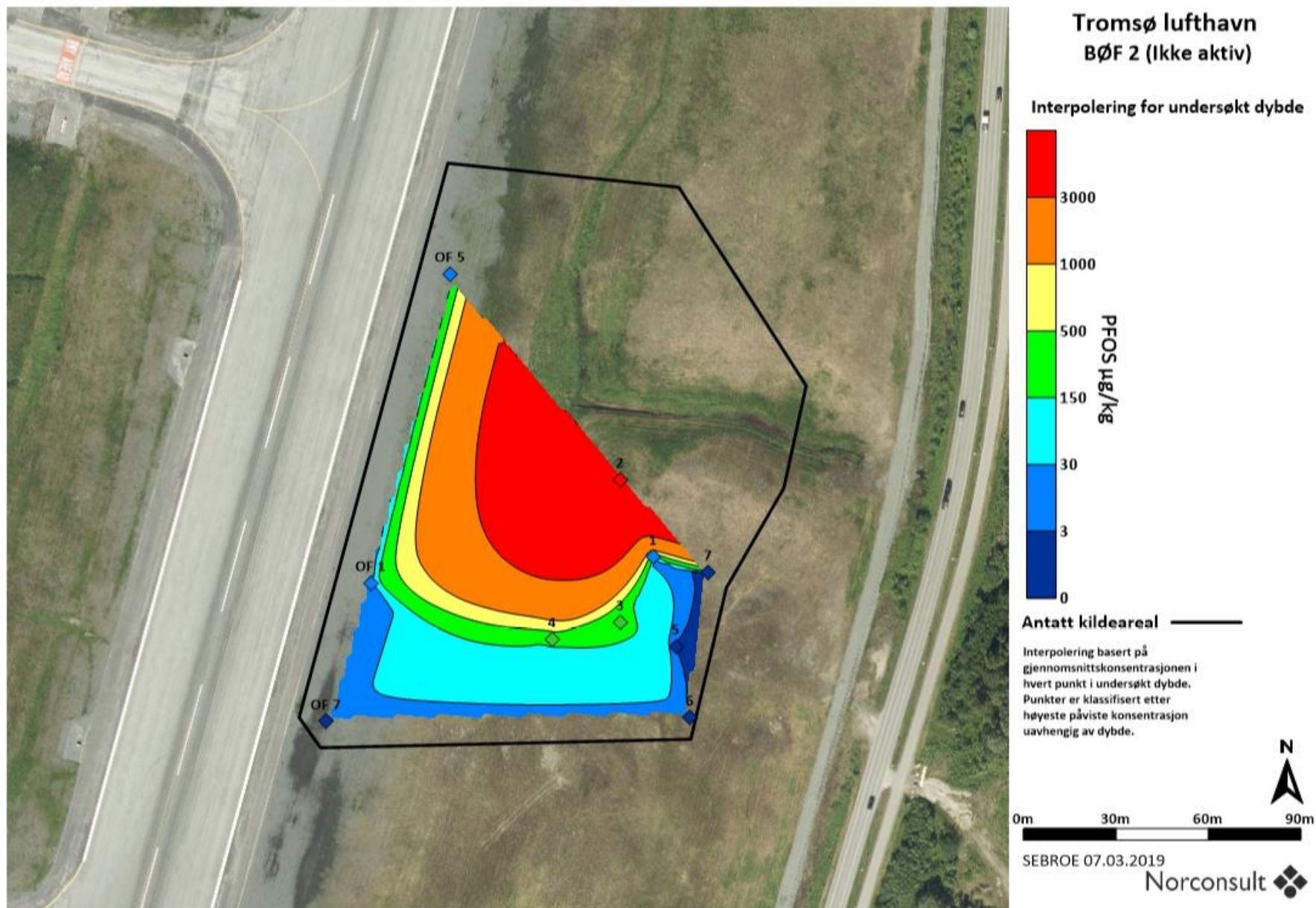
Deponi glykolfurensset snø
 Overvannsledning
 Avrenningsveg glykol
 Bekkeresipient
 Overvannssystem
 Vannskille rullebane
 Antatt avrenningsveg baneavising

i.a. = ikke analysert
 LOQ = rapporteringsgrense









33.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)	Gammel brannstasjon
	Benyttet fra 2001. BØF 1 benyttes som øvingsfelt for flere andre lufthavner. Feltet består av en sirkulær plattform med fall mot sentralt punkt hvor det er montert et sluk. Lufthavnen har opplyst at oljeforurensede masser på feltet har blitt fjernet og levert til godkjent deponi på et tidligere tidspunkt. Avinor har besluttet at det aktive brannøvingsfeltet på Tromsø skal stenges etter øvingssesongen 2019.	Benyttet i perioden 1985-2001. Massene ved BØF 2 skal ha vært skiftet ut, men det er usikkert når. Det er usikkert hvor de utskiftede massene er plassert. Langs rullebanen vest for brannøvingsfelt kan det ligge opprinnelige masser fra området. Ved BØF 2 ble det tidligere tent på alt fra bilvrak til søppel ved brannøvelser.	Sydvest for rullebanen står det et gammelt driftsbygg som har vært brukt som brannstasjon frem til år 2000. Rengjøring av brannbiler foregikk på utsiden av stasjonen (sørsiden av bygget) med avrenning mot gjerdetrase og fordrøyning i grunnen. I det samme området som brannstasjonen står er det også et snødeponi (Snødeponi sør).

33.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	7 000	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	Feltet er kun benyttet etter 2001 når Avinor gikk over til "PFOS-fritt" skum med andre PFAS som hovedkomponenter. Det skummet som ble benyttet i perioden 2001-2012 hadde også små mengder PFOS i skummet.	Estimert for perioden 1985 til 2001.	Det er ikke kjent at det har vært direkte bruk av brannskum ved lokaliteten, men rester av brannskum kan ha havnet i jordsmonnet og blitt spredt til grunnvann ved vask av brannbiler med rester av PFAS-holdig brannskum. Det kan også ha blitt deponert snø med rester av brannskum ved snødeponiet.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	1 900	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	Estimert bruk av "PFOS-fritt" skum med andre PFAS-forbindelser som hovedkomponenter, for perioden 2001 til 2012. Dette skummet inneholdt også små mengder PFOS (opptil 0,001 vektprosent eller 10 mg/l, jfr. Produktforskriften).	Feltet er ikke benyttet etter 2001 når Avinor gikk over til "PFOS-fritt" skum med andre PFAS som hovedkomponenter.	Stasjonen ble nedlagt før Avinor gikk over til "PFOS-fritt" skum med andre PFAS som hovedkomponenter.

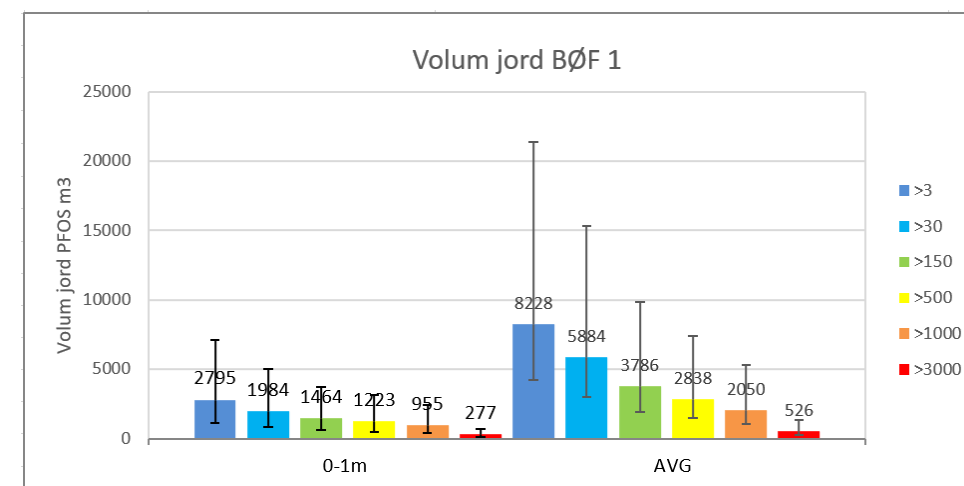
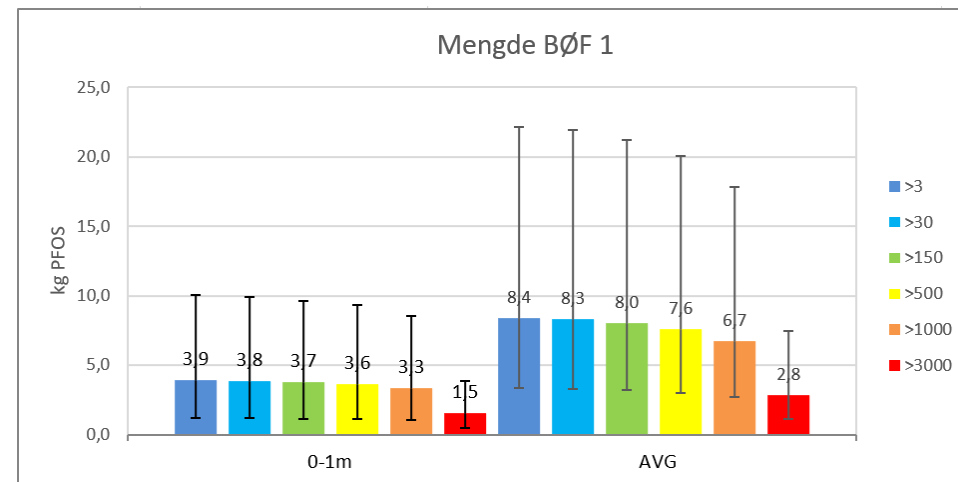
33.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)	Gammel brannstasjon
Antall jordprøver totalt	15	15	2
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Tre overflateprøver fra 0-20 cm dyp, og 12 prøver fra seks sjakter på varierende dybder mellom 20-250 cm.	Tre overflateprøver fra 0-20 cm dyp, og 12 prøver fra sju sjakter på varierende dybder mellom 30-460 cm dyp.	Det er kun tatt to dypereliggende prøver ved lokaliteten. Massene er beskrevet som sand, stein, myr og skjellsand.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	10	6	0
Antall jordprøver under 1 m	9	11	2
Kommentar/usikkerhet	Totalt 19 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m. Massene er oppgitt til å bestå hovedsakelig av et lag med stein, grus og sand over skjellsand, leire og silt.	Totalt 16 jordprøver når man deler opp de prøver som går over intervallet 0-1 m og > 1 m. Massene er oppgitt til å bestå av grus i overflaten, deretter stein, grov sand, jord, sand over myr og/eller leire.	De to dypereliggende prøvene er tatt ved henholdsvis 2,5-2,7 m og 1,6-2,4 m.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	6260	28300	60,6
Hvor	Overflate 15, fra 0-20 cm dyp. Massetype ikke oppgitt.	Sjakt 2-3, fra 125-145 cm dyp, myr.	Sjakt 20-3 (1,6-2,4 m). Massene består av myr/skjellsand.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	6260	30400	60,6
Hvor	Overflate 15, fra 0-20 cm dyp. Massetype ikke oppgitt.	Sjakt 2-3, fra 125-145 cm dyp, myr.	Sjakt 20-3 (1,6-2,4 m). Massene består av myr/skjellsand.
Kommentar/usikkerhet	Prøven "overflate 15" er kun analysert for PFOS og PFOA, men har den høyeste konsentrasjonen. Seks av prøvene er analysert for totalt 12 PFAS-forbindelser.	Prøven «Sjakt 2-3» er analysert for 12 PFAS-forbindelser. Totalt sju av prøvene er analysert for 12 PFAS-forbindelser.	De to prøvene tatt ved lokaliteten er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er ikke påvist PFOA i noen av prøvene.

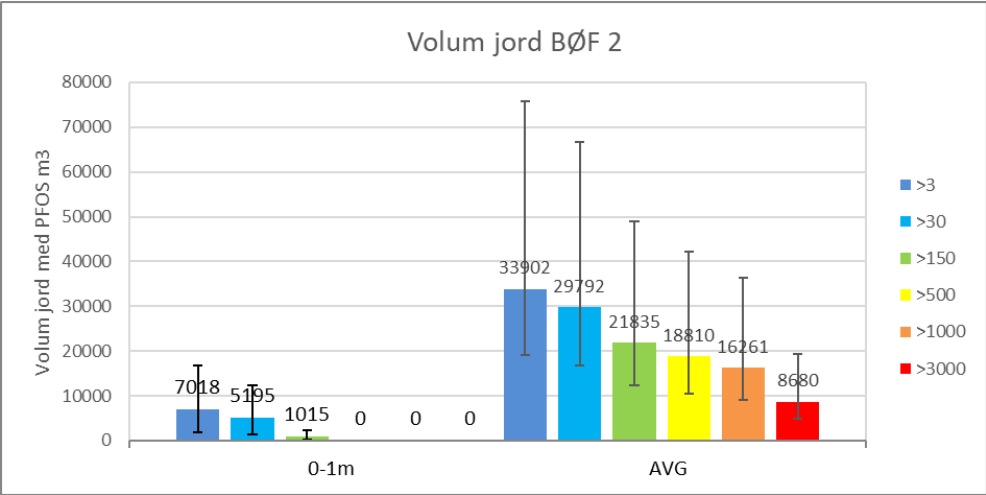
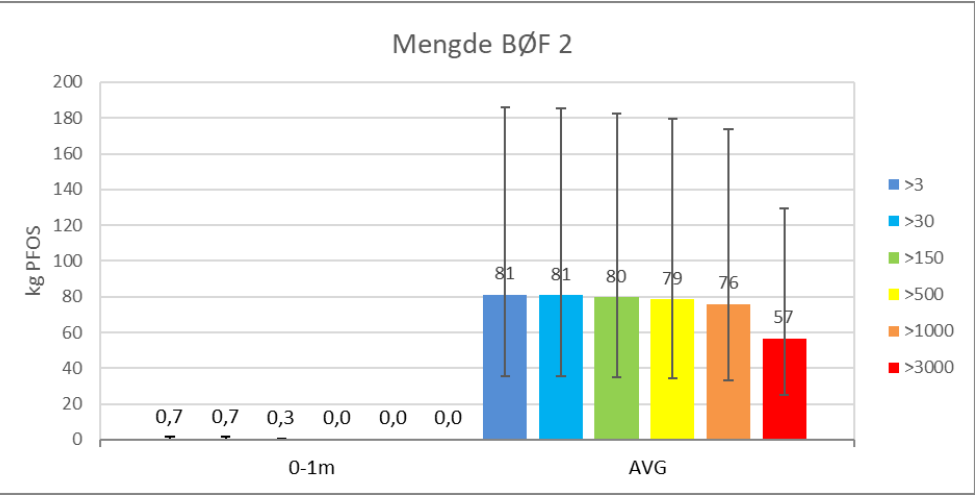
VEDLEGG A

33.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	BØF 1	BØF 2
Konsentrasjon (µg/kg)	751	1872
Areal (m2)	4114	10120
Mengde jord (tonn)	13988	54243
Mengde PFOS (kg)	8,4	81
Usikkerhet -	5,1	46
Usikkerhet +	14	105
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1037	2124
Areal (m2)	2942	8893
Mengde jord (tonn)	10003	47666
Mengde PFOS (kg)	8,3	81
Usikkerhet -	5,0	46
Usikkerhet +	14	104
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1563	2858
Areal (m2)	1893	6518
Mengde jord (tonn)	6436	34936
Mengde PFOS (kg)	8,0	80
Usikkerhet -	4,9	45
Usikkerhet +	13	103
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	1966	3263
Areal (m2)	1419	5615
Mengde jord (tonn)	4825	30096
Mengde PFOS (kg)	7,6	79
Usikkerhet -	4,6	44
Usikkerhet +	12	101



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	2420	3650
Areal (m2)	1025	4854
Mengde jord (tonn)	3485	26017
Mengde PFOS (kg)	6,7	76
Usikkerhet -	4,1	43
Usikkerhet +	11	98
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	3963	5101
Areal (m2)	263	2591
Mengde jord (tonn)	894	13888
Mengde PFOS (kg)	2,8	57
Usikkerhet -	1,7	32
Usikkerhet +	4,6	73



Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)	Gammel brannstasjon
Kommentar til beregningene	I DP2 rapporten er det antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 2830 m², og at de forurensede massene har en mektighet på 1 meter. Det er antatt at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS innenfor dette området er på 171 µg/kg, og ut fra dette er det beregnet at det ligger igjen 774 g PFOS og 8,6 g PFOA. I risikovurderingen fra 2016 er det beregnet en restmengde av PFOS i grunnen på 15 ± 7 kg. Det er benyttet et forurenset areal på 5000 ± 2000 m², en dybde på 2,5 ± 0,5 meter, en densitet på massene på 1600 ± 200 kg/m³ og en gjennomsnittskonsentrasjon på 746 µg/kg. Dette er en høyere restmengde enn hva som er beregnet i beregningen fra 2019, noe som i hovedsak skyldes at det i risikovurderingen fra 2016 ikke er tatt ut andelen av større fraksjoner (pukk/steiner) i det forurensede volumet, samt at det er antatt at det forurensede arealet er noe større enn det som er undersøkt, og at mektigheten på de forurensede massene er noe større enn det undersøkte arealet. I beregningene i 2019 er mengden i det undersøkte arealet 8,4 kg, og mengden inkludert den positive usikkerheten (innenfor antatt kildeareal) ca 22 kg.	I DP2 rapporten er det antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 7850 m², og at de forurensede massene har en mektighet på 3 meter. Det er antatt at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS innenfor dette området er 292 µg/kg. Ut ifra dette er det beregnet at det ligger igjen 11 kg PFOS, 226 g PFOA og 124 6:2 FTS. I risikovurderingen fra 2016 er det beregnet en restmengde av PFOS i grunnen på 60 ± 40 kg. Det er benyttet et forurenset areal på 13000 ± 2000 m², en dybde på 3 ± 1 meter, en densitet på massene på 1000 ± 600 kg/m³ og en gjennomsnittskonsentrasjon på 1460 µg/kg. I den nye beregningen blir usikkerheten høyere pga av at den mest forurensede delen av området er lite avgrenset og det beregnes for estimert areal (antatt kildeareal på ca 22700 m²) med konsentrasjoner ned til 3 µg/kg. Det er i de nye beregningene benyttet en høyere densitet (1600 kg/m³), som også forklarer hvorfor mengdene er større. Densiteten er satt basert på at massene består av fyllmasser over et myrlag, og deretter leire. Det forventes, basert på beskrivelsene av prøvene, ikke så stor mektighet på det forurensede myrlaget på BØF. I beregningen fra 2019 er det i tillegg den interpolerte gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS innenfor det undersøkte området noe høyere (1872 µg/kg) enn hva som ble interpolert i beregningen i 2016.	Det er ikke foretatt noen mengdeberegning av lokaliteten, i og med at det kun er tatt to jordprøver.

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, men det er konsentrasjoner av PFOS < 4 µg/kg i ytterpunkter mot vest og sør (sjakt 12 og 17 (i punkt 17 er det kun tatt prøver av dypereliggende masser)). I ytterpunkt mot sørvest (OF11) er det ikke påvist PFOS over deteksjonsgrensen. Ytterpunkt mot øst (sjakt 14) har kun påvist PFOS i overflateprøven, og konsentrasjonen er 8,7 µg/kg. Den høyeste konsentrasjonen av PFOS er påvist i ytterpunkt mot nordøst (overflate 15), svært nær sjø. Forurensningen er minst avgrenset i nordlig-nordvestlig retning mot Rottbogen.	Nei, de høyeste konsentrasjonene er påvist i ytterpunkt mot nordøst (sjakt 2, i masser fra 125-240 cm dyp). I ytterpunktene mot sørøst og øst (sjakt 5, 6 og 7) er det ikke påvist PFOS. Prøvene er fra dypereliggende masser (230-400 cm dyp). I ytterpunkter mot sørvest, vest og nordvest (overflateprøver OF1, OF5 og OF7) er konsentrasjonene av PFOS < 6 µg/kg.	Nei. Det er påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS i de to jordprøvene som er tatt ved lokaliteten. I og med at det kun er tatt to jordprøver er det usikkert hvor representative disse er for forurensningssituasjonen i området.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Lokaliteten ligger helt i vannkanten, grunnvann er antatt å ligge ca to meter under terreng. Det antas at PFOS og PFAS vaskes ut fra grunnvannsnivå og dypere, og det antas ikke å ha spredt seg svært mye dypere enn dette. Sjakt 13 og 14 har ikke påvist PFOS i dypeste prøver som er mellom 200-250 cm dyp. I sjakt 15 er den høyeste konsentrasjonen (171 µg/kg) i den dypeste prøven som er fra 130-140 cm dyp.	Tilsynelatende avgrenset i dybden i østlig del av BØF, men ikke sentralt eller vestlig del. Prøver fra dypereliggende masser mot øst (sjakt 1, 5, 6 og 7) har ikke påvist PFOS. Det er imidlertid påvist 1810 µg/kg PFOS i leire på 145-240 cm dyp i sjakt 2, og i sjakt 3 og 4 er det henholdsvis 219 og 9 µg/kg i dypereliggende masser.	Nei. Det er ikke tatt noen prøver over 1,6 m ved lokaliteten, det er derfor ingen informasjon om forurensningsgraden til toppmassene i området.
Kommentar/usikkerhet	De fleste av prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA. De seks prøvene som er analysert for flere forbindelser tyder på at konsentrasjonene av sum PFAS er inntil tre ganger høyere enn PFOS. Det er ikke tatt prøver under plattform som har en diameter på 60 meter, og det har vært en lekkasje under asfalt ved flysimulatoren som ble oppdaget i 2011.	I prøvene sjakt 7 og sjakt 1-4 er det ikke påvist PFOS, det er imidlertid påvist PFOA på 4,6 µg/kg i sjakt 7, og PFHxA på 3,6 µg/kg i sjakt 1-4. PFOS er ellers den dominerende forbindelsen i prøvene, med unntak av i prøven sjakt 4-3. BØF ligger ca 10 moh, og terrenget heller noe fra øst mot vest. Sentralt på BØF er det fyllmasser som ligger over et myrslag og leire. Forurensningen antas å ikke ha spredt seg dypere enn 4 meter, ettersom det er et myrslag som binder PFAS og deretter leire. Det er ikke påvist PFOS i de tre prøvene som er tatt dypere enn 3,35 meter under terreng. Grunnvann er på ca to meter under terreng. Det er oppgitt i risikovurderingsrapporten at massene ved BØF 2 skal ha vært skiftet ut, men det er usikkert når. Det er usikkert hvor de utskiftede massene er plassert.	

33.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokaltet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)	Gammel brannstasjon
Er det tatt vannprøver?	Ja	Ja	Ja
Hvor	Oljeskinner, sjøvann, samt to brønner etablert i sjakt 15 og 18 ved BØF i 2011.	Overflatevann fra grøfter, samt to brønner ved BØF etablert i sjakt 1 og 2 ved BØF i 2011.	Det er tatt vannprøver fra fem grunnvannsbrønner (brønn 20 og 22 og MB1-3). Brønn 20 er plassert rett sørvest for området hvor rengjøring av brannbiler foregikk. De resterende fire brønnene er plassert sør/sørøst for området for rengjøring av brannbiler, og sør/sørøst for snødeponi sør. Brønn MB3 er plassert lengst unna (øst for) området for rengjøring av brannbiler og snødeponiet.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	8 000	350 000	22 800
Hvor	Brønn 15 ved aktiv BØF prøvetatt den 26.9.2017 (informasjonen er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport fra Tromsø lufthavn 2017-2018).	Grunnvann i brønn 1 ved nedlagt BØF tatt den 23.2.2017 (informasjonen er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport fra Tromsø lufthavn 2017-2018).	Brønn MB2 - prøvetatt 26.6.15
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	49 500	355 000	24 000
Hvor	Grunnvannsprøve i brønn 18N, tatt den 24.05.2012.	Grunnvann i brønn 1 ved nedlagt BØF tatt den 23.2.2017 (informasjonen er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport fra Tromsø lufthavn 2017-2018).	Brønn MB1 - prøvetatt 26.11.14
Kommentar/usikkerhet	I risikovurderingsrapporten (2016) er prøven med høyest PFOS-konsentrasjon (6640 ng/l) grunnvannsprøve V-15-1 fra brønn 15, i en vannprøve tatt ved etablering (brønn i sjakt) den 17.08.2011. Denne vannprøven hadde også THC i tilstandsklasse 5. I prøven tatt fra brønn 18N er det spesielt høye konsentrasjoner av 6:2 FTS (39800 ng/l). To prøver tatt i brønn 18N den 29.6.2017 og 18.4.2018 viser begge sum PFAS på 18000 ng/l, PFOS konsentrasjonene er mellom 11000 og 13000 ng/l i disse prøvene (informasjonen er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport fra Tromsø lufthavn 2017-2018).	Fra risikovurderingsrapporten (2016) er prøven med høyest PFAS konsentrasjon grunnvannsprøven Brønn 1 (24-05-2012), med konsentrasjon av PFOS på 198000 ng/l og PFAS på 261000 ng/l. I denne og i en vannprøve som er tatt fra brønn 1 den 11.9.2014, er det forbindelsene PFHxS og PFHxA som har de høyeste konsentrasjonene etter PFOS.	Grunnvannsprøvene er analysert for 12 ulike PFAS-forbindelser. PFOS er den dominerende forbindelsen i alle vannprøvene. I tillegg er det påvist en del PFHxS, PFHxA, PFNA og PFPeA i prøvene. 6:2 FTS er påvist i 9 av 18 prøver, men i lave konsentrasjoner sammenlignet med PFOS. PFOS-konsentrasjonene i grunnvannsprøvene ligger mellom 539 - 22 800 ng/l. PFAS-konsentrasjonene i grunnvannsprøvene ligger mellom 834-24 000 ng/l. De høyeste konsentrasjonene er påvist i Brønn 20, samt i MB1 og MB2. De laveste konsentrasjonene er påvist i MB3 (som ligger lengst vekk fra lokaliteten).

Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	19,3	1000	Det er ikke tatt prøver av overflatevann ved brannstasjonen.
Hvor	V1-2, vannprøve i sjø sørøst for BØF 1. Prøvetatt 17.8.11.	Prøvepunkt V2-2, bekk nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt, prøvetatt den 26.9.2017 (informasjonen er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport fra Tromsø lufthavn 2017-2018).	
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	19,3	1 300	
Hvor	V1-2, vannprøve i sjø øst for BØF 1. Prøvetatt 17.8.11.	Prøvepunkt V2-2, bekk nedstrøms nedlagt brannøvingsfelt, prøvetatt den 26.9.2017 (informasjonen er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport fra Tromsø lufthavn 2017-2018).	
Kommentar/usikkerhet	Prøven V1-2 er kun analysert for PFOS og PFOA. Det ble ikke påvist PFOA i prøven. Det aktive brannøvingsfeltet er etablert med en oljeutskiller og avløp til sjø. Prøver av vann fra oljeutskiller anses ikke være representative for overflatevann i området. Vannet ut av oljeutskilleren ble prøvetatt flere ganger i 2013, 2014 og 2015. Analyseresultatene viste PFAS konsentrasjoner på 3 480 – 33 500 ng/l, hvorav PFOS utgjorde <5 % og de nyere telomerene (6:2 og 8:2 FTS) utgjorde ca. 75 – 96 %. I prøvetakingen fra september 2014 var det perfluorpentansyre (PFPeA) som dominerte. Det er ikke kjent at prøvetakingen er utført i forbindelse med rengjøring eller andre spesielle situasjoner. Det har ikke vært benyttet PFAS-holdig skum ved Avinors lufthavner etter 2012. I nye målinger fra 26.9.2017 og 9.5.2018 er konsentrasjonene av PFAS i oljeutskilleren på henholdsvis 15000 og 10000 ng/l (informasjonen er hentet fra Avinors miljøovervåkningsrapport fra Tromsø lufthavn 2017-2018).	Vannprøve tatt i samme prøvepunkt V2-2 den 18.4.2018 har konsentrasjoner av PFOS og sum PFAS på ca 100 ng/l. Fra risikovurderingsrapporten (2016) er overflateprøven med høyest PFAS konsentrasjon V2-2, vann i grøft nedstrøms BØF som var prøvetatt 17.8.11. Konsentrasjon av PFOS var på 545 ng/l og inkl PFOA på 527 ng/l (ikke analysert for flere forbindelser). Prøven V2-2 er tatt nedstrøms BØF 2. Det er også tatt to prøver i samme grøft rett oppstrøms BØF 2 (V2-1), disse prøvene har ikke påvist PFOS/PFAS.	
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	35 (2)*	120	385
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet (60)*	Ikke beregnet	Ikke beregnet

Til hvilken resipient	Rottbogen. Resipientene for overflatevann fra lufthavna er gruntvannsområder i Rottbogen i nord, Giæverbukta i syd, og fjæresonen i mellom (Sandnessundet). Overvann infiltrerer stort sett lokalt i grunnen. *Beregnet utslippsmengde via oljeutskiller. Utslipptet føres ut i fjorden i nord med sjøvannsledning. Det er usikkert om spredningsmengden fra oljeutskiller fremdeles er representativ for dagens situasjon, ettersom det ikke lenger benyttes PFAS-holdig skum på Avinors lufthavner. Det behøves flere målinger for å se om det er en nedadgående trend for innhold av PFAS i vann i oljeutskilleren.	Resipientene for overflatevann fra lufthavna er gruntvannsområder i Rottbogen i nord, Giæverbukta i syd, og fjæresonen i mellom (Sandnessundet). Overvann infiltrerer stort sett lokalt i grunnen.	Giæverbukta
Beregnet fra vann eller jordkons.	Grunnvannskonsentrasjon	Konsentrasjon i vann i bekk	Grunnvannskonsentrasjoner

33.6 Biotaprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)	Gammel brannstasjon
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja. For BØF 1 er det oppgitt biota tatt i nordlig ende av rullebanen, samt vest for rullebane.	Ja. For BØF 2 er det oppgitt alle biotaprøver tatt ved lufthavnen. BØF 2 kan ha avrenning både mot nord og vest. Det er usikkert hvorvidt feltet kan ha avrenning/dreneres mot sør.	Ja, se beskrivelse under BØF 1 og BØF 2.
Hva for biota?	Tangloppe, mangebørstemark, torsk, kuskjell, skrubbe, lomre, børstemark	Tangloppe, mangebørstemark, torsk, kuskjell, skrubbe, lomre, børstemark	
Hvor mange prøver?	8	11	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	14	38	
Hvor	Tangloppe blandprøve n=13, stasjon ved nordenden av rullebane.	Børstemark, blandprøve n=10, prøvestasjon TF-3 som ligger sørvest for rullebanen.	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	34,4	42,7	

Hvor	Mangebørstemark blandprøve n=14, stasjon ved nordenden av rullebane. Det er påvist 6:2 FTS (25 ug/kg) i denne prøven.	Børstemark, blandprøve n=10, prøvestasjon TF-3 som ligger sørvest for rullebanen.	
Mediankonsentrasjon (ug/kg vv) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	17	26	
Kommentar/referanse	I en blandprøve av tanglopper (n>30) i Vågen utenfor Krisitansund lufthavn Kvernberget (aktiv BØF) ble det påvist 17 ug/kg PFOS og 22,6 ug/kg PFAS. Det ble også tatt en blandprøve av tanglopper (n>20) ved utløpet av Byskøgbekken (ved gammel BØF) ved samme lufthavn, prøven hadde 12 ug/kg PFOS og 20,4 ug/kg PFAS. Hentet fra Avinor rapport fra 2016, Kristiansund lufthavn Kvernberget; Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering.	I tre blandprøver av flerbørstemark tatt i sjø rett utenfor BØF ved Alta lufthavn er mediankonsentrasjonen av PFOS på 26 ug/kg og PFAS på 29,4 ug/kg. Hentet fra Avinor rapport fra 2016, Alta lufthavn; Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota.	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Avinor 2018, Tiltaksplan for PFAS-forurenset grunn som følge av brannøving Longyearbyen, Svalbard. To prøver av tangloppe i strandsonen nedstrøms nedlagt BØF hadde konsentrasjoner av PFOS mellom 1,2-2,5 µg/kg, ikke påvist andre PFAS forbindelser. Avinor 2016, Leknes lufthavn undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota. I en blandprøve av n=50 tanglopper samlet i sjøen utenfor Leknes lufthavn i 2013 var det ikke påvist PFAS.	Gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i tre blandprøver av børstemark i indre Oslofjord var på 1,35 ug/kg vv. Kilde: Miljødirektoratets rapport M-812, 2017.	

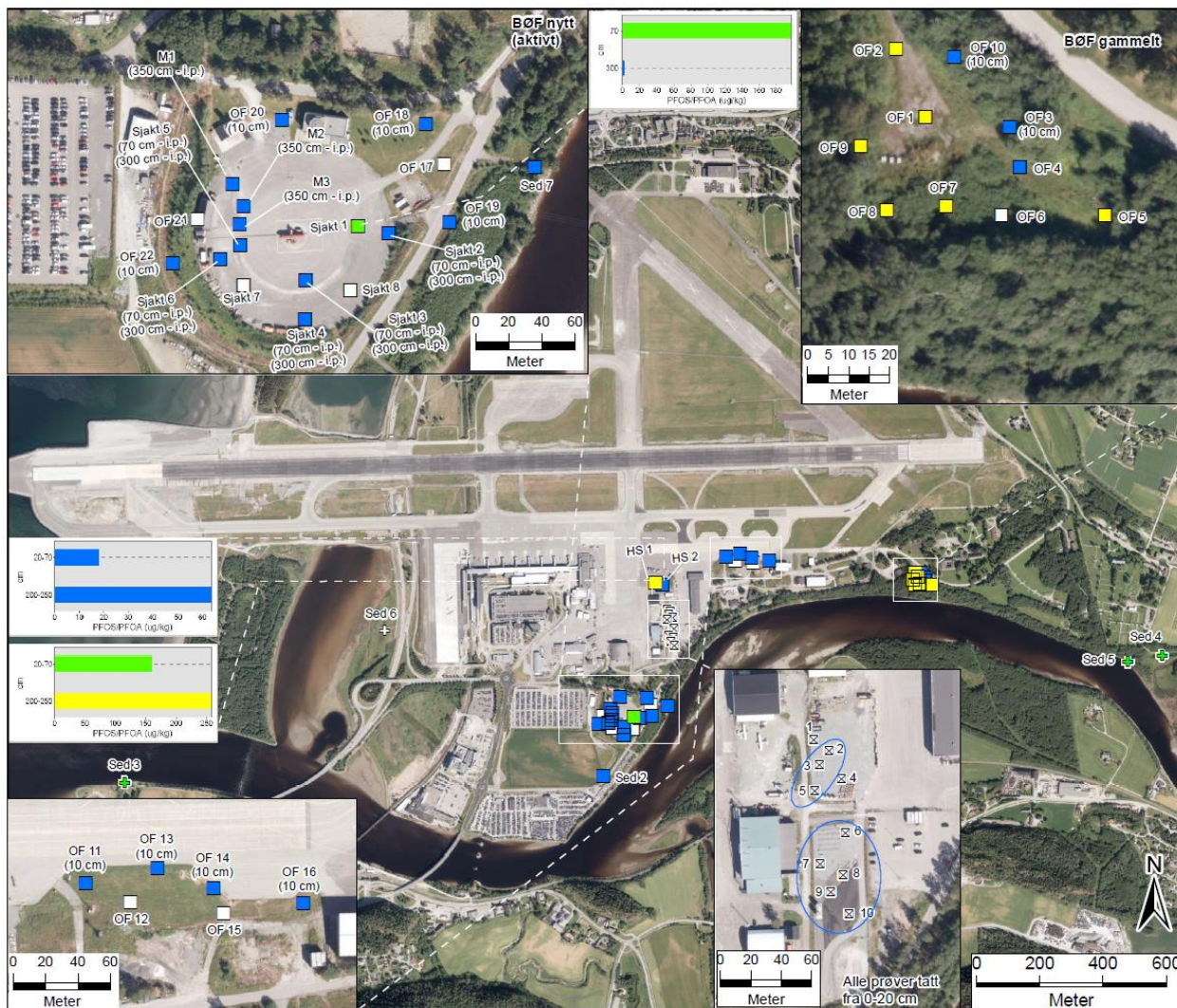
33.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)	Gammel brannstasjon
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert.	Kan ikke vurderes sikkert.	Kan ikke vurderes da det kun er tatt to jordprøver, og det derfor heller ikke er gjort noen mengdeberegninger for lokaliteten.
Vurderinger	Det står beskrevet i DP2 rapporten at det ikke var mulig å ta prøver i det området hvor det var forventet mest forurensning, kun rundt. Det er ikke tatt noen prøver av massene under selve plattformen. Det er tatt vannprøver som er forurenset av PFOS og PFAS ved snødeponi nord som ligger like sør for aktiv BØF 1. Dette tyder på at avrenning til sjø nord for rullebanen kan stamme fra flere kilder enn BØF. Det er også tydelig fra både jord og vannprøver at det er forurenset av andre PFAS-forbindelser i tillegg til PFOS. Fra 2016 rapport: Det foreligger få analyser av andre PFAS i prøvene, men resultatene kan tyde på at det er like mye 6:2 FTS i grunnen som PFOS, og at konsentrasjonen av PFAS kan være inntil tre ganger høyere enn konsentrasjonen av PFOS. Også grunnvannsprøvene har betydelig bidrag fra 6:2 FTS. Det er kun påvist 6:2 FTS i en prøve av biota, men i relativt høy konsentrasjon (25 µg/kg). Dette var blandprøve av 14 manglebørstemark tatt i sjø utenfor BØF 1. Øvingsfeltet har fall mot sentralt punkt hvor det er montert ett sluk. I juni 2011 ble det oppdaget lekkasje i sandfang kum under flysimulator og i rørledninger mellom feltet og oljeutskilleranlegget. Det ble funnet fri-fase hydrokarboner på grunnvannet (flere cm tykt), og feltet ble stengt av Fylkesmannen høsten 2011 inntil tilfredsstillende tiltak ble gjennomført. Foruten tetting av alle lekkasjer ble det etablert tre miljøbrønner som pumper oljeforurenset vann fra utkanten av feltet til rensing i oljeutskiller. Langnes avløpsanlegg har utslipp til Sandnessundet (rett vest for flyplassen). Det er i tillegg andre avløpsanlegg med utslipp til fjorden i området.	Det er oppgitt i rapporten fra 2016 at massene ved BØF 2 skal ha vært skiftet ut, men det er usikkert når. Det er usikkert hvor de utskiftede massene er plassert. BØF 2 kan ha avrenning både mot nord og vest. Det er usikkert hvorvidt feltet kan ha avrenning/dreneres mot sør. Fra 2016-rapporten: I tillegg til de naturlige avrenningsretningene for grunnvann og overflatevann, styres avrenningen fra lufthavnsområdet i stor grad av den etablerte VA-infrastrukturen. Rørsystemene er lagt i ulike etapper gjennom lufthavnens levetid og er nå meget omfattende og utfordrende å få oversikt over. Dette gjør det noe uvisst hvilke arealer/kilder de ulike utløpspunktene (rør) til sjø mottar vann fra. Prøvene V2-2 er tatt nedstrøms BØF 2, og er tydelig påvirket av utlekking fra BØF. Det er også tatt to prøver i samme grøft rett oppstrøms BØF 2 (V2-1), disse prøvene har ikke påvist PFOS/PFAS. Langnes avløpsanlegg har utslipp til Sandnessundet (rett vest for flyplassen). Det er i tillegg andre avløpsanlegg med utslipp til fjorden i området. Det er beregnet at det ligger igjen ca 81 kg PFOS i det undersøkte området ved BØF 2, og at det kan være så mye som 185 kg om man tar med positiv usikkerhet (innenfor det antatte kildeområdet). Det er anslått at det er brukt 7000 kg PFOS ved lokaliteten. Dette viser at	Det er påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS i de to jordprøvene som er tatt ved lokaliteten. Dette stemmer ikke så godt overens med de påviste konsentrasjonene i grunnvannet. Spesielt i brønn 20 som er satt i sjakt 20, hvor jordprøven (1,6-2,4 m) hadde en målt konsentrasjon på 60,6 µg/kg. Denne brønnen er plassert rett sør for området hvor vask av brannbilene pågikk, og i 2014 ble påvist en PFOS konsentrasjon i grunnvannet på 17100 ng/l, og PFAS på 20500 ng/l. De to jordprøvene kan være tatt utenfor det mest forurensede området, og det kan også hende at forurensningen hovedsakelig ligger høyere opp i jordprofilen. Avinor informerer om at det er usikkert om de prøvetatte massene er representative fordi det kan ha vært fylt ut for en vei som har gått i området. Det er synlig på flyfoto fra 1998 at det er fylt ut masser i området hvor sjakt 20 er plassert, og at det er en vei rett ved sjakt 19. Det er ikke tatt jordprøver i området nedstrøms snødeponiet, så forurensningssituasjonen i massene her er ikke kjent. I tillegg til jordprøver og grunnvannsprøver er det tatt to sedimentprøver i strandkanten rett sør (SD 4-1) og sørøst (SD 3-1) for den gamle brannstasjonen. I disse prøvene er det påvist konsentrasjoner av PFOS på 3,4 og 2,4 µg/kg.

	Det er beregnet at det ligger igjen ca 8 kg PFOS i det undersøkte området ved BØF 2, og at det kan være 22 kg om man tar med positiv usikkerhet (innenfor det antatte kildeområdet). Det er anslått at det er brukt 1900 kg PFAS ved lokaliteten. Dette viser at mesteparten av PFAS-mengden allerede er lekket ut til resipient.	mesteparten av PFOS allerede er lekket ut til resipient, eventuelt har blitt fjernet i forbindelse med at massene ved BØF 2 ble skiftet ut.	Det er sannsynlig at påvirkningen som ble funnet i biota prøvetatt ved Giæverneset kan skyldes spredning fra området ved brannstasjonen og snødeponi sør, ettersom det forurensede grunnvannet har kort vei til sjøen.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Se beskrivelse under, felles for de tre lokalitetene.	Se beskrivelse under, felles for de tre lokalitetene.	Se beskrivelse under, felles for de tre lokalitetene.
	Det er påvist PFAS flere steder ved lufthavnen enn ved brannøvingsfeltene. Den største kilden til PFOS etter brannøvingsfeltene er trolig området rundt den gamle brannstasjonen, hvor brannbiler ble rengjort (se egen lokalitet). Stasjonen ble lagt ned i 2000. I dette området ligger det også et snødeponi (Snødeponi sør). Brønn ved snødeponi i nord (Brønn 23/MB7) har konsentrasjoner av PFAS mellom 199 og 574 ng/l. Sør for det gamle brannøvingsfeltet ligger det et deponiområde med trevirke, søppel og jernskrap. Deponiet er registrert i Miljødirektoratets database, alvorlighetsgrad 02 – Liten/Ingen kjent påvirkning med dagens areal/resipientbruk. Fra midten på 90-tallet ble det også holdt enkelte brannøvelser med skumforbruk og parafin på dette området. Det er uklart hvilken retning avrenningen/sigevannet fra deponiet tar. I massene fra selve deponiet (sjakt 10-3, 200-220 cm) ble det påvist PFOS rett over normverdi. Mens det i mer stedlige masser (sjakt 9-3, 300-320 cm) ikke ble påvist PFOS over rapporteringsgrensen. Det er påvist PFAS i en vannprøve (V3-3) tatt i dette området, med en konsentrasjon på 95,6 ng/l PFOS, og sum PFAS på 203 ng/l. Omtrent 220 meter nordvest for prøvepunktet V3-4 har det vært en åpen oase hvor snø ble lagret frem til 1997-1998. Her har det blitt foretatt enkelte brannøvelser på midten av 1990-tallet (informasjon fra lufthavnen). Innstilling av strålebildet til vannkanonen utføres nesten daglig på rullebane nord. Midt på lufthavnsområdet, mellom stand 24 og stand 25, var det frem til år 1997/98 en åpen oase hvor det ble lagret snø. Her ble det flere ganger holdt brannøvelser med forbruk av skum og parafin på midten av 90-tallet. Fordrøying i grunn og til sluk. Forøvrig har brannbilene spylt på asfalt generelt på hele rullebanen og taksebaner opp gjennom tiden. Enkelte ganger har der forekommet at man ved en feiltagelse har glemt å skru av skum før spyling har startet, noe som kan ha medført spredning av PFAS.		
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Lokaliteten er ikke godt nok kartlagt til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).

Kommentar/usikkerhet	Det er påvist høy konsentrasjon av PFOS (6260 ug/kg) i en overflateprøve mot nordøst, og det er ikke tatt prøver nord eller vest for dette punktet. Det er derfor knyttet stor usikkerhet til forurensningsgraden til massene i området mellom plattformen og sjøen. Det er heller ikke tatt prøver under plattformen hvor det har vært en lekkasje som har forurenset grunnvann. Det anbefales også å undersøke jorden mer utstrakt for andre PFAS forbindelser.	De høyeste konsentrasjonene er påvist i ytterpunkt mot nordøst (28300 ug/kg i sjakt 2, i masser fra 125-240 cm dyp), og forurensningen er ikke avgrenset videre mot nordøst. Det er også få prøvepunkter rett vest for sjakt 2, som øker usikkerheten i interpoleringen av konsentrasjoner.	
Generelt for lufthavnen			
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforekomster, verneområder etc.)	Grindøysundet ca. 4 kilometer mot sørvest for lufthavnen er et vernet område (naturreservat). Våtmarks- og fjæresonen både i sydlige, vestlige og nordlige baneende er viktige beiteområder for vade- og andefugl, deriblant ærfugl, og er vurdert som svært viktig. Det er også registrert bl.a. krykkje, lomvi, oter, alke, brushane og makrellterne, som alle står på rødlista. I tillegg er det registrert flere viktige naturtyper på og rundt lufthavnen, både på land og sjø (bløtbunnsområder i strandsonen, bjørkeskog med høgstauder, tangvoll, og rikmyr). Tromsø lufthavn er klassifisert med Avinors sårbarhetsklasse 2, som betyr noe mindre sårbare resipienter, moderat prioritert og nivå på anlegg. Det er ved BØF 1 påvist THC i tilstandsklasse 2-3 i to overflateprøver ved BØF, og i tilstandsklasse 4 i en overflateprøve. En prøve av masser fra 130-140 cm dyp er i tilstandsklasse 5. Det er ved BØF 2 påvist THC i tilstandsklasse 2 i tre jordprøver (en overflateprøve og to dypereliggende masser), og i tilstandsklasse 4 i en prøve av dypereliggende masser.		

34 Trondheim lufthavn, Værnes



Trondheim lufthavn
Værnes (ENLK)

Oversiktskart inkl.
brannøvningsfelt

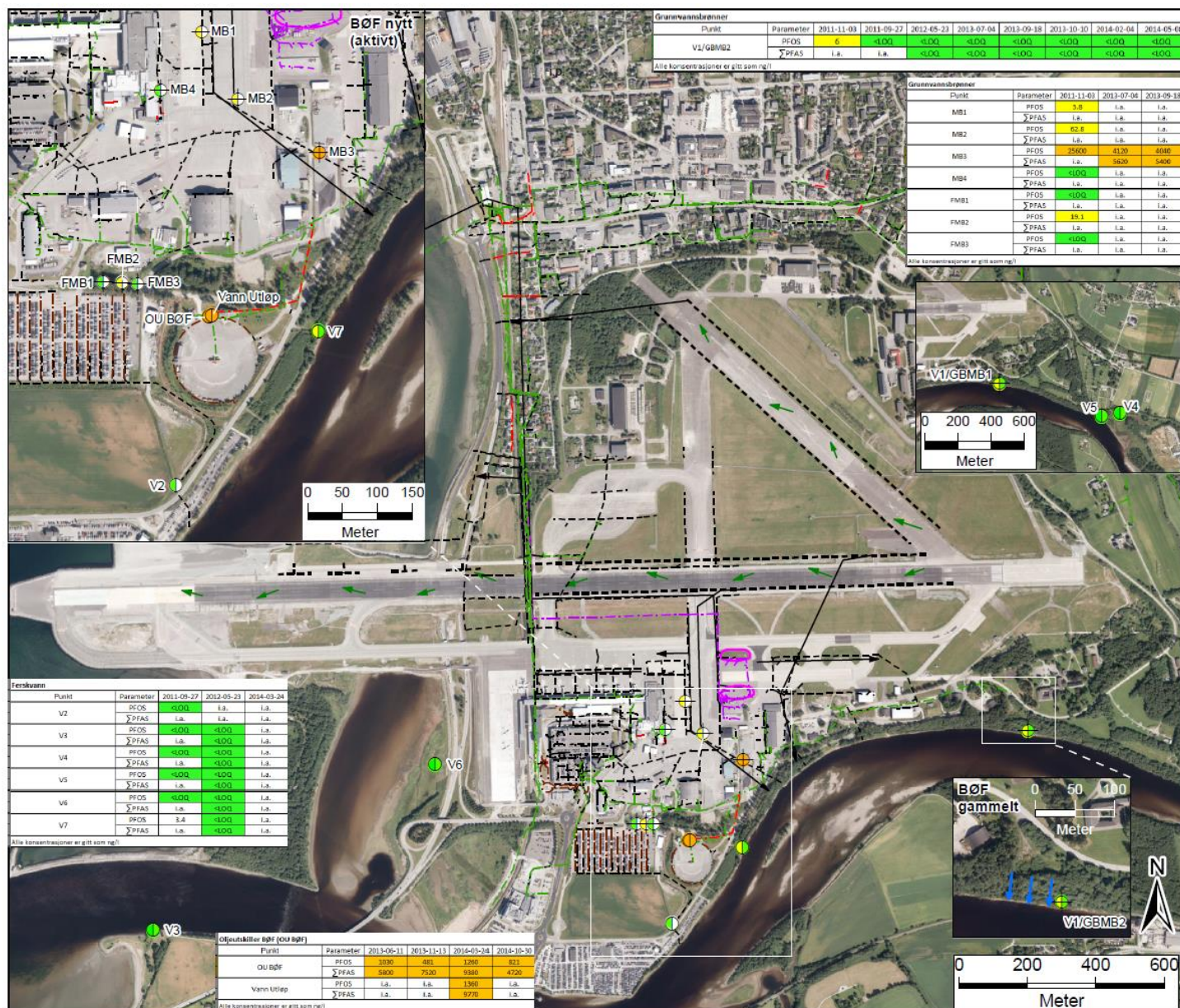
Jord og sediment

- ☒ Punkter som inngår i blandprøver
- PFOS/PFOA jord - blandpr. (ug/kg)*
- ☐ <100 (normverdi)
- ☐ 100-250
- ☐ 250-6700
- ☐ >6700
- ☐ Ikke analysert
- PFOS/PFOA Jord (ug/kg)*
- ☐ <100 (normverdi)
- ☐ 100-250
- ☐ 250-6700
- ☐ >6700
- ☐ Ikke analysert
- PFOS sediment ferskvann (ug/kg)
- ☐ 0
- ☐ <LOQ
- ☐ LOQ-63
- ☐ 63-6300
- ☐ >6300
- ☐ Ikke analysert

Mrk. varierende skala for
x-aksen i diagrammene

* PFOS er dominerende parameter

LOQ = rapporteringsgrense
i.a. = ikke analysert



Trondheim lufthavn Værnes (ENLK)

Oversiktskart inkl. brannøvsfelt

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrenner (ng/l) *

Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

Avlopsledning

Avløp annet

Avløp Felles

Drensvann

Glykolholdig overvann

Glykolholdig spillvann

Overvann

Pumpespillvannsledning

Spillvann

Avrenning

Deponi glykolforurenset snø

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

Overvannssystem

Vannskille rullebane

Antatt avrenningsveg baneavising

* Venstre halvdel = PFOS

Høyre halvdel = ΣPFAS

Basert på snittverdi av alle målinger i punkte

Antall prøver kan variere for hhv. PFOS og ΣPFAS.

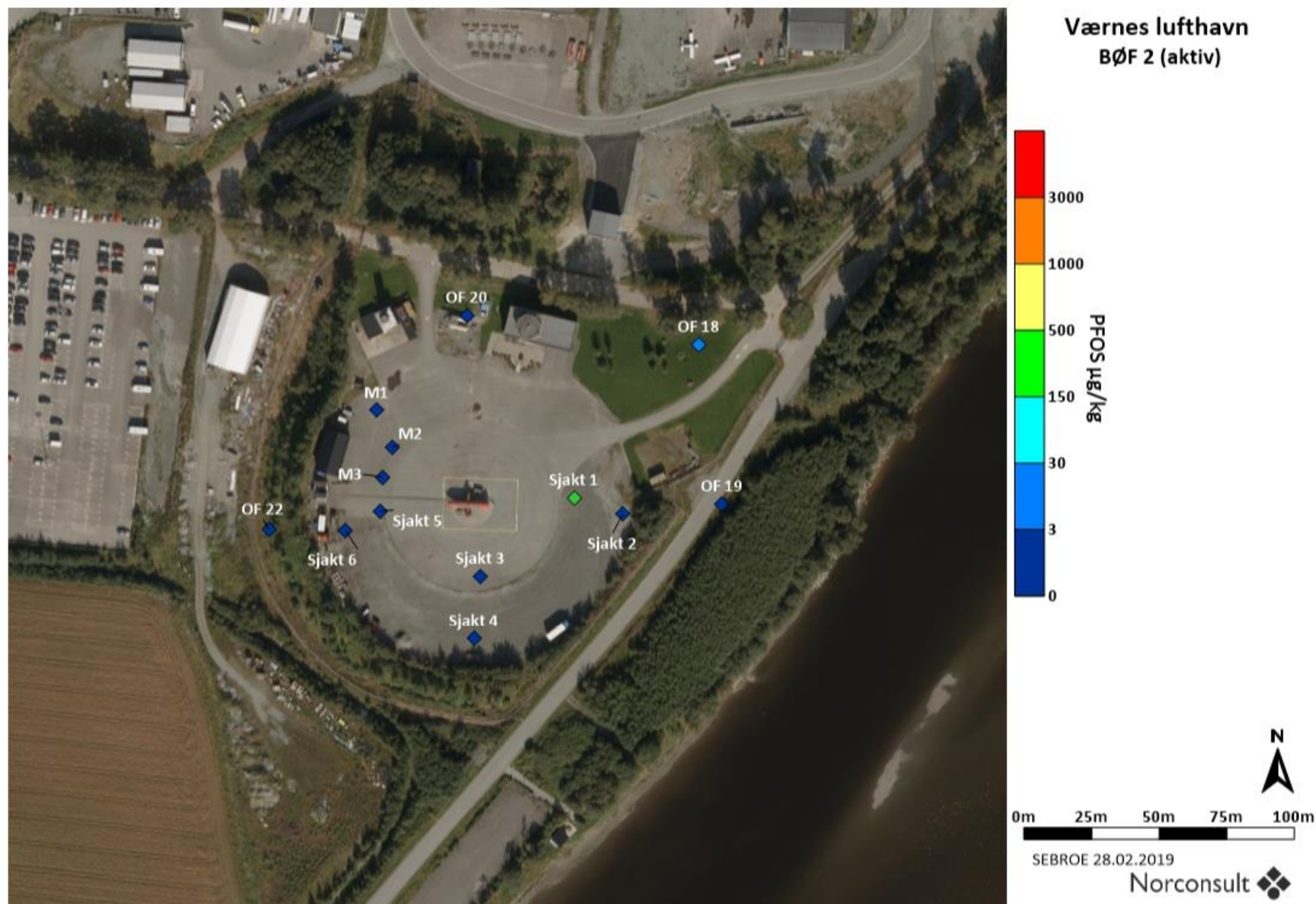
i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense

(tilsv. ikke påvist for ΣPFAS)

AVINOR

Norconsult
SWECO



34.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 2 (aktivt)
	Tatt i bruk i oktober 2006. Det finnes også et eldre brannøvingsfelt, BØF 1, som er Forsvarets eiendom og ansvar og er derfor ikke rapportert her. Det gamle brannøvingsfeltet (BØF 1) på Værnes ble etablert av Forsvaret på Forsvarets eiendom gnr/bnr. 107/1 i ca. 1982. I perioden 2001 til høst 2006 ble feltet driftet av Avinor etter avtale med Forsvaret. Feltet ble nedlagt og tilbakeført Forsvaret i 2006/2007. Forsvaret har vært grunneier til feltet i hele perioden og er det fortsatt.

34.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke beregnet
Kommentar/usikkerhet	Skal ikke ha vært benyttet skum med PFOS som hoved PFAS-komponent, ettersom dette ble faset ut i 2001.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	150
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk av PFAS i perioden 2006-2012. Avinor faset helt ut PFAS holdig brannskum i 2012 og bruker nå kun PFAS fritt brannskum.

34.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	19
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Fire prøver fra 10 cm dyp, seks prøver fra 70 cm dyp, seks prøver fra 300 cm dyp og tre prøver fra 350 cm dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	10
Antall jordprøver under 1 m	9
Kommentar/usikkerhet	Prøver av toppjord er beskrevet som jord/sandig/leirig (10 cm), på 70 cm pukk, og grus på 300 cm dyp.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	198
Hvor	Sjakt 1-2, prøve av pukk på 70 cm.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	198
Hvor	Sjakt 1-2.
Kommentar/usikkerhet	Alle prøvene ved ny BØF er kun analysert for PFOS og PFOA.

34.4 Mengdeberegning

Det er ikke utført beregninger av mengder ved denne lokaliteten.	Lokaliteten har 13 prøvepunkter, og 19 analyserte prøver utenfor plattformen. Det er påvist PFOS i kun to prøver (198 µg/kg i sjakt 1-2 og 14,8 µg/kg i overflateprøve 18).
Kommentar	I risikovurdering for BØF 2 utført i 2016, er det beregnet at det er en restmengde på 1 kg ± 0,5 kg PFOS i grunnen fordelt på et areal på 17 500 ± 4000 m ² , og dybde på 2 ± 0,5 meter.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Det forurensede området er avgrenset mot øst (Sjakt 2 og OF 19), vest (sjakter M1-M3 og Sjakt 5 og 6, OF22), og sør (sjakt 3 og 4), samt OF20 mot nord. Dette gir prøvepunkter i fire retninger som ikke har PFOS detektert. Den ytterste overflateprøven OF18 mot nordøst har imidlertid påvist 14,8 µg/kg PFOS.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Ja. Det er tatt prøver i 9 sjakter, og fire overflateprøver. De i alt 19 prøvene er fra fire ulike dybdenivå ned til 350 cm dyp. Det er kun påvist PFOS i en prøve fra 70 cm, og prøven fra 300 cm i samme sjakt er under deteksjonsgrensen.
Kommentar/usikkerhet	Området er ikke undersøkt eller avgrenset for øvrige PFAS forbindelser.

34.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Grunnvann nordvest for feltet, bekk/grøft V7 nedstrøms aktivt BØF nær utløp til Stjørdalselven, grøftevann og Søndre elveleie, samt oljeutskiller.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	19,1
Hvor	FMB2 (04.11.2011) Miljøbrønn som ligger nordvest for aktiv BØF.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	27,1
Hvor	FMB2 (04.11.2011) Miljøbrønn som ligger nordvest for aktiv BØF.

Kommentar/usikkerhet	Grunnvannets strømningsretning ved BØF 2 forventes å være sørover mot Stjørdalselven. Grunnvannsbrønner som er lokalisert mot nordvest (FMB1-FMB3) antas derfor ikke å være representative for avrenning fra feltet. Prøvene er kun analysert for PFOS og PFOA.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	3,4
Hvor	V7, tatt den 27.09.2011, fra bekk/grøft nedstrøms aktivt BØF nær utløp til Stjørdalselven
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	3,4
Hvor	V7, tatt den 27.09.2011, fra bekk/grøft nedstrøms aktivt BØF nær utløp til Stjørdalselven
Kommentar/usikkerhet	Prøven er kun analysert for PFOS og PFOA. En prøve tatt i mai 2012 fra samme prøvepunkt er analysert for 12 forbindelser, men det er ikke påvist PFAS. Prøver av vann fra oljeutskiller anses ikke være representative for overflatevann i området. Det er tatt fire prøver av vann i oljeutskiller i perioden 2013 til 2014, disse har konsentrasjoner av sum PFAS fra 4720 ng/l til 9380 ng/l hvor hovedandelen består av 6:2 FTS, og deretter PFOS. Dette ledes til spillvannsnett som går til kommunalt renseanlegg. Prøve av utløpsvann rett etter oljeutskiller tatt i 2014 har 9770 ng/l PFAS. Det har ikke vært benyttet PFAS holdig skum ved Avinors lufthavner etter 2012, og oljeutskillere tømmes og rengjøres en gang i året (med mindre de produserer < 1kg olje i løpet av året), evt oftere ved behov.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	ikke beregnet (7)*
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	ikke beregnet (56)*
Til hvilken resipient	Stjørdalselva som går til Stjørdalsfjorden og *vann fra oljeutskiller som går til kommunalt renseanlegg. Det er usikkert hvorvidt spredningsmengden fra oljeutskiller er representativ for dagens situasjon, ettersom Avinor ikke har benyttet PFAS-holdig skum siden 2012.
Beregnet fra vann eller jordkons.	*Vannkonsentrasjon i oljeutskiller

34.6 Biotaprovvetaking

Er det tatt biotaprøver ved lokaliteten?	Ja
Hva for biota?	Meitemark, trepigget stingsild, skrubbe, brakkvannsreke
Hvor mange prøver?	4
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	10
Hvor	Trepigget stingsild, blandprøve av tre individer. Stasjon 3 i Stjørdalselva. Stjørdalselva har avrenning fra både aktiv og gammelt BØF.
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	49,7
Hvor	Meitemark, blandprøve av mer enn 10 individer. Stasjon 2 ved ny BØF. Konsentrasjon av 8:2 FTS (28 µg/kg), 6:2 FTS (9,2 µg/kg) og PFPeA (5,4 µg/kg) er alle høyere enn PFOS (5,1 µg/kg) i denne prøven.

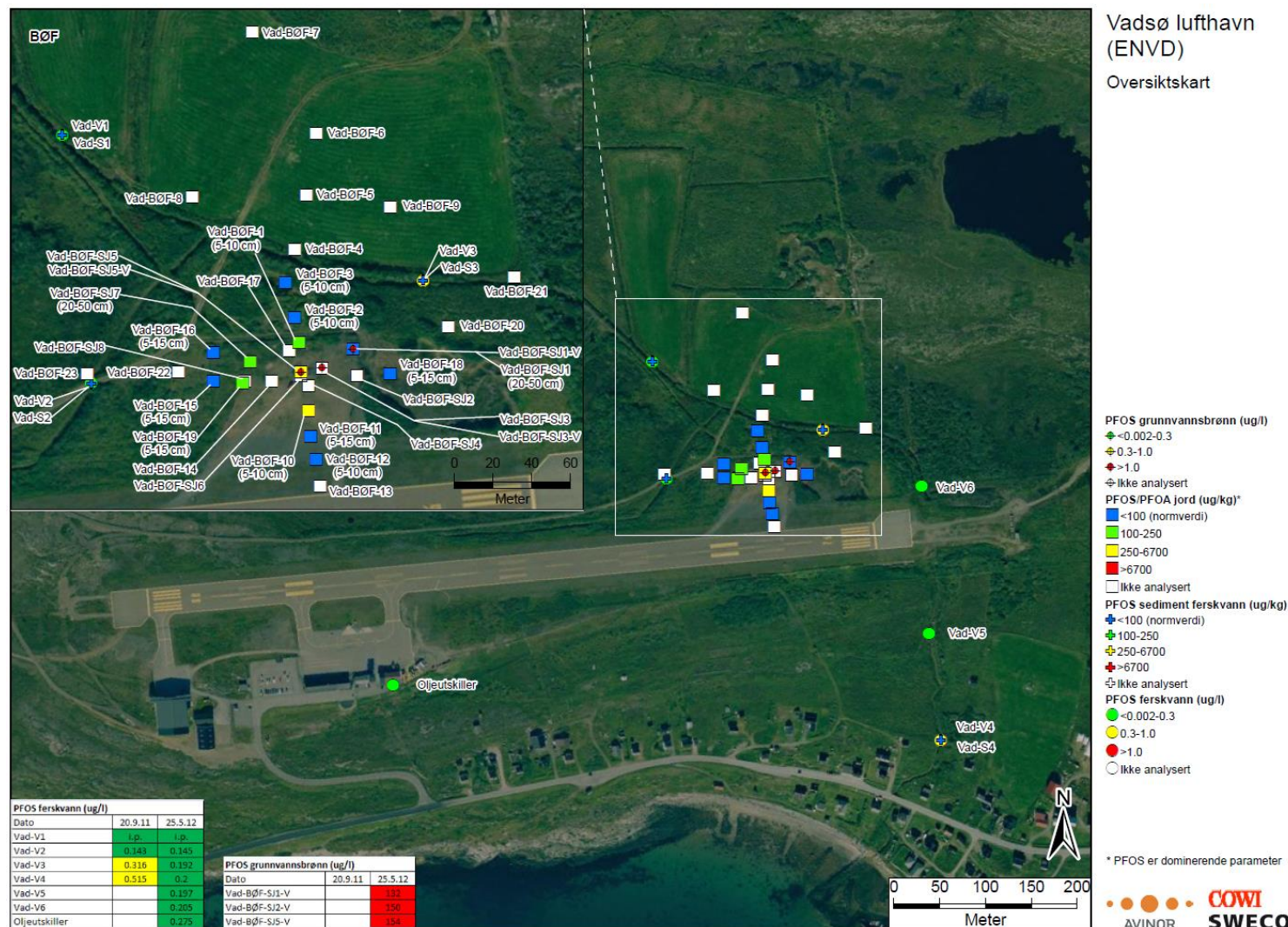
Mediankonsentrasjon (ug/kg vv) i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	62,7
Kommentar/referanse	62,7 er mediankonsentrasjon av PFAS i fem prøver av meitemark fra ulike lokaliteter som enten er bynære, eller kan være påvirket fra aktiviteter som ski, tidligere flyplass, industri og avløpsrensaneanlegg (Slottet, Frognerseteren, Fornebu, Alna og VEAS). Mediankonsentrasjonen av PFOS i de samme prøvene var 26 µg/kg. Hentet fra Miljødirektoratets rapport M-1076 fra 2018, Environmental pollutants in the terrestrial and urban environment 2017.
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

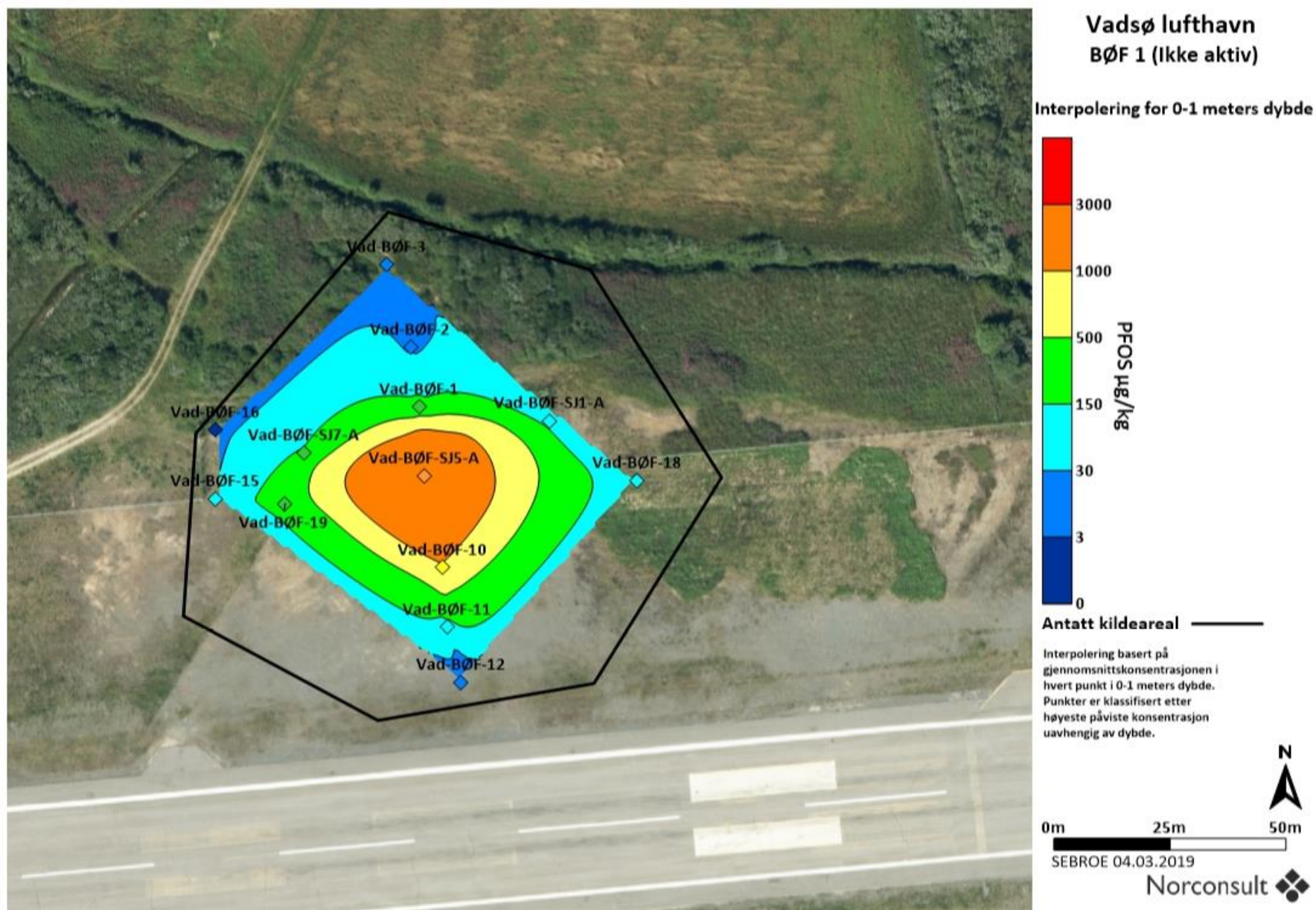
34.7 Usikkerhet og øvrige forhold

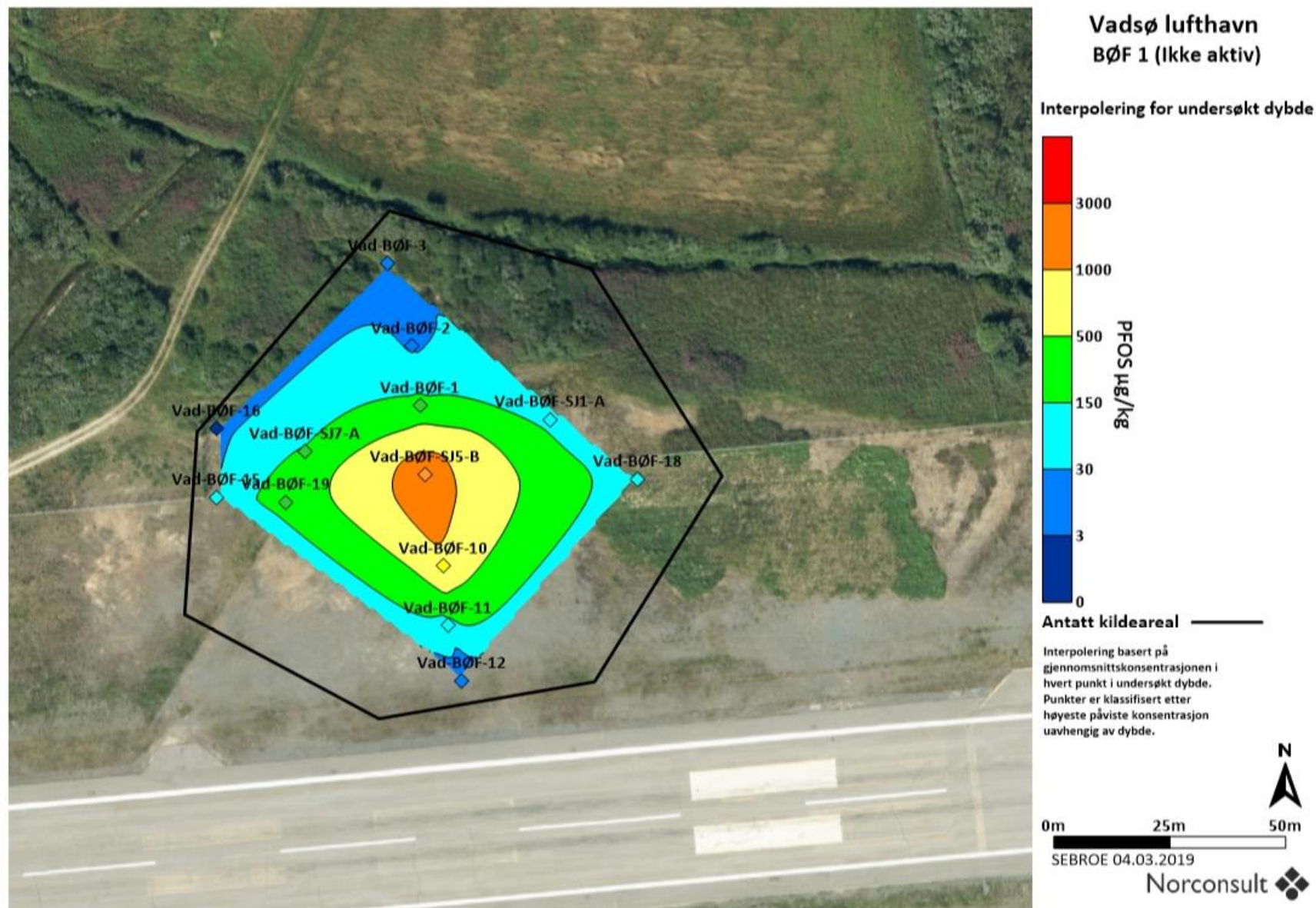
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Det er ikke beregnet mengder PFOS i jorden, ettersom det kun er påvist i to jordprøver. Det er lave konsentrasjoner av PFOS i jord på aktiv BØF, og lave konsentrasjoner av PFOS og PFAS i grøft/bekk (V7) ca 100 meter sørøst for BØF. I meitemark fra BØF er det langt lavere konsentrasjoner av PFOS (5,1 µg/kg) enn ved gammel BØF (2200 µg/kg). Det er imidlertid relativt høye konsentrasjoner av sum PFAS i meitemark (49,7 µg/kg), og spesielt 6:2 FTS og 8:2 FTS som har vært hovedkomponent i skum benyttet i perioden 2001-2012. Også vann i oljeutskiller har høye konsentrasjoner av 6:2 FTS. Det er ikke undersøkt nivå av forurensning av andre PFAS forbindelser i jorden og i grunnvann.
Vurderinger	På feltet er det en sirkel med tett dekke av asfalt som samler opp kjemikalier og overvann (diameter ca. 65 m). Flykroppen er plassert i senter av sirkelen. Det er også en membran med diameter ca. 70 meter under sirkelen, og denne har fall inn mot midten til slukene. Det er antatt, med unntak av ved svært kraftig vind, at alt slukkevann samles opp på området med membran. Avrenningen fra feltet ledes til spillvannsystemet via oljeutskiller, og videre til kommunalt nett. Utenfor sirkelen er det grusdekke. Det kan ses på historiske flyfoto at det er lagt asfalt også nord for plattformen mellom 2009 og 2010. Det har antagelig foregått noe søl utenfor plattform, basert på flyfoto fra 2009 og 2012 på finn.no er det mindre mengder skum utenfor plattformen ved øving.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Ved den gamle flysimulatoren, prøvepunktene OF11, 13, 14 og 16 øst for terminalområdet, gjennomføres det innstilling av strålebildet på brannbilenes kanoner hver dag. Prosessen gjennomføres med vann, men det vil kunne være rester av skum i systemet som følger med vannet ut. Det er kun påvist 13 µg/kg PFOS i en av de fire analyserte overflateprøvene i dette området, resterende prøver er under deteksjonsgrensen. Tidligere ble denne aktiviteten ifølge lufthavnspersonell gjennomført på et område nord for overvåkingsbrønn MB3, vest for flysimulatoren. Her viser grunnvannsprøven svært høye konsentrasjoner av PFOS (25 000 ng/l i en prøve tatt i 2011 og 4000 ng/l i to prøver tatt i 2013)/PFAS (ca 5500 ng/l i prøver fra 2013). I perioden fra 1971 til 1980 ble det også utført brannøvelser i begrenset omfang i dette området. Ved område som tidligere ble benyttet for testing av brannbilenes brannslukningskanoner ble det tatt prøver fra to sjakter, HS1 og HS2. Det ble påvist PFOS i begge sjaktene. I HS1 ble det påvist 159 µg/kg og 256 µg/kg i hhv. 20-70 cm dyp og 200-250 cm dyp. I HS2 ble det påvist 15,8 µg/kg og 61,4 µg/kg ved hhv. 20-70 cm dyp og 200-250 cm dyp. Det ble i tillegg påvist lave konsentrasjoner av to andre PFAS (PFHxS og PFNA). Gammelt BØF forventes også å ha avrenning til Stjørdalselva.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Lokaliteten er godt nok kartlagt med hensyn på PFOS, men det er ikke undersøkt for andre PFAS-forbindelser og feltet er aktivt. Lokaliteten er ikke godt nok kartlagt til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	Lokaliteten har 13 prøvepunkter, og 19 analyserte prøver utenfor plattformen. Det er tatt prøver i fire ulike dybdenivå ned til 350 cm dyp. Det er påvist PFOS i kun to prøver (198 µg/kg i sjakt 1-2 og 14,8 µg/kg i overflateprøve 18). Det er imidlertid kun analysert for PFOS og PFOA, slik at det ikke kan utelukkes forurensning av andre PFAS forbindelser som er benyttet i skummet. I "PFOS-fritt" skum med innhold av PFAS som var benyttet frem til 2012, påvises det vanligvis også PFOS. Meitemark på BØF viser påvirkning av PFAS.
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremønstre, verneområder etc.)	Det er registrert tre verneområder i nærheten av flyplassen, derav to naturreservater i Stjørdalselva (Reppesleiret og Måsøra-Hofstadøra) og ett dyrefredningsområde i Vikanbukta. Innenfor en radius av ca. 1 km rundt flyplassområdet ligger det 22 registrerte naturtyper. Blant disse er det noen som ligger i og ved utløpet av Stjørdalselva og mottar avrenning fra lufthavnsområdet. Dette omfatter blant annet marine tareskogforekomster, strandeng og strandsump og bløtbunnsområder i strandsonen. Det er et mangfold av vadefugl, måker og andefugl som har både rasteområde, beiteområde og yngleområde i tilknytning til områdene rundt lufthavna. Det er registrert flere fuglearter med status i Rødlisten på flyplassområdet og i nærområdet, blant annet tårnseiler, strandsnipe, stær, vipe og brushane (www.naturbase.no, www.artskart.no). Stjørdalselva har anadrom laksefisk, og det er også registrert elvemusling.

35 Vadsø lufthavn







35.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (ikke aktivt)
	Områdeansvarlig opplyser om at brannøvingsfeltet trolig ble tatt i bruk i 1984-1985 og ble mye brukt sent på 80-tallet. Det ble lagt ned i 2007, og dagens brannøvinger foregår på Kirkenes. Den gang BØF var i bruk ble skummet vanligvis blåst mot nordvest, nord og nordøst.

35.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

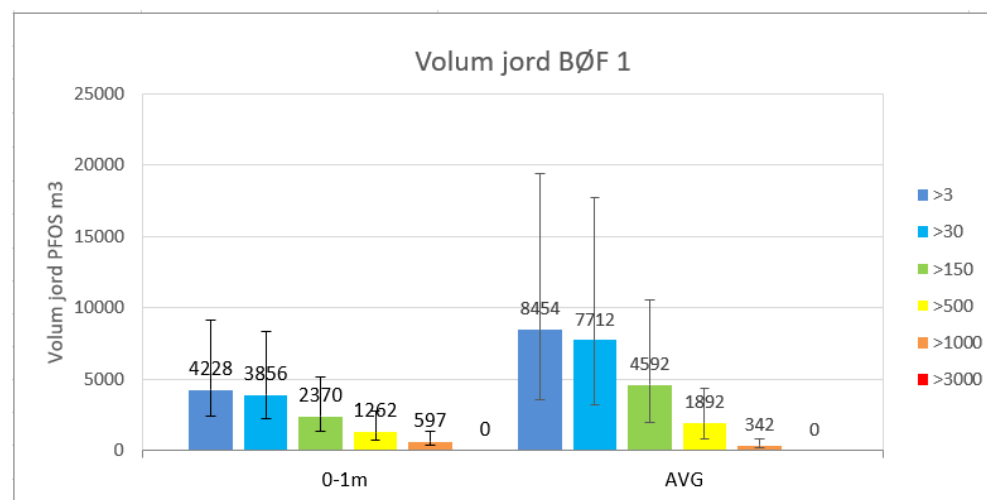
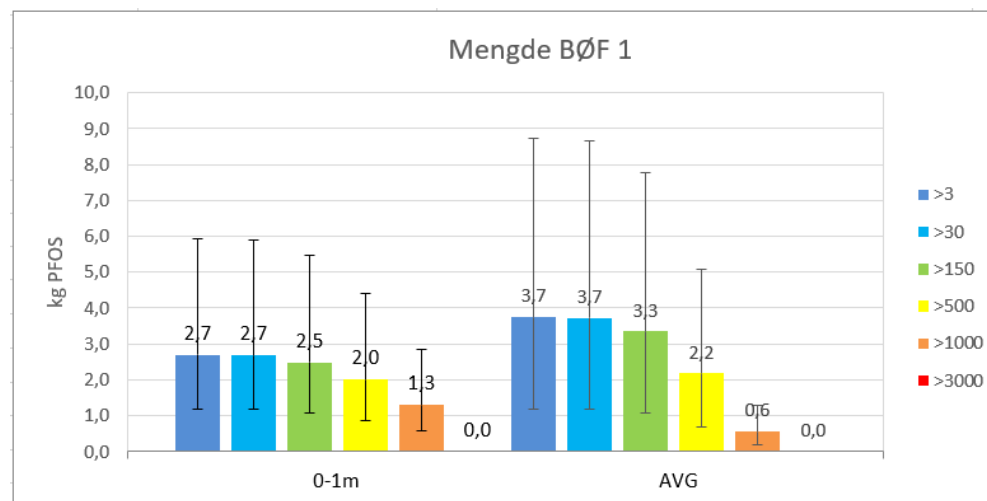
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	Det skal ikke ha vært brukt skum på området i nyere tid (siden 2007).

35.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	14
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	10 av prøvene er tatt i fra mellom 5 til 10 eller 15 cm under terreng. En prøve er fra 150-200 cm dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	13
Antall jordprøver under 1 m	1
Kommentar/usikkerhet	Det er ikke tatt noen prøver av sjiktet 0,5-1,5 m. Dypeste prøve er tatt ned til 2 meter. Massene er oppgitt å hovedsakelig bestå av grus, sand, sandig jord og jord.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	2780
Hvor	Vad-BØF-SJ5-A (20-50 cm). Massene består av grus og sand.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	2796,8
Hvor	Vad-BØF-SJ5-A (20-50 cm). Massene består av grus og sand.
Kommentar/usikkerhet	Prøven (Vad-BØF-SJ5-A) er kun analysert for PFOA og PFOS. Det er usikkert om prøven faktisk er fra 20-50 cm dyp slik som det er oppgitt i DP2 rapportens tabell 2, ettersom det i tabell 4 i rapporten er vist at denne prøven er fra 150-200 cm dyp. I analyserapporten er prøven med høyest konsentrasjon merket med SJ5-A og prøven med lavest konsentrasjon merket med SJ5-B. Fire av jordprøvene som er tatt er analysert for 12 PFAS-forbindelser, det er andre forbindelser enn PFOS tilstede, men PFOS er den dominerende komponenten.

35.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	308
Areal (m2)	4227
Mengde jord (tonn)	13526
Mengde PFOS (kg)	3,7
Usikkerhet -	2,6
Usikkerhet +	5,0
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	335
Areal (m2)	3856
Mengde jord (tonn)	12339
Mengde PFOS (kg)	3,7
Usikkerhet -	2,5
Usikkerhet +	4,9
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	506
Areal (m2)	2296
Mengde jord (tonn)	7347
Mengde PFOS (kg)	3,3
Usikkerhet -	2,3
Usikkerhet +	4,4
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	799
Areal (m2)	946
Mengde jord (tonn)	3027
Mengde PFOS (kg)	2,2
Usikkerhet -	1,5
Usikkerhet +	2,9



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	1130
Areal (m2)	171
Mengde jord (tonn)	547
Mengde PFOS (kg)	0,6
Usikkerhet -	0,4
Usikkerhet +	0,7
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene av mengde	Det er oppgitt ulike tall i DP2 rapporten vedrørende gjenværende mengde PFOS i grunnen, og det er usikkert hvilket tall som er riktig. Det er derfor valgt å ikke rapportere noe tall her.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	I det ene ytterpunktet (Vad-BØF-16) er det ikke påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen. I de øvrige ytterpunktene er det påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen fra 19,5µg/kg - 54,3 µg/kg. Forurensningen er derfor ikke avgrenset horisontalt. Det sterkest forurensede området (med påviste konsentrasjoner mellom 163 og 2780 ug/kg) er tilsynelatende avgrenset.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. Det er kun tatt prøve av massene dypere enn 1 meter i ett punkt. Det er derfor stor usikkerhet knyttet til forurensningsgraden i de dypereliggende massene. Det ene punktet (Vad-BØF-SJ5), hvor det er tatt en prøve av massene mellom 150-200 cm dyp, er det punktet med høyest påvist konsentrasjon. Det er imidlertid usikkert om prøven med høyest konsentrasjon er fra 20-50 cm dyp eller fra 150-200 cm dyp, ettersom det vises til to ulike nivå i tabell 2 og tabell 4 i rapporten. Den andre prøven som er tatt i samme sjakten har en PFOS konsentrasjon på 60,1 ug/kg.
Kommentar/usikkerhet	Grunnvannsnivå er oppgitt å være på 130-140 cm dyp ved BØF. Prøven med lavest konsentrasjon i SJ5 er oppgitt i rapportens tekst i avsnitt 3.1.2.1 å være tatt over vannspeil, noe som kan peke mot at det er den prøven med høyest konsentrasjon som er fra dypereliggende masser. Det er imidlertid høyst usikkert hvilken prøve som kommer fra hvilket nivå. Det antas at forurensningen i jord på BØF har en noe begrenset dybdeutstrekning under grunnvannstand pga. utvasking.

35.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Det er tatt prøver av både overflatevann og grunnvann. Prøver av overflatevann er tatt fra Kibybekken som renner nord for BØF, i retning øst, før den svinger sørover og under rullebanen mot sjø. Prøvene i bekken er tatt oppstrøms BØF, ved BØF og tre prøvepunkter nedstrøms BØF. I tillegg er det tatt en prøve av overflatevann i grøften som ligger vest for BØF, som også renner ut i Kibybekken før prøvepunktet som er ved BØF. Prøver av grunnvann er tatt fra tre grunnvannsbrønner etablert i sjakter på BØF.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	154000
Hvor	Brønn 5 (prøvetatt i 2012)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	213000
Hvor	Brønn 5 (prøvetatt i 2012)
Kommentar/usikkerhet	Brønn 5 er analysert for 12 ulike PFAS-forbindelser. I grunnvannsbrønner etablert i sjakt forventes det en mobilisering av PFAS forbindelser, vannprøvene er imidlertid tatt ett år etter etablering.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	515
Hvor	Vad-V4 (prøvetatt i 2011)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	530
Hvor	Vad-V4 (prøvetatt i 2011)
Kommentar/usikkerhet	Vad-V4 prøvetatt i 2011 er kun analysert for PFOA og PFOS. I prøven fra samme punkt i 2012 er konsentrasjonene lavere (PFOS = 200 ng/l og PFAS = 298 ng/l).
Total årlig spredningsmengde fra lufthavnen PFOS	Det er oppgitt ulike tall to steder i DP2 rapporten (teksten i kap 3.1.3.5 vs tabell 7). Det er usikkert hvilke tall som er riktig. Det er derfor valgt å ikke rapportere noe tall her.
Total årlig spredningsmengde fra lufthavnen PFAS	
Til hvilken resipient	Avrenning av forurenset grunnvann fra det undersøkte området ved BØF vil ha utløp i Kibybekken og derfra videre mot Varangerfjorden.
Beregnet fra vann eller jordkons.	

35.6 Biotaprøvetaking

Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

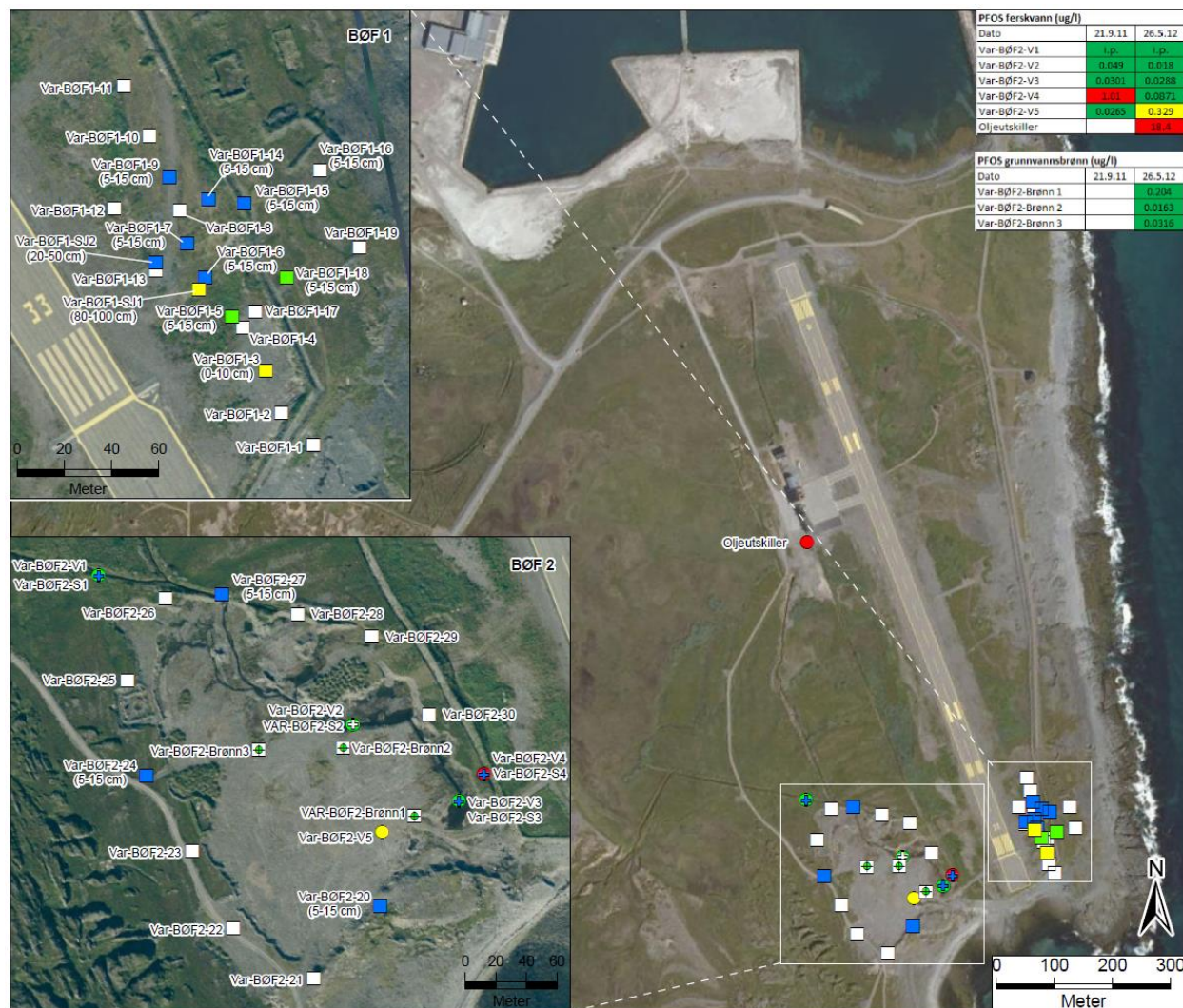
35.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes. Det er kun tatt en jordprøve av dypereliggende masser, og det er meget usikkert om det er prøven med høyest konsentrasjon som er tatt fra 150-200 cm dyp. Det er vist til to ulike nivå for denne prøven i tabell 2 og tabell 4 i DP2 rapporten. Dersom prøven med høyest konsentrasjon er fra dypereliggende masser, øker sannsynligheten for at det generelt kan være høyere konsentrasjoner i dypereliggende masser, ettersom det ikke er tatt prøver dypere enn 0,5 meter i de andre punktene. Mengdene PFOS skulle da vært større enn hva beregningene viser, ettersom gjennomsnittskonsentrasjon i hvert prøvetatte punkt da ville vært høyere. Det er også svært høye konsentrasjoner i grunnvannsprøver, som er prøvetatt ett år etter etablering i sjakt.
Vurderinger	Vannprøvene tatt fra grunnvannsbrønnene er analysert for 12 ulike PFAS forbindelser, mens jordprøvene fra de samme punktene er kun analysert for PFOS/PFOA. Hvis man sammenligner vannprøvene fra grunnvannsbrønnene med jordprøver fra andre prøvepunkt som er analysert for 12 PFAS forbindelser, ser man at PFOS er den dominerende forbindelsen i både vann og jord. Det er 6:2 FTS og andre forbindelser tilstede i både prøver av jord og grunnvann. Konsentrasjoene i grunnvann er høye, og det er usikkert hva konsentrasjonene i dypereliggende masser ved BØF er. Det antas i DP2 rapporten at det er en liten grunnvannsgradient mot nordøst (Kibybekken). Det er derfor mulig at det skjer en spredning av PFOS fra BØF til Kibybekken. I vannprøvene som er tatt i bekken oppstrøms BØF (Vad-V1), og oppstrøms annen påvirkning fra lufthavnen, er det ikke påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen. I prøven av bekkevann tatt ved/nedstrøms BØF (Vad-V3) er det påvist PFOS konsentrasjoner mellom 192 (2012) og 316 ng/l (2011) og PFAS på 285 ng/l (2012). I bekk/grøft vest for BØF (Vad-V2) er det også påvist PFOS, på ca 145 ng/l ved begge målinger, og 388 ng/l PFAS (2012). Vann i denne bekk/grøften kan komme fra lufthavnen forøvrig, ettersom den går langs rullebanens nordside, og deretter svinger nord mot Kibybekken før prøvepunktet som er prøvetatt nedstrøms BØF. Vannprøvene som er tatt i 2011 viser høyere konsentrasjoner enn prøvene som er tatt i 2012.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det står i DP2 rapporten at: Rullebanen er anlagt langs en øst- vestgående rygg der midtlinjen langs rullebanen utgjør vannskille for overflatedrenering. Drenering på nordsiden av rullebanen skjer mot nordøst. Hoved dreneringsmønster (Kibybekken) fører så dette vannet mot Varangerfjorden i sør. Analyseresultatene av overflatevannvann fra Kibybekken i 2011 kan tyde på at det er flere kilder til PFOS forurensning ved Vadsø lufthavn. Dette fordi det ble påvist en høyere konsentrasjon av PFOS i vannprøven Vad-V4 (515 ng/l i 2011), som er tatt i Kibybekken nærmere utløpet til sjø, enn i prøve Vad-V3 ved BØF. Prøvepunkt Vad-V4 ligger ca. 350 meter sørøst for BØF. Det er uvisst hvorvidt overvann fra lufthavnen forøvrig ledes til denne bekken, både via grøft på nordsiden av rullebanen og evt andre steder. I DP2 rapporten er det foreslått at det kan har vært et utilsiktet utslipp eller uregistrert bruk av skum under øvelser på den østlige delen av rullebanen, eller at PFOS-forurensede masser har blitt brukt under utvidelsen av den østlige enden av rullebanen. Alternativt kan det være en annen retning på grunnvannsstrømmen enn antatt, som har ført til høyere konsentrasjoner lengre ned i Kibybekken. Prøvene tatt i 2012 viser ikke det samme mønsteret, i disse prøvene er konsentrasjonene av PFOS i alle prøvepunktene tatt av Kibybekken nedstrøms BØF på ca. 200 ng/l. I 2012 ble det i tillegg tatt en vannprøve ved en oljeutskiller som ligger ved terminalområdet. I denne vannprøven er det påvist PFOS. I tillegg er det påvist høye konsentrasjoner av 6:2 FTS (2470 ng/l) og 8:2 FTS (1060 ng/l) i denne prøven. Årsaken til at det er påvist PFAS forbindelser her er usikker. I mai 2017 ble det utført en miljøteknisk grunnundersøkelse og utarbeidet tiltaksplan i forbindelse med utvidelse av driftsbygget på lufthavnen. Det ble tatt prøver fra fem punkter under denne undersøkelsen. Dette er rett i nærheten av lokaliseringen av den prøvetatte oljeutskilleren. Prøvene fra fire av punktene ble analysert for PFAS forbindelser. Det ble påvist PFAS i samtlige prøver, i konsentrasjoner mellom 11-850 µg/kg. PFOS var den dominerende PFAS forbindelsen i alle prøvene. Det ble søkt Fylkesmannen i Finnmark om tillatelse til å mellomlagre de PFAS-forurensede massene (ca 900 m3 med konsentrasjoner av PFAS mellom 33-850 µg/kg) på det nedlagte brannøvingfeltet. Fylkesmannen ga tillatelse til dette, og massene ble derfor mellomlagret på et tett dekke på det gamle brannøvingfeltet. Massene er er tildekket med en presenning for å skjerme massene mot vind og nedbør.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Nei, lokaliteten er ikke godt nok kartlagt (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1). Det er for stor usikkerhet knyttet til masser i dypereliggende lag. Dersom prøven med høyest konsentrasjon er fra dypereliggende masser, er det sannsynlig at det er høyere konsentrasjoner i jord i dette dybdenivået i flere prøvepunkter, ettersom det ikke er tatt prøver dypere enn 0,5 meter i de andre punktene. I så tilfelle skulle de beregnede mengdene PFOS vært større. Det er heller ikke tatt noen prøver av massene mellom 0,5-1,5 meter.

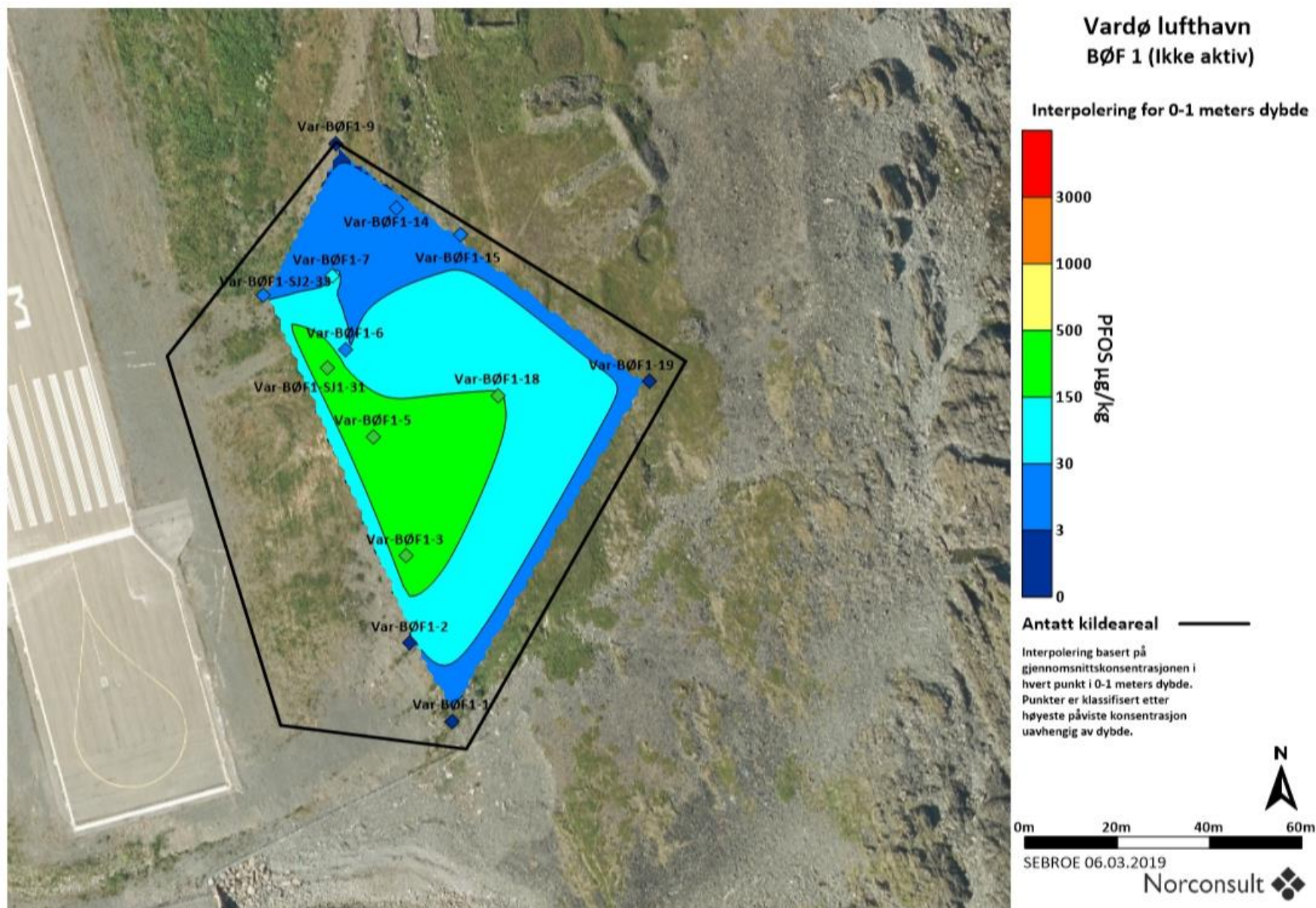
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	I naturbase er det registrert følgende: det er et foreslått verneområde/naturreservat ca 3 km nord for lufthavnen. Det er videre flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse er registrert rundt flyplassen. På og øst for BØF er naturtypen "kalkrike områder i fjellet" registrert. Sør for lufthavnen er det registrert noen kulturminner. BØF grenser mot et område med dyrket mark i nord. BØF ligger omtrent 270 meter nord for et bebyggt område langs E75. Mellom bebyggelsen og BØF ligger det et myrlendt terreng som benyttes som beiteområde. Kibybekken renner tett forbi flere bolighus. Som beskrevet over er PFAS-forurensede masser fra arealet for utvidelse av driftsbygningen mellomlagret ved det nedlagte brannøvingfeltet.
--	--

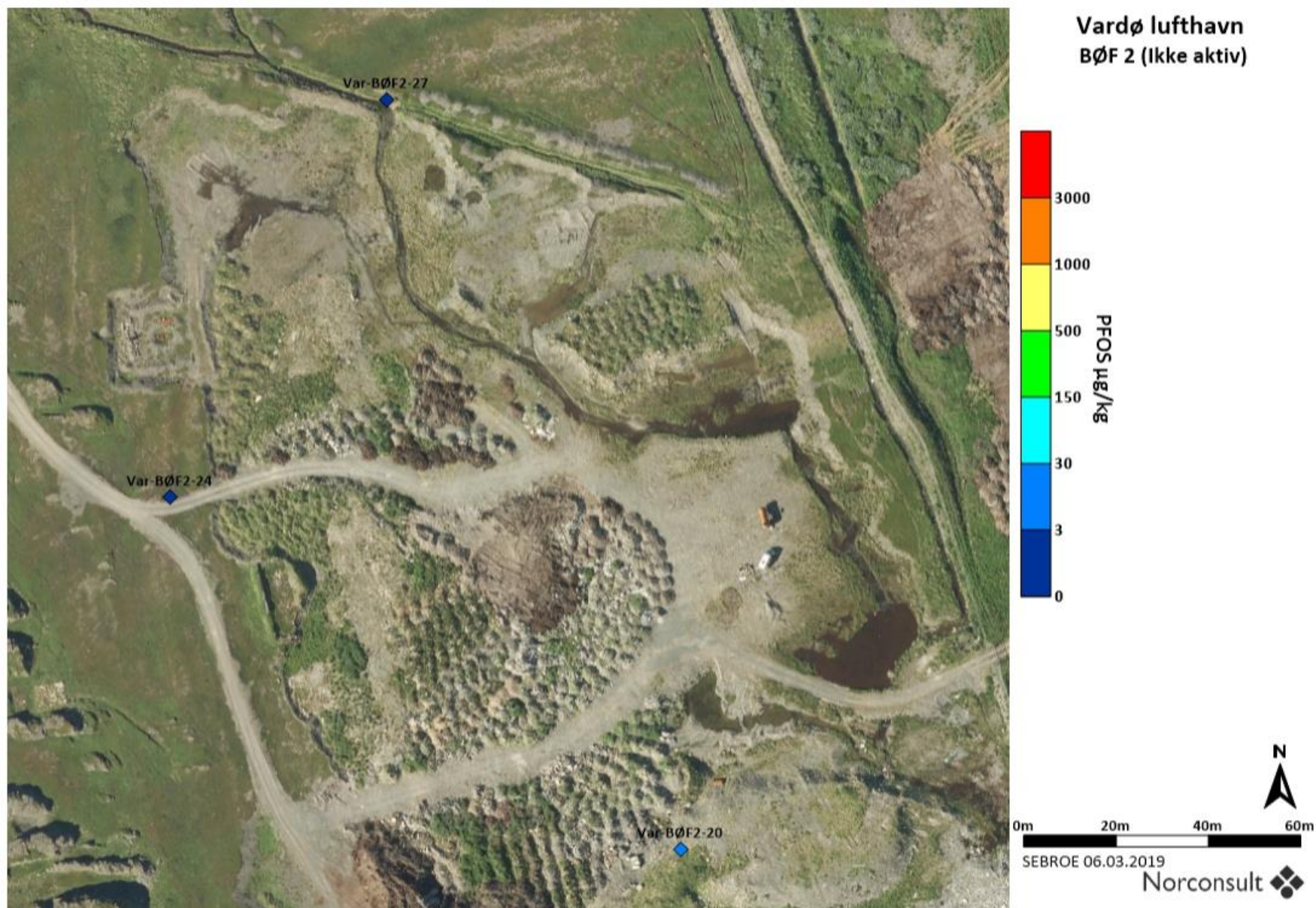
36 Vardø lufthavn, Svartnes



Vardø lufthavn
Svartnes (ENSS)

Oversiktskart inkl.
brannøvsfelt





36.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)	BØF 2 (eldst)
	Rambøll rapporterer at BØF-1 trolig ble tatt i bruk i 1989 og var driftet frem til 1992. Områdeansvarlig opplyser om at området kun ble brukt få ganger.	BØF 2 ligger i et stort grustak sørvest for rullbanen. Det finnes ikke informasjon om når BØF 2 ble tatt i bruk, eller hvor lenge det ble utført øvelser her. Lufthavnen ble etablert under andre verdenskrig, men ble først tatt i bruk som sivil flyplass i 1987. BØF 2 er i DP2 rapporten beskrevet som eldst, men dette stemmer ikke så godt overens med at det er et flyskrog på lokaliteten på flyfoto fra 2012, som ikke var der i 2011.

36.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beskrevet	Ikke oppgitt/beskrevet
Kommentar/usikkerhet		
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beskrevet	Ikke oppgitt/beskrevet
Kommentar/usikkerhet		

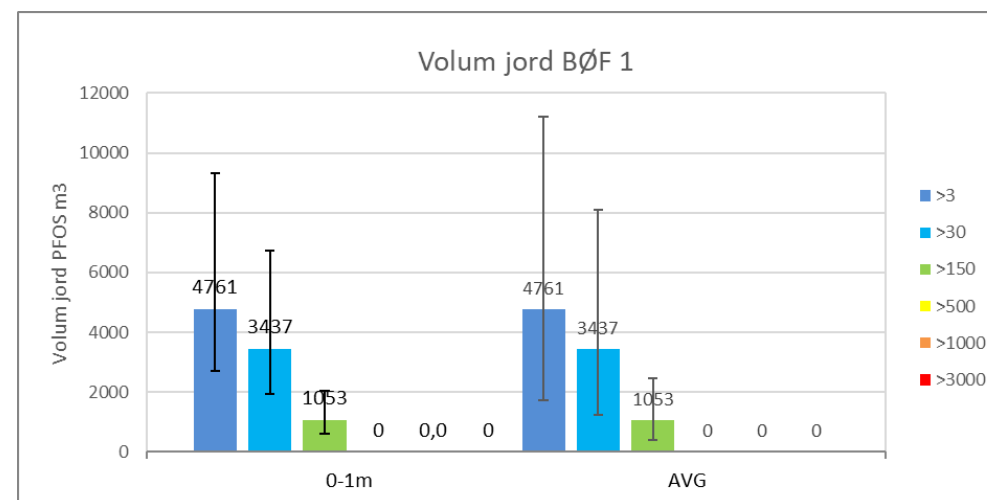
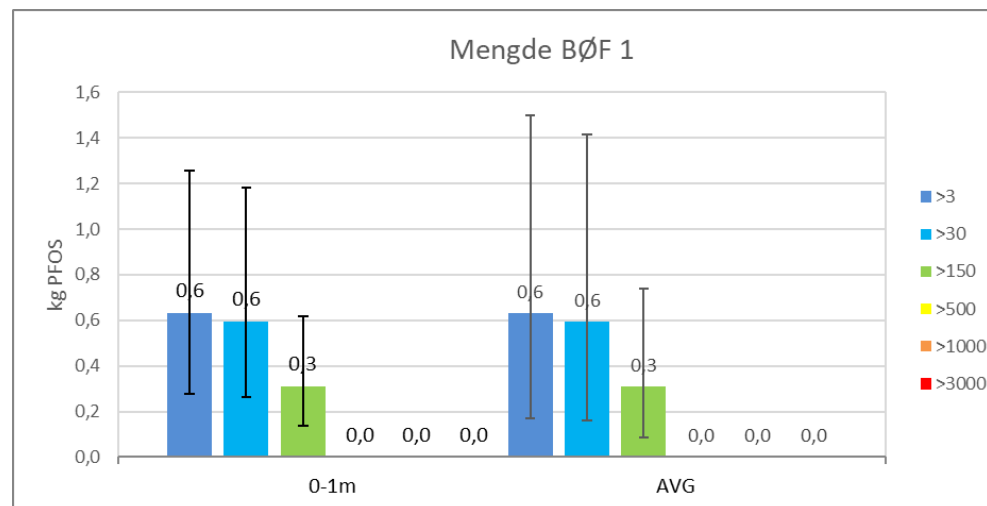
36.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	13	3
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	11 av prøvene er overflateprøver tatt fra sjiktet 0-0,15 m. De to siste prøvene er tatt fra 0,8-1 meter og 0,2-0,5 meter. Det er ikke tatt dypere prøver pga begrenset løsmassetykkelse.	Samtlige av prøvene er tatt fra 5-15 cm dyp.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	13	3
Antall jordprøver under 1 m	0	0
Kommentar/usikkerhet	Massene er oppgitt å bestå av organisk jord, sandholdig grus, skjellsand, fyllmasser, torvjord, sand og stein.	Massene er beskrevet som sandig jordsmonn, sand og gammelt jordsmonn på forvittringslag.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	377	4
Hvor	Var-BØF1-SJ1-31 (0,8-1 m). Massene består av organisk materiale og jord.	Var-BØF2-20 (5-15 cm). Massene består av sandig jord.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	389	4

Hvor	Var-BØF1-SJ1-31 (0,8-1 m). Massene består av organisk materiale og jord.	Var-BØF2-20 (5-15 cm). Massene består av sandig jord
Kommentar/usikkerhet	Prøve Var-BØF1-SJ1-31 er kun analysert for PFOS og PFOA. 3 av de analyserte prøvene er analysert for PFOS, PFOA og 6:2 FTS, resten er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er ikke påvist 6:2 FTS i noen av prøvene. Det er påvist PFOA i 3 av prøvene i konsentrasjoner mellom 3,2-12,4 µg/kg.	De tre jordprøvene er kun analysert for PFOS og PFOA

36.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	92	
Areal (m2)	4761	
Mengde jord (tonn)	7618	
Mengde PFOS (kg)	0,6	
Usikkerhet -	0,5	
Usikkerhet +	0,9	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	120	
Areal (m2)	3437	
Mengde jord (tonn)	5499	
Mengde PFOS (kg)	0,6	
Usikkerhet -	0,4	
Usikkerhet +	0,8	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	205	
Areal (m2)	1053	
Mengde jord (tonn)	1685	
Mengde PFOS (kg)	0,3	
Usikkerhet -	0,2	
Usikkerhet +	0,4	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		
Areal (m2)		
Mengde jord (tonn)		
Mengde PFOS (kg)		
Usikkerhet -		
Usikkerhet +		

Kommentar til beregningene	I DP 2 rapporten er det antatt at det PFOS- forurensede området har et areal på 50*50 meter. Det skrives at det er knyttet stor usikkerhet til dette anslaget. Mektigheten på de forurensede massene anslås til 1 meter. Med en gjennomsnittskonsentrasjon på 80 µg/kg og en egenvekt på 1,6 tonn/m³, gir dette en gjenværende mengde av PFOS på 0,32 kg (det er oppgitt ulike tall i tabell 3 og tekst i DP2 rapporten, det er her tallene i tabellen som er brukt). I beregningen fra 2019 er det beregnet at det ligger igjen 0,6 kg PFOS i det undersøkte området ved BØF 1. Det undersøkte arelet er på ca 4800 m². Positiv usikkerhet for mengden PFOS (innenfor det antatte kildeområdet på ca 9100 m²) er beregnet til 1,5 kg.	I DP 2 rapporten er det antatt at det forurensede området strekker seg over et areal på 50*50 meter, men det beskrives at det egentlig ikke er mulig å fastslå arealet til det forurensede området. Mektigheten på de forurensede massene anslås til 1 meter. Med en gjennomsnittskonsentrasjon på 3,1 µg/kg og en egenvekt på 1,6 tonn/m³, gir dette en gjenværende mengde av PFOS på 12,4 g. Det er ikke gjort noen nye mengdeberegninger grunnet at det kun er tatt 3 jordprøver ved lokaliteten.
-----------------------------------	---	---

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Det er ikke påvist PFOS i konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i ytterpunktene mot sør (Var-BØF1-1 og 1-2), mot øst (Var-BØF1-19) eller mot nord (Var-BØF1-9). Forurensningen ved BØF 1 ut til å være ganske godt avgrenset i alle retninger unntatt mot vest. Det er imidlertid beskrevet i rapporten at det er usikkerhet knyttet til eksakt plassering av BØF 1.	Kan ikke vurderes i og med at det kun er tatt tre jordprøver. I tillegg er det usikkert om disse jordprøvene er plassert i området hvor brannøvelsene ble utført (prøvepunktene er plassert i utkanten av grustaket). Flyfoto fra 2012 viser at de ikke er tatt i nærheten av der det står et øvelsesflyskrog.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Det er hovedsakelig tatt overflateprøver ved BØF 1, med unntak av i to punkter som er tatt ned til 0,5 og 1 meter. I den dypeste prøven som er fra 0,8-1 meters dyp er den høyeste konsentrasjonen påvist (377 ug/kg). Det er tatt lite prøver i masser dypere enn 0,15 meter, og forurensningen er derfor ikke avgrenset vertikalt.	Det er kun tatt overflateprøver ved BØF 2. Det er ingen informasjon om forurensningsgraden til de dypere liggende massene.
Kommentar/usikkerhet	Det er beskrevet at det er begrenset løsmassetykkelse, og varierende mektighet til fjell i området. BØF ligger ca 6 moh. Det er sjø ca 100 meter sør for BØF.	

36.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Nei	Ja
Hvor		I bekk og i tre brønner ved BØF
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)		204
Hvor		Brønn 1 prøvetatt den 26.5.12
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)		308
Hvor		Brønn 1 prøvetatt den 26.5.12
Kommentar/usikkerhet		I tillegg til PFOS er det påvist 8 ng/l 6:2 FTS i prøven.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)		1 010
Hvor		Var-BØF2-V4 (21.09.2011)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)		18 100
Hvor		Var-BØF2-V2 (26.05.2012)
Kommentar/usikkerhet		Det er usikkert hvilke PFAS-forbindelser som dominerer i prøve Var-BØF2-V2 (26.5.12), i og med at analyserapporten for vannprøver fra 2012 ikke er tilgjengelig i DP2 rapporten. Punktene hvor det er tatt prøver av overflatevann er prøvetatt 2 ganger (21.9.11 og 26.5.12). Prøvene tatt i 2011 er analysert for PFOS og PFOA. Prøvene som er tatt i 2012 er analysert for 6:2 FTS i tillegg. Det er også tatt en vannprøve av en oljeutskiller som er plassert ved den sørlige enden av terminalområdet. Her ble det påvist en konsentrasjon av PFOS (18 400 ng/l), 6:2 FTS (23 100 ng/l) og PFAS (55 100 ng/l).
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	0,02-2,5	0,4
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet	8,5
Til hvilken resipient	Skinnstakkvika/Barentshavet	Skinnstakkvika/Barentshavet
Beregnet fra vann eller jordkons.	Beregnet grunnvannskonsentrasjon basert på gjennomsnittlig jordkonsentrasjon og en Kd på 10.	Vannkonsentrasjon, gjennomsnitt at alle vannanalyser fra feltet.

36.6 Biotaprøvetaking

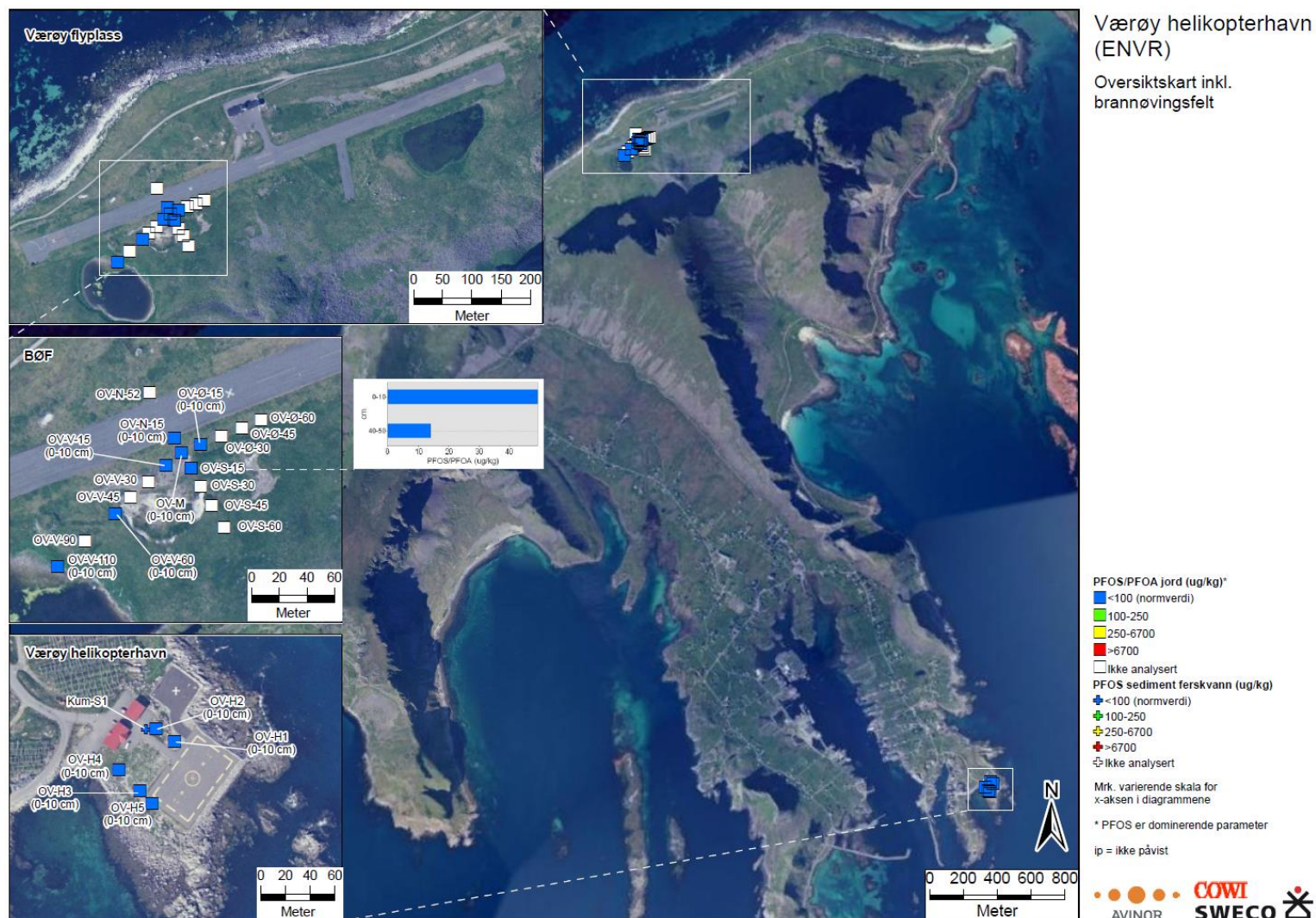
Biotaprøvetaking		
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei	Nei
Hva for biota?		
Hvor mange prøver?		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)		
Kommentar/referanse		
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.		

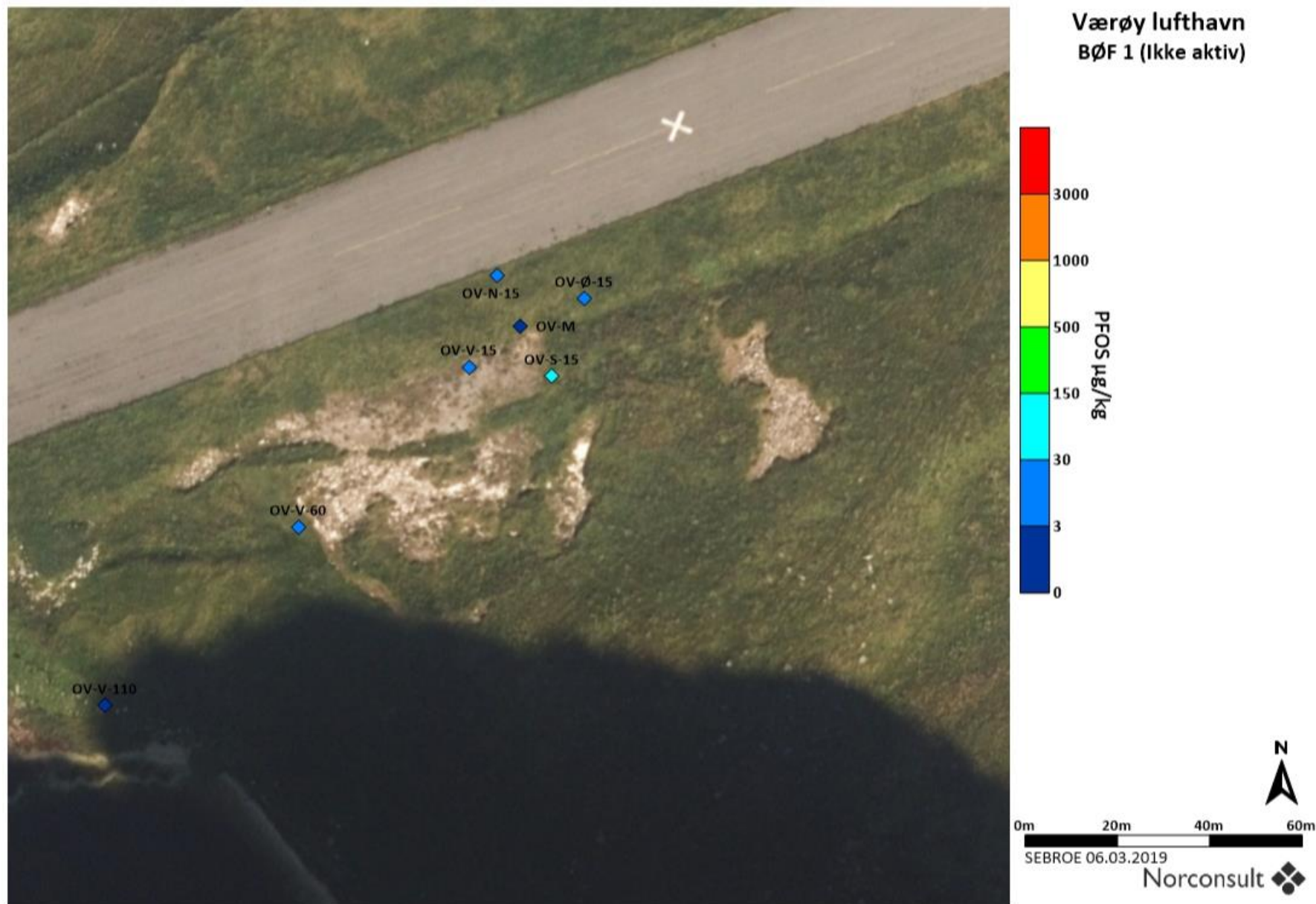
36.7 Usikkerhet og øvrige forhold

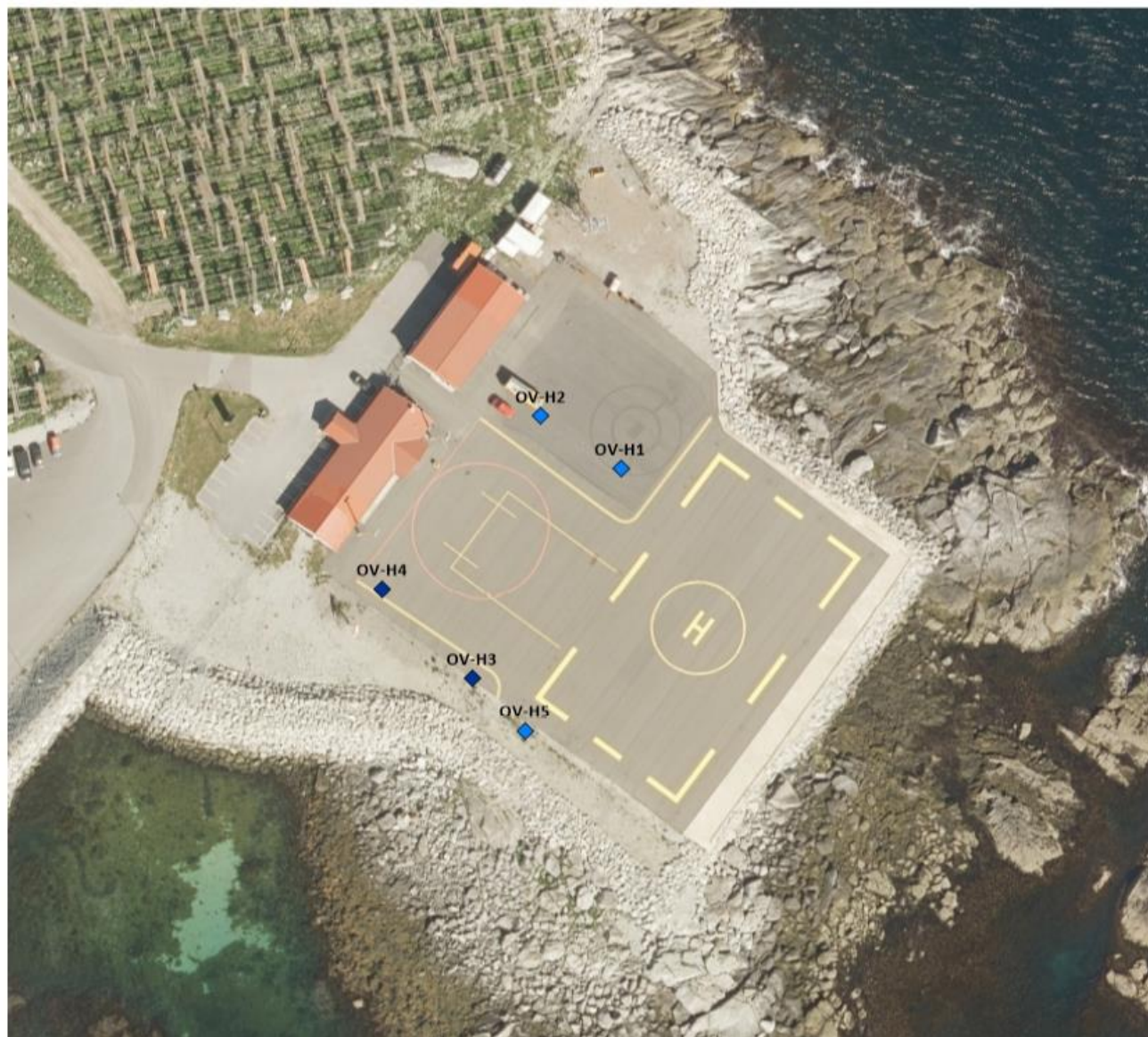
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes da det ikke er tatt vannprøver eller biotaprøver ved lokaliteten.	Kan ikke vurderes i og med at det ikke er utført mengdeberegning for denne lokaliteten.
Vurderinger	Det er påvist enkelte (fire prøver) høye konsentrasjoner med PFOS. Resten av prøvene har lave konsentrasjoner (mindre enn 33 ug/kg). Det er usikkert hvordan forurensningsgraden er i masser dypere enn 0,15 meter. Løsmassegeologien består av permeable marinstrandavsetninger som i hovedsak består av grus og grov sand. Det er begrenset tykkelse på løsmassene, BØF ligger ca 6 moh. Grunnvannsnivå antas å være omlag samme nivå (på ca 0,3-0,7 meter) som ved BØF2, som ligger i samme området, men på andre siden av rullebanen. Feltet har ikke vært benyttet siden 1992, og det skal ha vært benyttet få ganger. Dette forventes derfor at det er begrensede mengder PFOS i grunnen på denne lokaliteten slik som beregningene viser.	Det er påvist veldig lave konsentrasjoner av PFOS i de tre jordprøvene som er tatt ved lokaliteten (under 4 ug/kg). Dette stemmer ikke overens med resultatene fra vannprøvene hvor det i enkelte av prøvene (Var-BØF-V4 og V5) er påvist ganske høye konsentrasjoner av PFOS (mellom 300 og 1010 ng/l). I prøve Var-BØF2-V2 (26.5.12) er det påvist lave konsentrasjoner av PFOS (under 50 ng/l), men høy konsentrasjon av sum PFAS (18 100 ng/l). Det er usikkert hvilken/hvilke PFAS-forbindelser det er påvist mest av i denne prøven (analyserapport er ikke tilgjengelig). Det er også påvist 18 400 ng/l PFOS, 23 100 ng/l 6:2 FTS og 55 100 ng/l PFAS i en vannprøve fra en oljeutskiller ved terminalområdet. Prøvepunkt V2 er ved BØF 2, i en bekk som renner fra området ved oljeutskilleren og mot BØF. Det er høye konsentrasjoner av sum PFAS i begge prøvene, og det er mulig at forurensningen kommer fra området ved oljeutskilleren, eller at vann fra oljeutskiller ledes til bekken. Det er i tabell 7 i DP2 rapporten oppgitt at det ikke er påvist 6:2 FTS i vann fra V2 slik som i vann fra oljeutskiller. Dette kan ikke verifiseres om stemmer ettersom analysevedlegg ikke er vedlagt. Det er beskrevet et område (BØF 3) hvor det er gjennomført brannøvelser ved terminalområdet (nord for driftsbygget). Det er mulig at det er spredning til denne bekken også fra dette området, ettersom bekken renner rett vet for terminalområdet. Det er ikke tatt jordprøver ved BØF 3. Prøvepunkt V3 noe lenger nedstrøms V2, før bekken går i rør under en liten vei, har lave konsentrasjoner av PFOS og PFAS (under 35 ng/l). Det er påvist PFOS med 204 ng/l, 6:2 FTS med 8 ng/l og 308 ng/l PFAS i prøven av grunnvann fra brønn 1 som ligger nederst i grustaket. Denne brønnen er rett nedstrøms lokaliseringen av flyskrog på flyfoto fra 2012. Prøvepunkt V4 er i enden av rullebanen, i stillestående vann i en grøft som går langs rullebanen øst for BØF. Det er opplyst om at skumbilene testes i enden av rullebanen. Det skal brukes kun vann under testingen av utstyr, men utilsiktet søl av brannskum kan forekomme ved disse øvelsene Det er også tatt tre sedimentprøver i grøftene ved samme punkter som V2, V3 og V4. I V2 er det ikke påvist PFOS, men i punktene V3 og V4 er det påvist PFOS mellom 50 og 90 ug/kg.

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Prøver av vann fra oljeutskilleren og vann ved punkt V2 i bekken nedstrøms terminalområdet tyder på andre mulige kilder. Det er gjennomført øvelser på et område ved nordvestre hjørne på aggregathuset som er nord for driftsbygget (dette var ikke oppfattet som BØF av områdeansvarlig og det er uavklart om det er brukt skum på området, men er omtalt som BØF 3 i DP 2 rapporten). Ved BØF 3 er det utført tester med skumbil, men ikke til varmeøvelser. Under testene med skumbil ble det kun benyttet vann. Det er tidligere gjort undersøkelser ved BØF 3 av Rambøll. Det ble ikke påvist PFOS i jordmassene ved disse undersøkelsene. Skumbilene testes ved endene av rullebanen. Det brukes kun vann under testingen av utstyr, men utilsiktet søl av brannskum kan forekomme ved disse øvelsene. Prøver fra stillestående vann i grøft ved enden av rullebanen (V4) har relativt høyt innhold av PFOS (1010 ng/l).	Se beskrivelse under BØF 1
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Nei, det er ikke tatt nok jordprøver. Lokaliteten er ikke godt nok kartlagt til å vurderes i prioriteringsrekkefølgen (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	Nøyaktig plassering av lokaliteten er ikke kjent. Området kan ha vært gravd opp og planert i forbindelse med omlegging av gjerdet og også trolig i forbindelse med S&L prosjektet.	Eksakt lokalisering og øvelsesretning er ukjent.
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsforekomster, verneområder etc.)	Det er påvist flere arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse på lufthavnsområdet (planter og fugler). Like øst for rullebanen er det registrert et område med naturtypen "kalkrike områder i fjellet". Det er også registrert en del kulturminner i området rundt lufthavnen.	

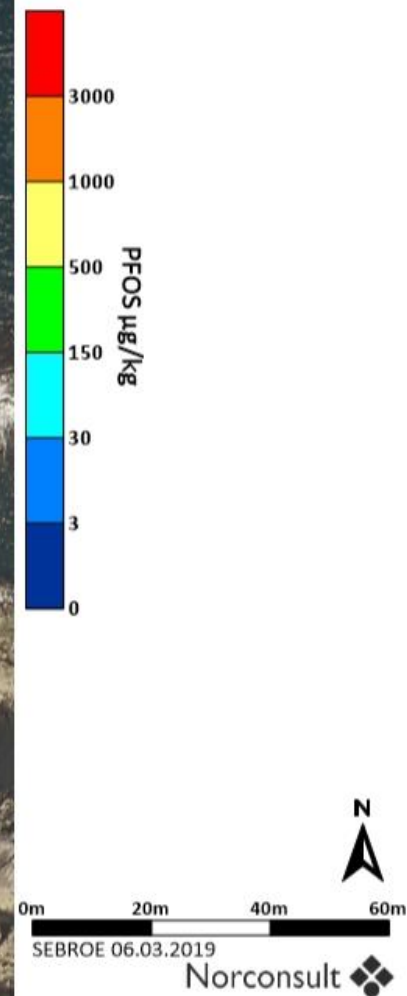
37 Værøy lufthavn/ Værøy helikopterhavn







Værøy helikopterhavn



37.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (ikke aktivt)	Ved terminalområdet
	Værøy lufthavn ble åpnet i 1986, men ble stengt for offentlig trafikk i 1990 etter en flyulykke. Det er registrert ett gammelt brannøvingsfelt ved Værøy lufthavn. Dette var kun i bruk av Avinor fra flyplassen ble åpnet i 1986 til den ble nedlagt i 1990.	Værøy helikopterhavn som ligger på den andre siden av Værøy, mot sør, brukes for den offentlige trafikken i dag (som foregår med helikopter). Det er ikke etablert brannøvingsfelt ved Værøy helikopterhavn. Varme øvelser utføres ved Trondheim lufthavn, Værnes. Funksjonstest av brannbil utføres på forskjellige steder på helikopterhavna fra gang til gang.

37.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	BØF er kun benyttet over ca fire år når lufthavnen var i drift, og det er derfor forventet at det er benyttet små mengder skum totalt på denne lokaliteten.	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet		

37.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	8	5
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	7 av de 8 prøvene er tatt fra 0-0,1 m. En prøve er tatt fra 0,4-0,5 m.	Overflateprøver.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	8	5
Antall jordprøver under 1 m	0	0
Kommentar/usikkerhet	Massene er beskrevet som sand eller sandig jord.	
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	49,5	14,3
Hvor	OV-S-15-6 (0-0,1 m). Massene består av sand	H1 - massetype ikke oppgitt
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	49,5	14,3
Hvor	OV-S-15-6 (0-0,1 m). Massene består av sand	H1 - massetype ikke oppgitt
Kommentar/usikkerhet	Samtlige prøver er kun analysert for PFOA og PFOS. Det er ikke påvist PFOA i noen av prøvene.	Det er kun oppgitt konsentrasjoner av PFOS i rapporten, analysevedlegg er ikke med, så det er ukjent om det er analysert for flere forbindelser.

37.4 Mengdeberegning

Det er ikke beregnet mengder for noen av disse lokalitetene.	BØF 1 (ikke aktivt)	Ved terminalområdet
Kommentar	I DP2 rapporten er det antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 60x60 meter. Det er antatt at mektigheten på de forurensede massene er 0,5 meter, og at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i massene er på 17 µg/kg. Ut ifra dette er det beregnet at det ligger igjen omtrent 0,05 kg PFOS ved BØF.	Det er ikke tidligere beregnet mengder PFOS i grunnen på Værøy helikopterhavn.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei, selv om det er påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS over hele BØF, er det kun i ytterpunkt mot sørvest hvor det ikke er påvist PFOS over deteksjonsgrensen (OV-V-110, som er en sedimentprøve fra Sandtjønna). I resten av ytterpunktene er det påvist PFOS i konsentrasjoner mellom 5,4-49,5 µg/kg. Senter av BØF er antatt å være ved OV-S-15 hvor det ble observert en bål plass, og denne jordprøven hadde den høyeste PFOS konsentrasjonen.	Nei. Det er ikke beskrevet et konkret område med mistanke om forurensning av PFAS på Værøy helikopterhavn. Prøvetakingen er derfor utført i noen få punkter tilsynelatende kun for å få en indikasjon på om grunnen er forurenset av PFAS etter for eksempel funksjonstest av brannbil. Prøvetakingen påviser PFOS i tre av fem prøver, og i lave konsentrasjoner.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei, forurensningen er ikke avgrenset vertikalt. Det er kun tatt overflateprøver ved BØF, med unntak av ett punkt hvor det er tatt en prøve av massene fra 0,4-0,5 m. I denne prøven er det påvist en PFOS konsentrasjon på 14 ug/kg. Hvor dypt forurensningen strekker seg er derfor usikkert. Det er oppgitt at det er relativt permeable masser (sand) i området.	Nei. Det er ikke tatt prøver av dypere liggende masser, kun av overflatemasser.
Kommentar/usikkerhet	BØF er kun benyttet over ca fire år når lufthavnen var i drift, og det er derfor forventet at det er benyttet små mengder skum totalt på denne lokaliteten.	Værøy helikopterhavn ligger helt i sjøkanten, og det er bart fjell rundt. Det antas å være tynt løsmassedekke.

37.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Nei	Nei
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)		
Hvor		
Kommentar/usikkerhet		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)		
Hvor		
Kommentar/usikkerhet		
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	Ikke beregnet, det antas i DP2 rapporten at det ikke er noen stoffutslipp av miljømessig betydning.	Ikke beregnet
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Avrenningen er forventet å gå mot havet i nordvest, og/eller mot Sandtjønna som ligger mot sørvest. Det ble ikke påvist PFOS i sedimentprøve (OV-V-110) som ble tatt av Sandtjønna.	Håkjerringvika mot sørvest, Røssnesvågen mot øst.
Beregnet fra vann eller jordkons.		

37.6 Biotaprøvetaking

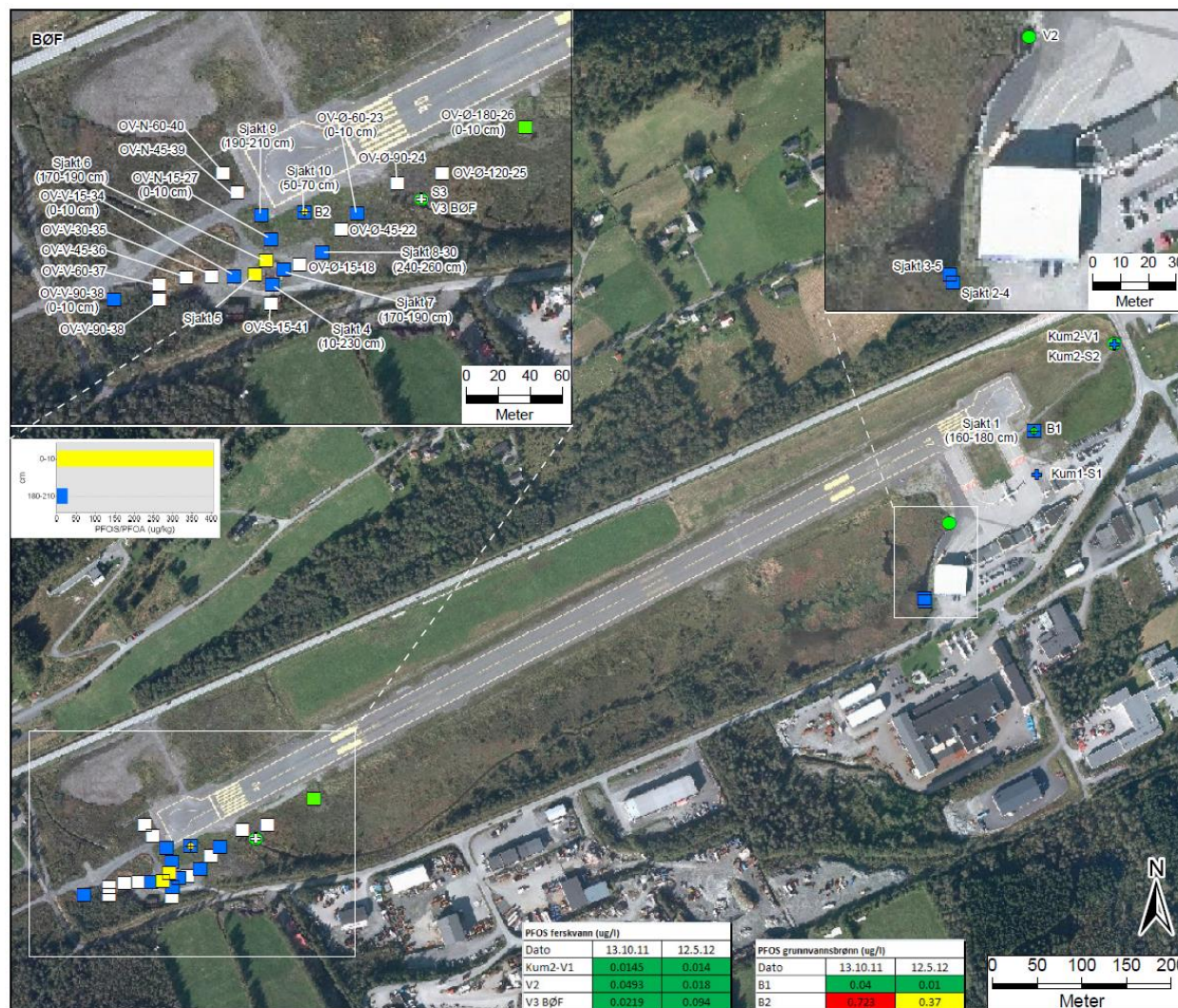
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei	Nei
Hva for biota?		
Hvor mange prøver?		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)		
Hvor		
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)		
Kommentar/referanse		
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.		

37.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes. Det er ikke beregnet mengder PFOS igjen i grunnen på denne lokaliteten, ettersom det kun er en jordprøve som har PFOS over 20 ug/kg. Det er ikke tatt prøver av vann eller biota.	Kan ikke vurderes ettersom det ikke er beregnet mengder PFOS i grunnen på denne lokaliteten, eller tatt prøver av vann eller biota.
Vurderinger		
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er ikke oppgitt at det er ytterligere kilder til PFOS på lokaliteten, eller på lufthavnen for øvrig, men det kan ikke utelukkes.	
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Lokaliteten anses som godt nok undersøkt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen, men vil ikke prioriteres for tiltak ut ifra et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).	Det er ikke beskrevet et konkret område med mistanke om forurensning av PFAS på Værøy helikopterhavn. Prøvetakingen påviser PFOS i tre av fem prøver, og i lave konsentrasjoner (<15 ug/kg). Det antas å være tynt løsmassedekke, og det er sannsynlig at det er lave mengder i jorden. Lokaliteten vil ikke prioriteres for tiltak ut ifra et kost/nytte perspektiv (ref. denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.1.6 og kap. 2.1.3.1).
Kommentar/usikkerhet	Det er påvist lave konsentrasjoner av PFOS ved Værøy lufthavn. Det er påvist PFOS i 6 av 8 prøver i konsentrasjoner mellom 5,4-49,5 µg/kg. I de to resterende prøvene er det ikke påvist PFOS. Kun en prøve viser konsentrasjon over 20 µg/kg. De lave konsentrasjonene av PFOS skyldes trolig at flyplassen kun var i drift i ca fire år, og at det var over 20 år siden rutetrafikken ble lagt ned da undersøkelsen ble utført. Værøy lufthavn ligger værhardt til, og det er sandige og permeable masser på BØF, noe som kan ha bidratt til utvasking av PFOS fra jordsmonnet. Det forventes ikke å være store uavdekkede mengder PFOS i jord ved denne lokaliteten. Det var ingen synlige installasjoner ved BØF, men det ble funnet rester av et "bålområde" med brent metall i området. Avgrensningen av BØF var derfor ikke helt klart definert.	

Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Fra naturbase: Det er registrert to verneområder/naturreservat ca 3 km unna lufthavnen; på Hundholmen som ligger øst for Værøy, samt på Værøys sørvestre del. Det er også flere områder med arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse ved Værøy lufthavn, samt i havområdet utenfor lufthavnen. Naturtypene sand- og grusstrand, sanddyne og dammer ligger rett ved lufthavnen. Området rundt lufthavnen er i tillegg registrert som et viktig friluftslivsområde; "Nordlandshagen". Det er også registrert noen kulturminner rundt lufthavnen. Det er påvist tilstandsklasse 3 for THC i det prøvepunktet (OV-S-15) som antas å være i senter av BØF.	Fra naturbase: Det er registrert to verneområder/naturreservat ca 2 km unna helikopterhavna; på Hundholmen som ligger øst for Værøy, samt på Værøys sørvestre del. Det er også registrert arter av stor og særlig stor forvaltningsinteresse ved Værøy helikopterhavn, samt i havområdet utenfor. Naturtypen skjellsand er registrert i sjøen rett utenfor helikopterhavnen. Det er i tillegg registrert et svært viktige friluftslivsområder i sjøen mot øst, Skjersvika, samt en molo og et fyr mot sør og vest.
--	---	---

38 Ørsta/Volda lufthavn, Hovden



Ørsta/Volda lufthavn
Hovden (ENOV)

Oversiktskart inkl.
brannøvsfelt

PFOS grunnvannsbrønn (ug/l)

• <0.002-0.3

• 0.3-1.0

• >1.0

• Ikke analysert

PFOS/PPFA jord (ug/kg)*

• <100 (normverdi)

• 100-250

• 250-6700

• >6700

• Ikke analysert

PFOS sediment ferskvann (ug/kg)

• <100 (normverdi)

• 100-250

• 250-6700

• >6700

• Ikke analysert

PFOS ferskvann (ug/l)

• <0.002-0.3

• 0.3-1.0

• >1.0

• Ikke analysert

Mrk. varierende skala for

x-aksen i diagrammene

* PFOS er dominerende parameter

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

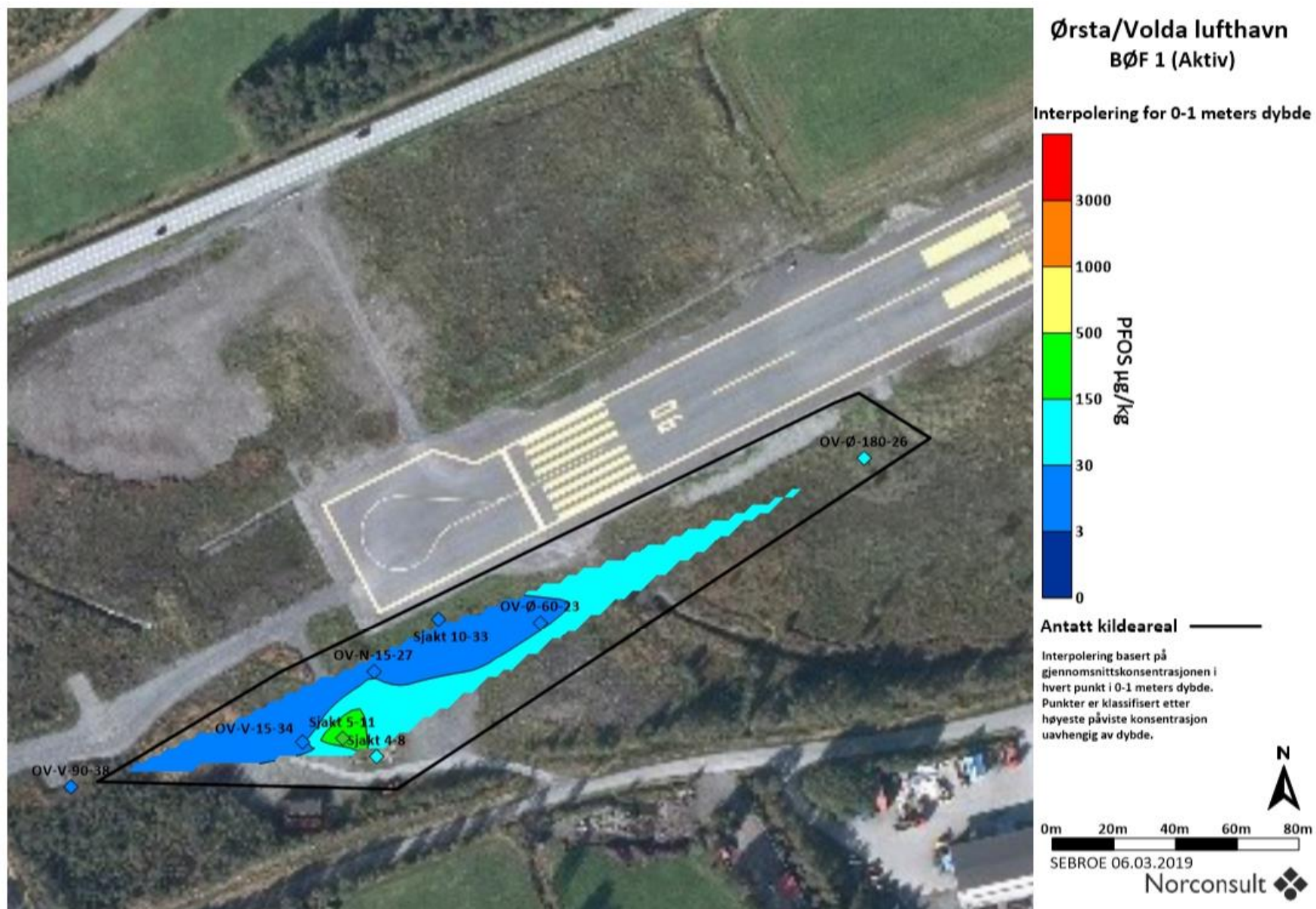
ip = ikke påvist

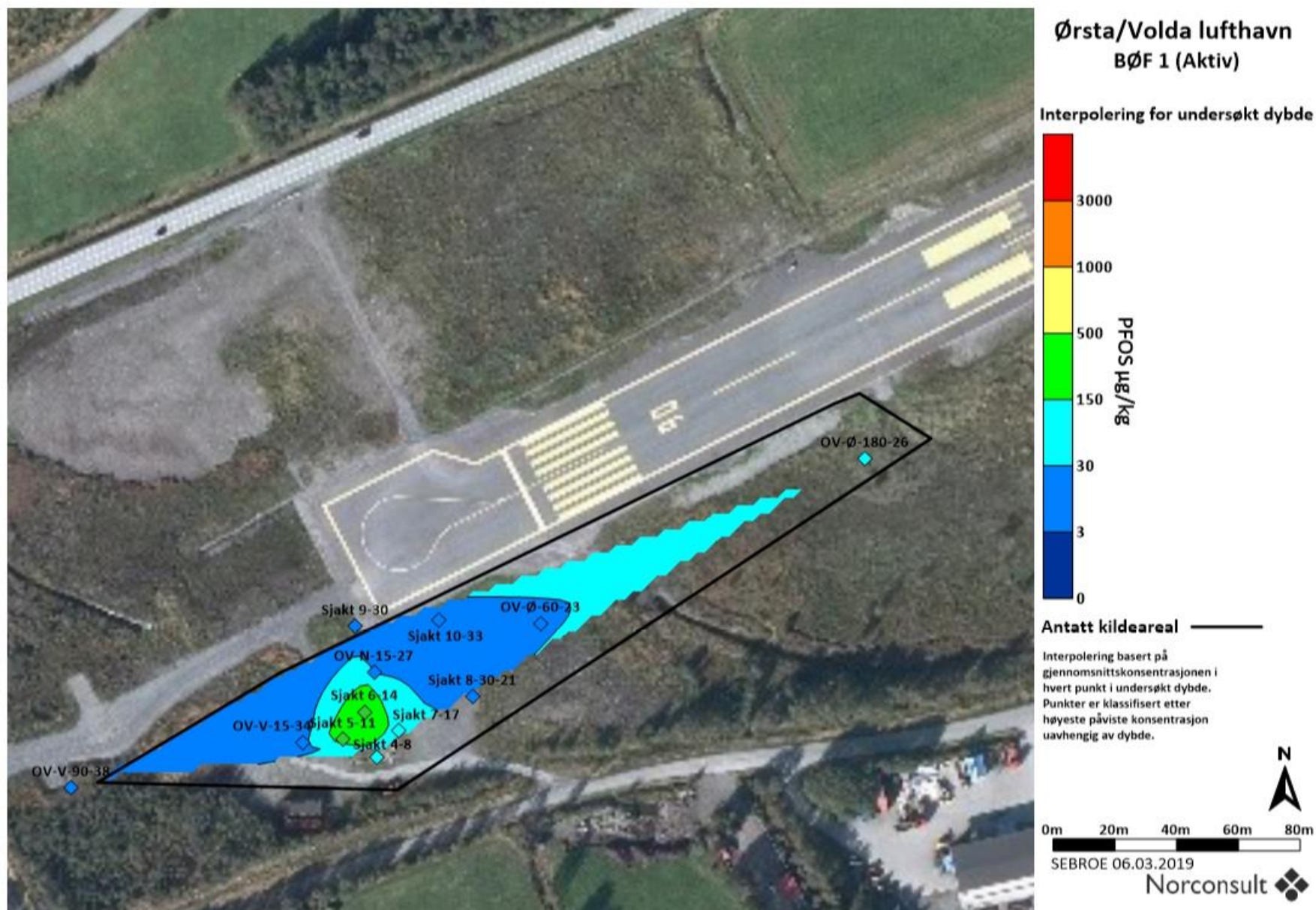
ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist

ip = ikke påvist





38.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (gammelt)
	Det er uvisst hvor lenge feltet har vært i bruk. Ørsta/Volda lufthavn har vært i drift siden 1971. Brannøvingsfelt var inntil 2012 i bruk ca. to ganger per år. Det skal ikke ha foregått brannøvelser andre steder ved lufthavnen. Anlegget var nedlagt ved undersøkelsene i 2012. Plattformen består av en betongsåle med ca. 10 cm høye kanter. Avrenning fra feltet blir ført til en sandfangskum før oljeutskiller. Avløp fra oljeutskiller går til spredegrøft / grunn.

38.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

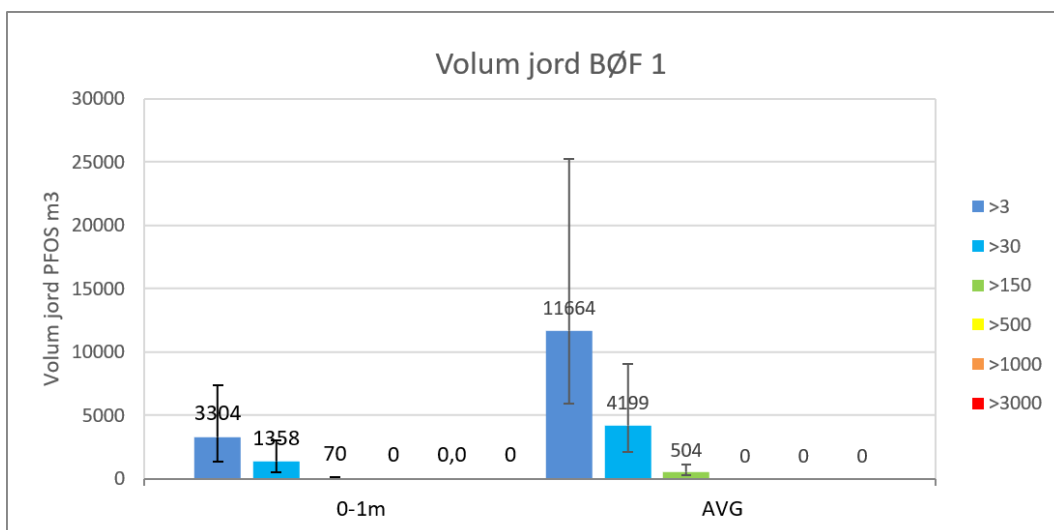
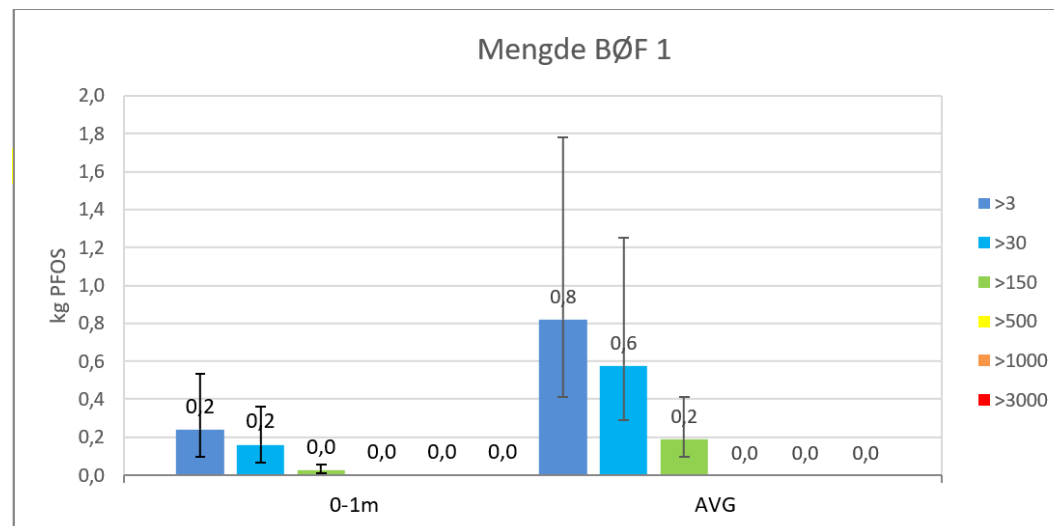
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke oppgitt/beregnet
Kommentar/usikkerhet	

38.3 Jordprøvetaking

Antall jordprøver totalt	13
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	6 av prøvene (ca. 50 %) er overflateprøver tatt fra 0-0,1 meter. Massene er oppgitt å bestå av sandig jord med organisk materiale i overflateprøver fra 0-0,1 meters dyp, og sand i resterende prøver
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	8
Antall jordprøver under 1 m	6
Kommentar/usikkerhet	Totalt 14 prøver når man deler opp prøvene som er tatt både mellom 0-1 meter og > 1 meter.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	455
Hvor	Sjakt 6-14 (1,7-1,9 meter). Massene består av sand.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	455
Hvor	Sjakt 6-14 (1,7-1,9 meter). Massene består av sand.
Kommentar/usikkerhet	Prøve "sjakt 6-14" er kun analysert for PFOS og PFOA. Av de 13 analyserte prøvene er 10 av prøvene analysert for PFOS/PFOA, og 3 av prøvene er analysert for 12 ulike PFAS-forbindelser. Av andre forbindelser enn PFOS er det kun påvist 6:2 FTS i to av prøvene som er fra overflaten, og ikke i den siste analyserte prøven som er fra 1,8-2,1 m dyp.

38.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	44
Areal (m2)	4486
Mengde jord (tonn)	18662
Mengde PFOS (kg)	0,8
Usikkerhet -	0,4
Usikkerhet +	1,0
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	86
Areal (m2)	1615
Mengde jord (tonn)	6718
Mengde PFOS (kg)	0,6
Usikkerhet -	0,3
Usikkerhet +	0,7
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	235
Areal (m2)	194
Mengde jord (tonn)	807
Mengde PFOS (kg)	0,2
Usikkerhet -	0,1
Usikkerhet +	0,2
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg	
Konsentrasjon (µg/kg)	
Areal (m2)	
Mengde jord (tonn)	
Mengde PFOS (kg)	
Usikkerhet -	
Usikkerhet +	

Kommentar til beregningene	I DP2 rapporten er det beregnet at det ligger igjen 272 g PFOS ved BØF. Det er da tatt utgangspunkt i at det forurensede området ligger innenfor et areal på 20*20 meter, en gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS på 200 µg/kg, og at mektigheten på de forurensede massene er 2 meter. I beregningen fra 2019 er det beregnet at det ligger igjen ca 800 g PFOS i det undersøkte området ved BØF. Det er da tatt utgangspunkt i at det undersøkte området (ca. 4500 m2), at mektigheten på de forurensede massene er 2,6 meter og at gjennomsnittskonsentrasjonen i dette området er på 44 µg/kg.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Ytterpunkt mot vest (overflateprøve OV-V-90-38) og mot nord (sjakt 9-30 fra 1,9-2,1 m) har konsentrasjoner på < 8 ug/kg. Ytterpunkt mot øst (overflateprøve OV-Ø-180-26) og sør (prøve sjakt 4-8 fra 0,1-2,3 meter) har konsentrasjoner på henholdsvis 139 og 60,2 ug/kg. Forurensningen er derfor minst avgrenset i sørlig og østlig retning. Prøvepunkt OV-Ø-180-26 ligger omtrent 180 meter nordøst for plattformen hvor brannøvelsene ble utført.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Nei. I prøve "sjakt 6-14" er det påvist en konsentrasjon av PFOS på 455 µg/kg ved 1,7-1,9 meters dyp. Det er usikkert hvor mye dypere denne forurensningen strekker seg. I de andre prøvene av dypere liggende masser er det også påvist PFOS, men i lavere konsentrasjoner (7,2-51,9 µg/kg). Dypeste prøve er tatt ned til 2,6 meter.
Kommentar/usikkerhet	Prøven fra 1,7-1,9 meters dyp i sjakt 6-14 er tatt under grunnvannsnivå. Det antas at konsentrasjonene vil avta relativt raskt med dybde under grunnvannstand pga horisontal spredning med grunnvannet.

38.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Er det tatt vannprøver?	Ja
Hvor	Det er tatt grunnvannsprøver fra en brønn som ligger øst for BØF (B2), og i en brønn ved terminalområdet (B1). Det er tatt prøver av overflatevann fra en kulvert/grøftesystem øst for BØF, samt fra en grøft og en kum på østsiden av rullebanen.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	684
Hvor	B2 (13.10.11)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	1030
Hvor	B2 (12.5.12)
Kommentar/usikkerhet	Prøven som er tatt den 13.10.11 er kun analysert for PFOS/PFOA. Prøven som er tatt den 12.5.12 er analysert for 12 PFAS forbindelser. I denne prøven er det PFOS som dominerer, men det også påvist en del 6:2 FTS, PFHxA og PFPeA. I oversiktskartet til DP2 rapporten er det oppgitt sum PFOS og PFOA i tabellen som skal vise PFOS i grunnvannsbrønn, det er derfor tallene ikke er like.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	94
Hvor	V3 BØF (12.05.12)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	143
Hvor	V3 BØF (12.05.12)
Kommentar/usikkerhet	Det er tatt prøver av overflatevann i to omganger. Prøvene som er prøvetatt den 9.9.11 er kun analysert for PFOS/PFOA. Prøvene som er prøvetatt den 12.5.12 er analysert for 12 PFAS forbindelser. PFOS er den dominerende forbindelsen i alle prøvene. I prøven V3 BØF tatt 12.5.2012 er det også påvist PFHxS, PFHxA og PFPeA.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	7
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Mellom rullebanen og et industriområde (med blant annet miljøstasjon) og industri som ligger sør for rullebanen, er det et myrområde. Avrenning fra miljøstasjonen og øvrig industri i området vil drenere mot myrområdet på sørsiden av rullebanen og deretter videre mot nordøst. Fra flyplassen ledes vannet til Mos-Ola-elv og deretter videre til Ørstafjorden
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon. Det er oppgitt i DP2 rapportens tabell 8 at det er benyttet gjennomsnittsverdier i overvann.

38.6 Biotaprøvetaking

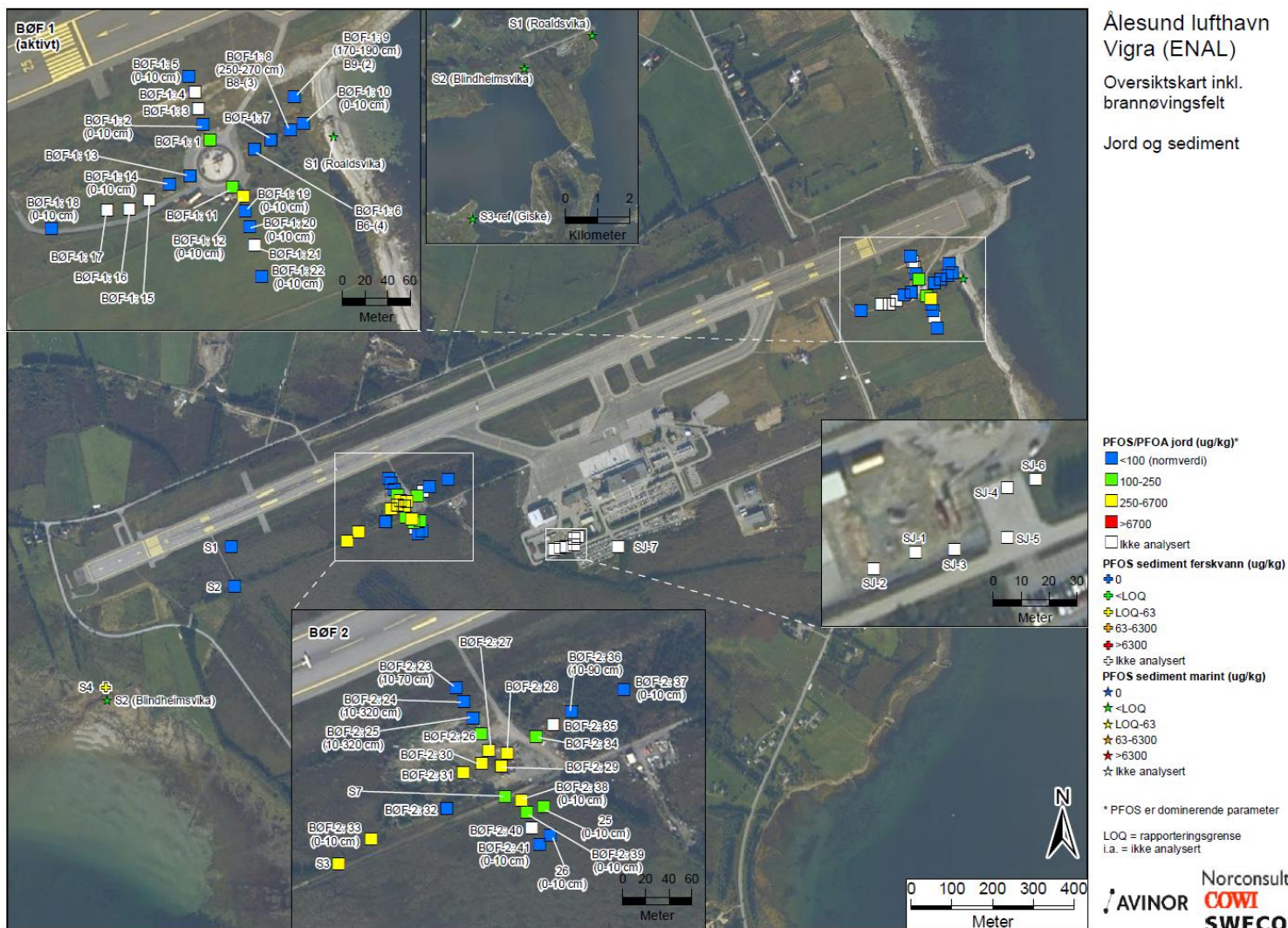
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Nei
Hva for biota?	
Hvor mange prøver?	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	
Hvor	
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	
Kommentar/referanse	
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	

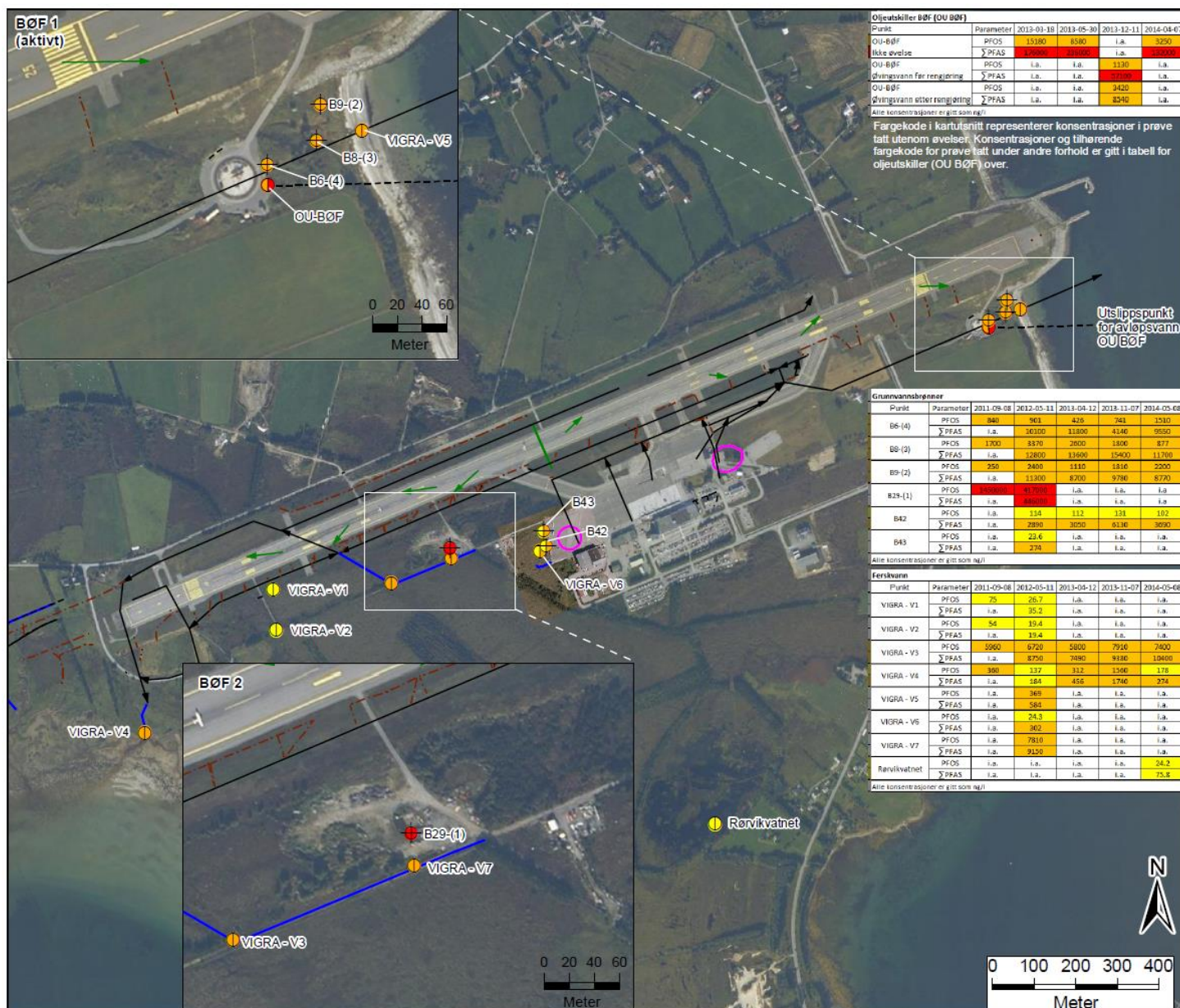
38.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes for biota, da det ikke er tatt biotaprøver. Kan ikke vurderes sikkert for vann. Det er beregnet å være relativt lave mengder PFOS igjen i grunnen i det undersøkte området (0,8 kg). Det er påvist moderate konsentrasjoner i grunnvann, som stemmer bra med permeable masser av sand med relativt lav bindingskapasitet for PFOS. Det er lave konsentrasjoner av PFOS i vann i grøften øst for BØF. Strømningsretning for grunnvann er noe usikker, og det er ikke tatt grunnvannsprøver i flere retninger rundt BØF for å avklare spredningsretning(er), og også i grøft nordvest for BØF.
Vurderinger	Det er hovedsakelig påvist lave til moderate konsentrasjoner av PFOS i jordmassene ved BØF. To prøver av toppjorden som ble analysert for 12 PFAS forbindelser har innhold også av 6:2 FTS, i tillegg til PFOS. Det er påvist forurensning av PFOS over 100 µg/kg i tre av prøvepunktene, to av de er rett ved øvingsplattformen (betongsåle). Et punkt ligger omtrent 180 meter øst for plattformen. Forurensningen i dette punktet kan skyldes testing av skumkanoner utover i terrenget, eller annen aktivitet. Grunnvannsbrønnen er plassert nordøst for plattformen, tett inntil rullebanen, og i et prøvepunkt (sjakt 10) hvor det kun er analysert prøve av dypereliggende masser, og påvist lav konsentrasjon av PFOS (8,8 µg/kg) i jorden. Det er ikke analysert andre forbindelser i jordprøven. Det er moderate konsentrasjoner av PFOS i grunnvannsprøvene fra denne brønnen (370 og 684 ng/l), men det også påvist en del 6:2 FTS, PFHxA og PFPeA (sum PFAS 1030 ng/l). Den høyeste konsentrasjonen av PFOS i jord er påvist i dypereliggende masser under grunnvannstand ved plattformen, og selv om det er oppgitt i DP2 rapporten at B1 skal være nedstrøms plattformen, er det usikkert hvorvidt retning for grunnvannsstrømningen fra BØF faktisk er mot nordøst, og at brønnen B1 vil fange opp spredningen fra dette området.

	Ut i fra flyfoto ser det ut til at det går et grøftesystem øst for BØF, langs myra på sørsiden av rullebanen i retning terminalområdet. Dette kan være en mulig spredningsvei for PFOS forurensning, både fra området ved plattformen og fra forurensning påvist i prøvepunktet 180 meter nordøst for plattformen. Det er påvist lave konsentrasjoner av PFOS (21-94 ng/lg) og PFAS (143 ng/l) i vann fra grøften øst for BØF (V3). Dette tyder på at deler av forurensningsspredningen av PFOS er til myrområdet mot øst. I DP2 rapporten er det beskrevet at grunnvannet vil ledes mot Mos Ola elva, og deretter ut i Ørstafjorden.
Beregning	Grunnvannsbrønnen B2 har samme lokalisering som sjakt 10. Ved å isolert sett for dette punktet se på gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i grunnvannsprøvene (som er 527 ng/l i to prøver fra 2011 og 2012), og påvist konsentrasjon i jord (sand) i sjakt 10 (som er 8,8 µg/kg i en prøve fra 50-70 cm dyp) kan det beregnes en Kd som er ca 17 l/kg. Kd basert på beregningen er relativt lik Kd verdier fra laboratorieforsøk i sand (Masteroppgaver Nygård, 2017; Nordskog, 2013). Kd vil imidlertid variere blant annet med forurensningens nivå relativt til grunnvannsnivå (Nygård, 2017), og ettersom det kun er tatt en jordprøve i et 20 cm dybdeintervall i sjakten så er også usikkerheten ved beregningen stor.
Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det er påvist ca. 35 ug/kg PFOS i to overflateprøver (sjakt 2 og 3) av masser som er iblandet fyllmasse sørvest for Widerøe hangaren, nær terminalområdet. I vannprøver i punktet V2, som er en grøft litt nord for disse sjaktene, er det påvist 18 til 50 ng/l PFOS. Det er også påvist 13,6 og 24,3 ng/l PFOS i vann fra grunnvannsbrønnen B1 ved terminalområdet, det er ikke påvist PFOS i jord (1,6-1,8 meters dyp) tatt fra samme sted som brønnen er lokalisert. Det er også påvist PFOS i vannprøver fra en kum og en grøft rett øst for østlig ende av rullebanen, disse prøvene har ca 14 ng/l PFOS. Det ligger mye ulike virkninger sør for lufthavnen, og det kan ikke utelukkes at noen av disse kan være kilder til grunn- eller vannforurensning i myrområdet sør for rullebanen.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.
Kommentar/usikkerhet	
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsføremål, verneområder etc.)	Det er et verneområde for skog nord for lufthavnen, men det er på andre siden av Ørstafjorden. Det er ellers registrert flere arter med stor og særlig stor forvaltningsinteresse på lufthavnsområdet. Nord for lufthavnen, på den andre siden av E39 ligger det noen kulturminner. Våtmarksområdet som grenser mot sørsiden av rullebanen og brannøvingfeltet utgjør en viktig naturtype (oseanisk nedbørsmyr) og flere truede fuglearter er observert i området. Det er flere energibrønner registrert på tomt 55/27 300 m øst for brannøvingfeltområdet, men den nærmeste brønnen (fjell) registrert med vannforsyning ligger 1 km vest for brannøvingfeltet.

39 Ålesund lufthavn





Ålesund lufthavn
Vigra (ENAL)

Oversiktskart inkl.
brannøvingfelt

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrenn (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

PFOS / Σ PFAS ferskvann (ng/l) *

⊕ Ikke analysert

0

<LOQ

LOQ-230

230-36 000

>36 000

Avlopsledning

Avløp annet

Avløp Felles

Drensvann

Glykolholdig overvann

Glykolholdig spillvann

Overvann

Pumpespillvannsledning

Spillvann

Avrenning

Deponi glykolforurenset snø

Overvannsledning

Avrenningsveg glykol

Bekkeresipient

Overvannssystem

Vannskille rullebane

Antatt avrenningsveg baneavising

* Venstre halvdel = PFOS

Høyre halvdel = ΣPFAS

i.a. = ikke analysert

LOQ = rapporteringsgrense

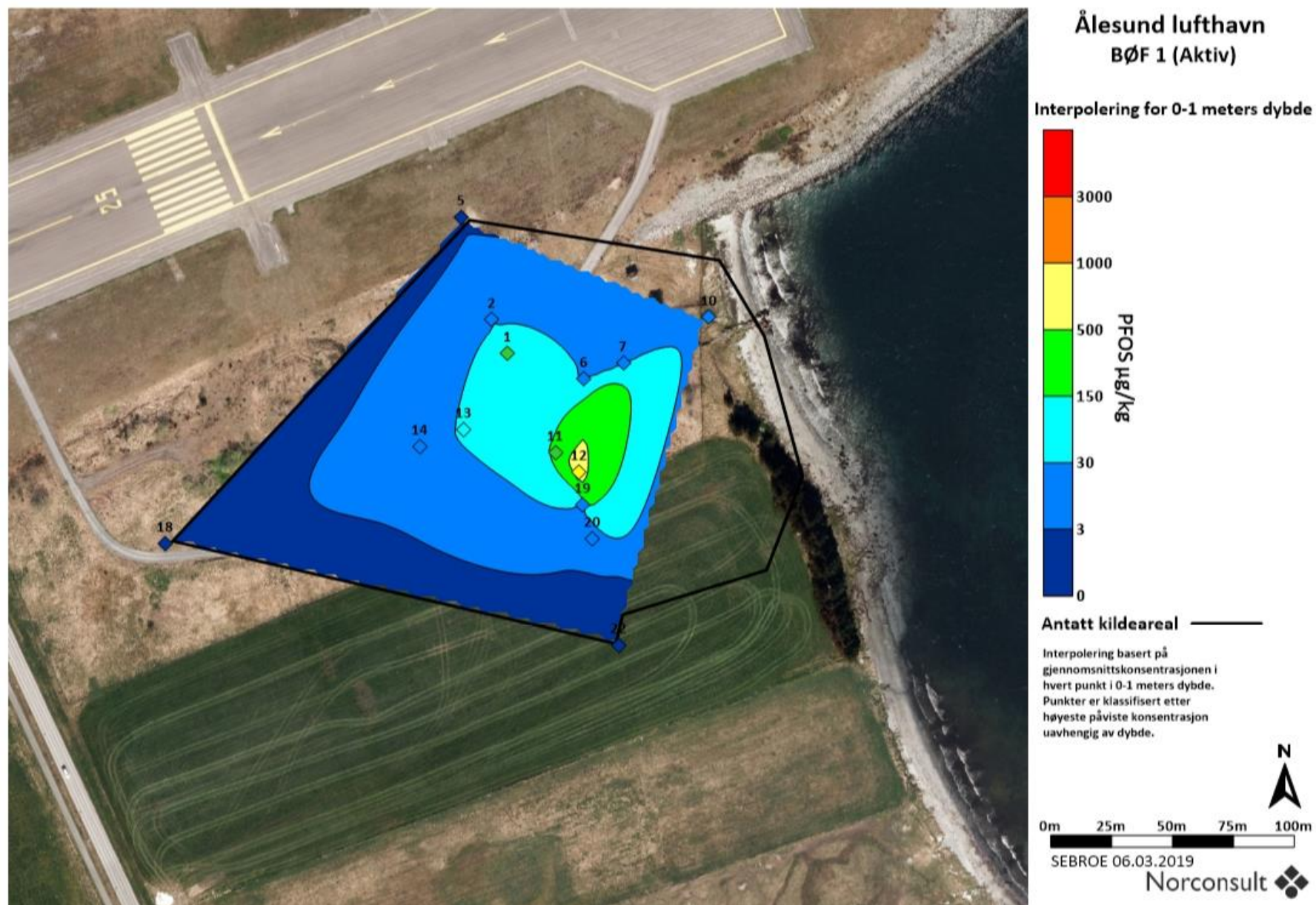
(tilsv. ikke påvist for ΣPFAS)

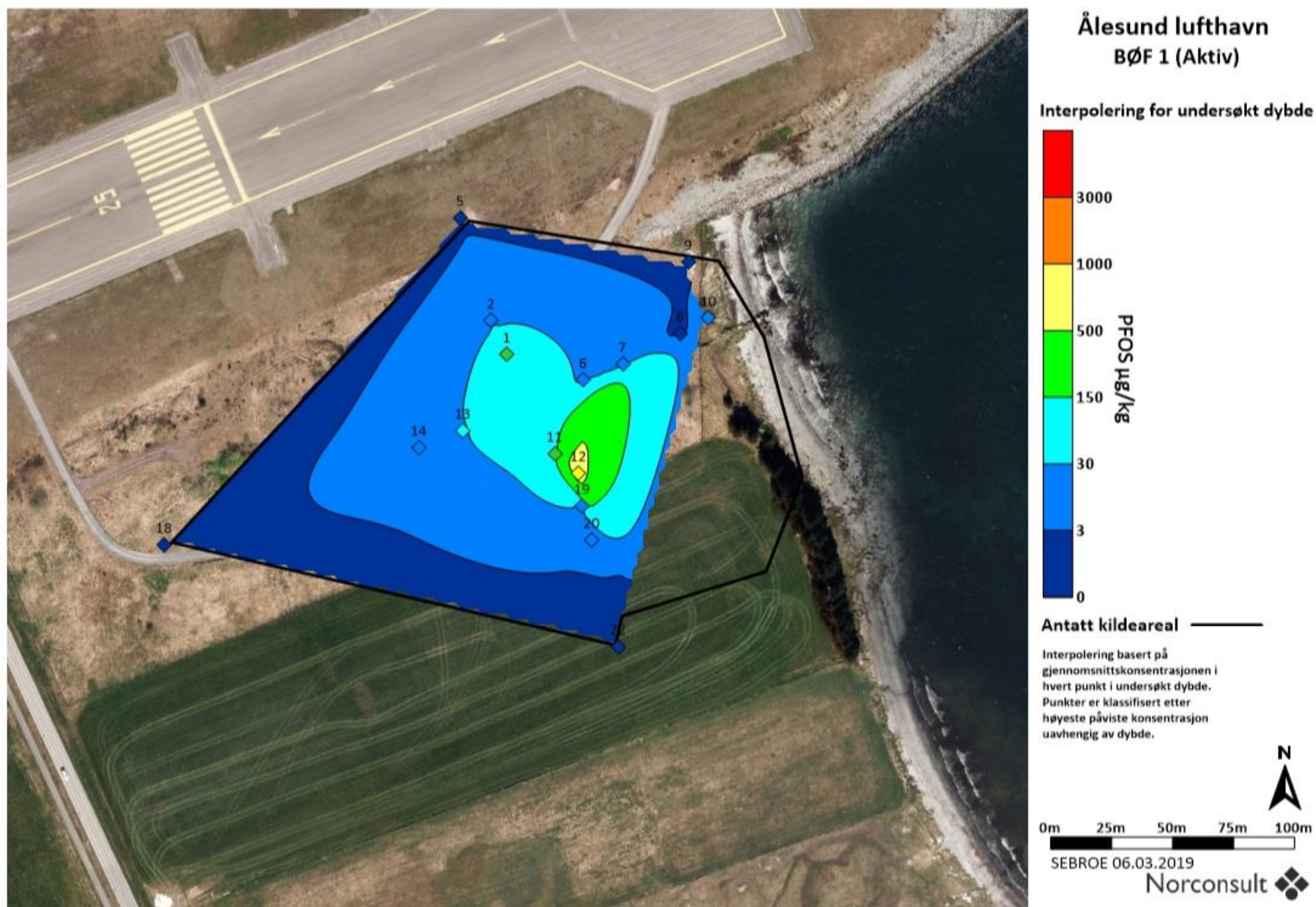
AVINOR

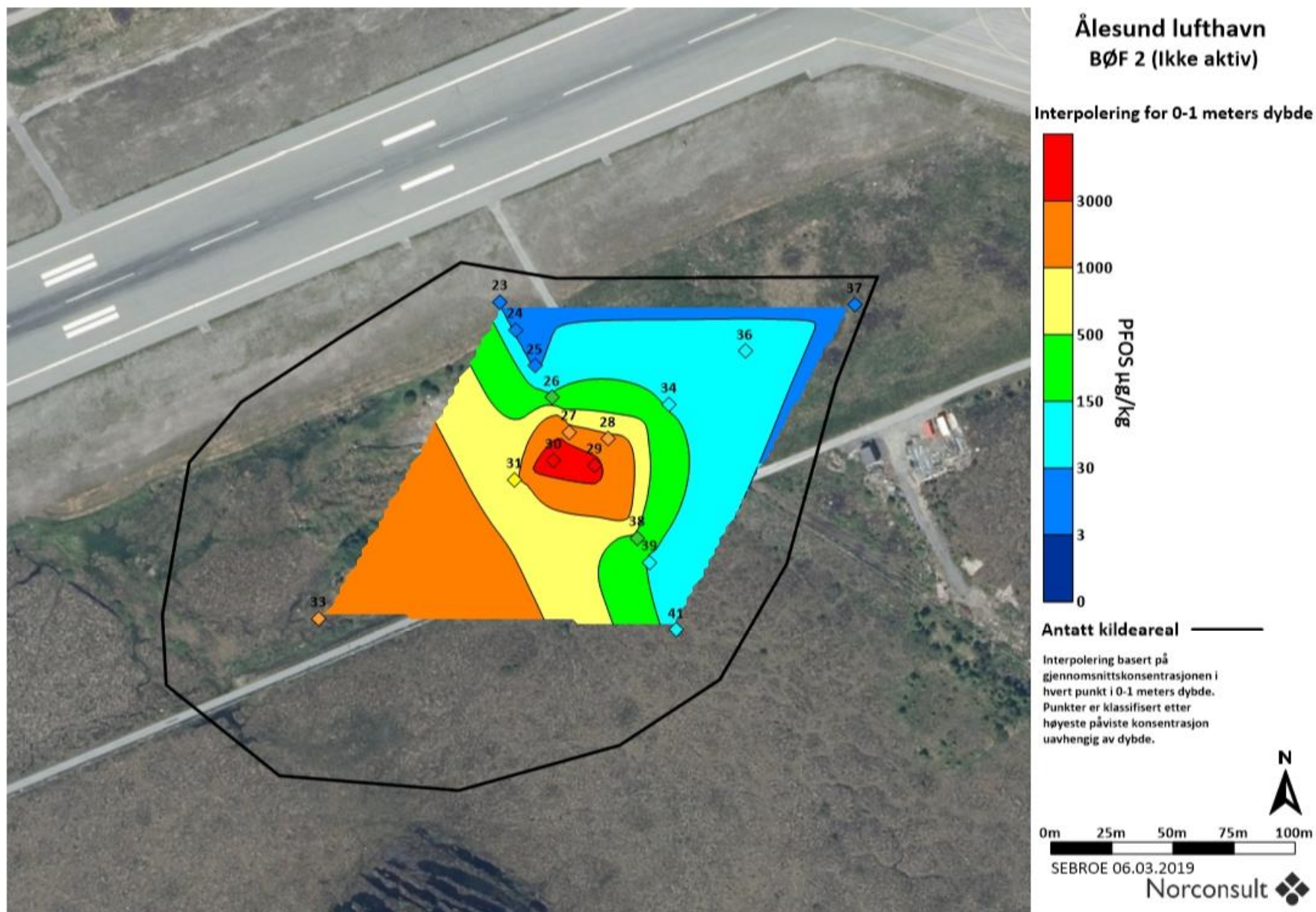
Norconsult

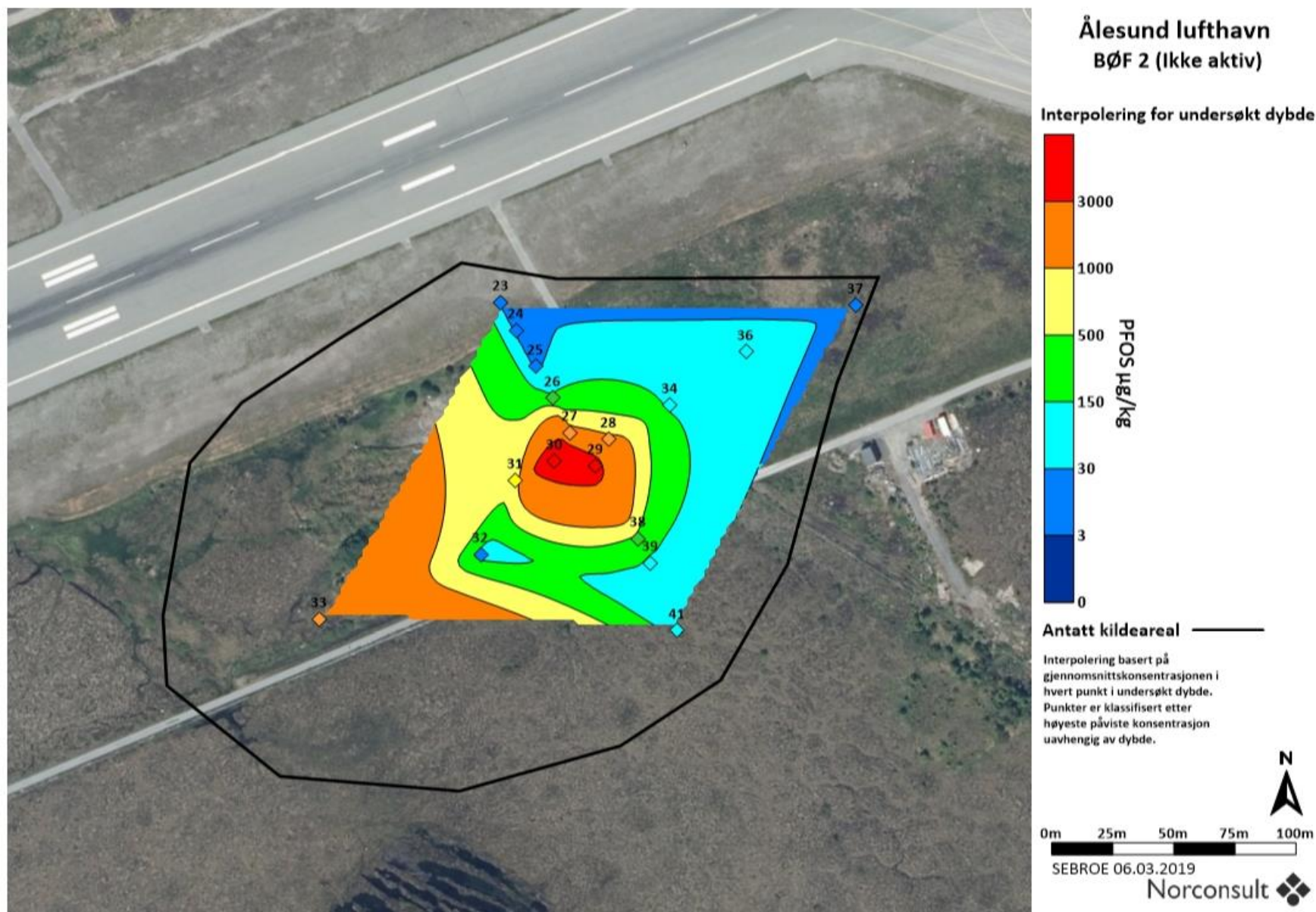
COWI

SWECO









39.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
	BØF 1 ligger ca. 4 moh og har vært i bruk siden 1997. Det er en tett plate på selve feltet, med oppsamling av sivevann til en oljeutskiller og utslipp av avløpsvann via et rør til Roaldsleira. Det har blitt benyttet skum som inneholder både PFOS og 6:2 FTS ved BØF 1. Rett sør for BØF går flyplassgjerdet, og utenfor dette er det dyrket mark. Avinor har besluttet at det aktive brannøvingsfeltet på Ålesund skal stenges etter øvingssesongen 2019.	BØF 2 ligger ca. 15 moh. Det er usikkert når BØF 2 ble tatt i bruk, men det er antatt at det var rundt 1978. BØF 2 ble tatt ut av drift i 1997, da BØF 1 ble etablert. Vest for BØF 2 er det fylt opp med masser fra gravearbeider andre steder på lufthavnen. Disse massene ligger over overflaten slik den var da BØF 2 var aktivt. Rett sør for BØF 2 går flyplassgjerdet, og utenfor dette ligger det et bløtt myrområde.

39.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	370	1 750
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 1997-2001.	Estimert forbruk i perioden 1978-1997. Det skal kun være brukt skum som inneholder PFOS ved BØF 2.
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	405	
Kommentar/usikkerhet	Estimert forbruk i perioden 2001-2012.	Ikke beregnet

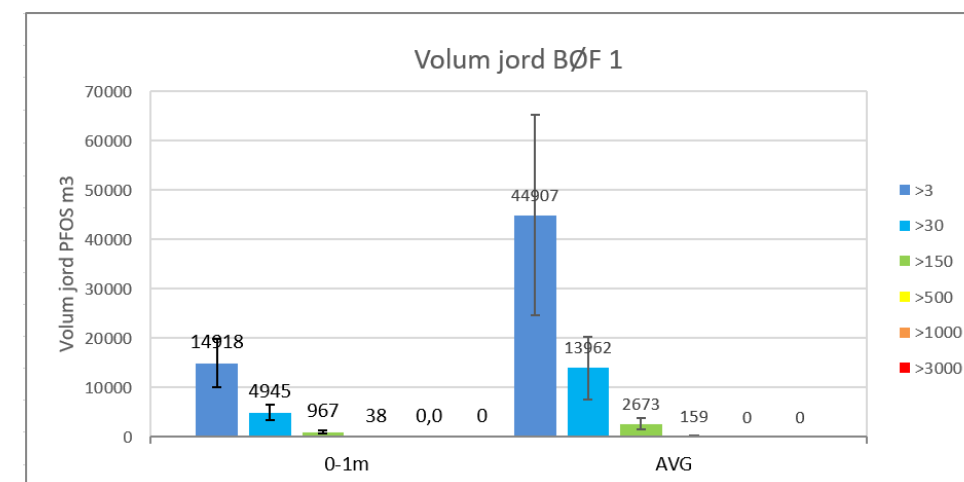
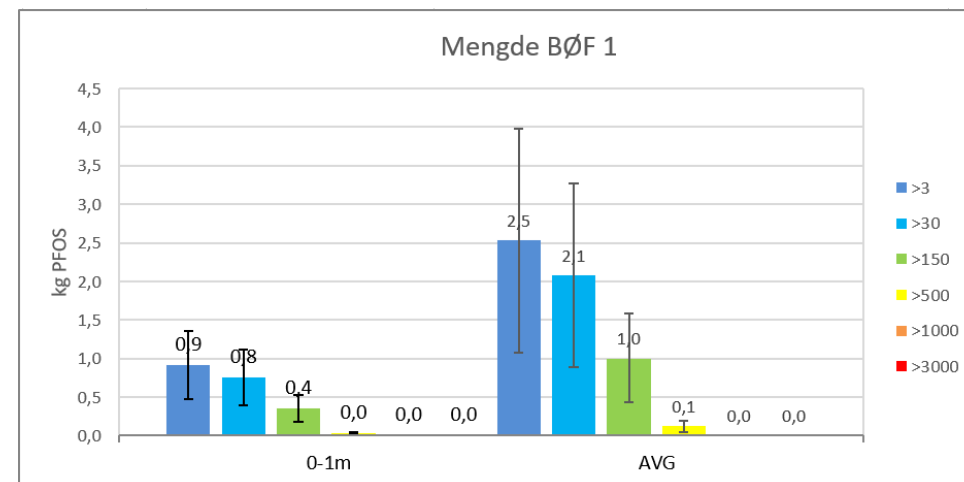
39.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Antall jordprøver totalt	26	32

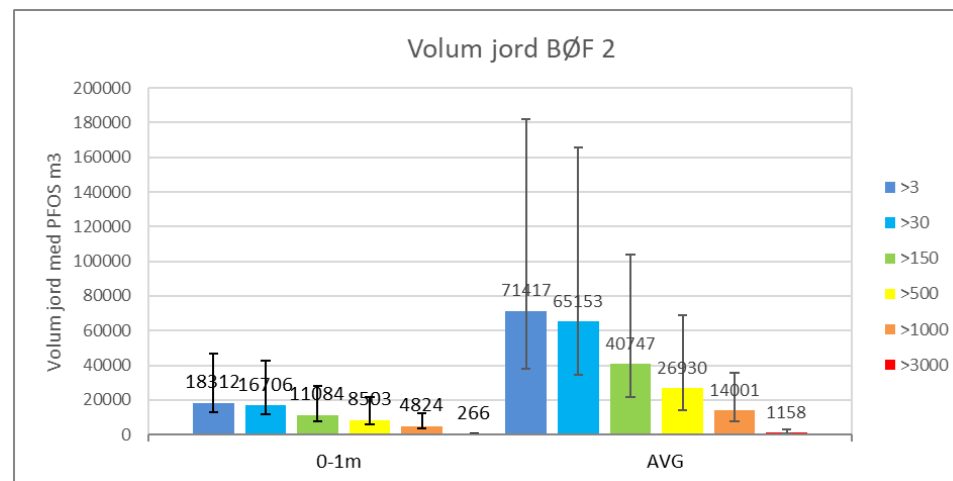
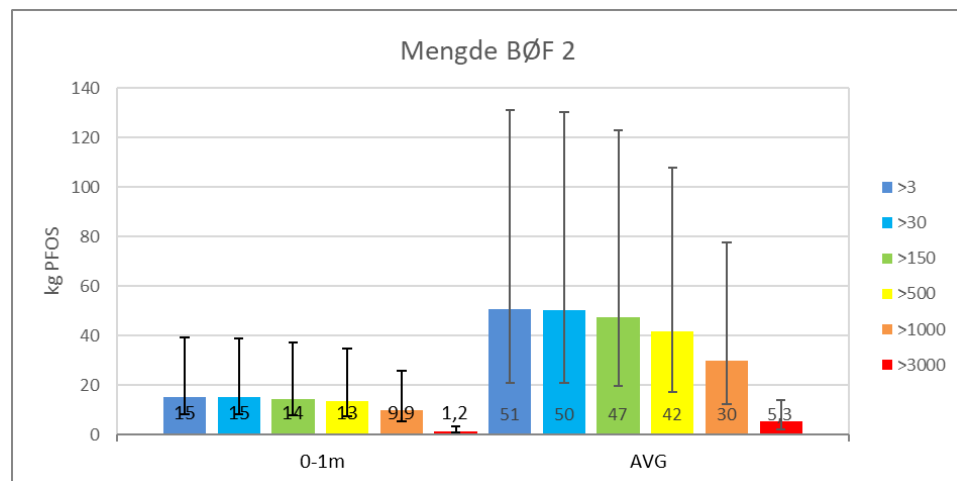
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	14 av prøvene er overflateprøver, tatt fra 0-0,2 m under terreng. Fem av prøvene er tatt i intervaller mellom 0,1-2,8 meters dyp, fire av disse prøvene representerer store dybdeintervaller (1 prøve på over 2 meter lagtykkelse). Sju av prøvene er av kun dypereliggende masser i intervaller mellom 1,7-3 meters dyp. Massene er oppgitt å bestå av grus, sand, jord, siltig sand, skjellsand og fyllmasser.	10 av prøvene er overflateprøver, tatt fra 0-0,1 m under terreng. 12 av prøvene er tatt i intervaller mellom 0-3,2 meters dyp, sju av disse prøvene representerer store dybdeintervaller (1 prøve på over 2 meter lagtykkelse). Ni av prøvene er av kun dypereliggende masser i intervaller mellom 1,5-4,1 meters dyp. Det er ikke oppgitt prøvetakingsdyp for prøve BØF 2:36 i tabell i rapport, men et står 10-90 cm i oversiktskartet, slik at det er benyttet her. Massene er oppgitt å bestå av sandig jord, sandig grus, grus, sand, fyllmasser, og jord. Området hvor BØF ligger er et utfylt område, det kan ses av flyfoto fra 1968 at det opprinnelig er et myrområde, flyfoto fra 2006 viser at det er fylt ut masser også vest for BØF. Det utfylt området ligger på 14-15 meter over havet, og myrområdet vest for dette ligger på ca 11 meter over havet, og myrområdet sør for BØF ligger på ca 12 meter over havet.
Antall jordprøver 0-1 m under terreng	19	23
Antall jordprøver under 1 m	12	19
Kommentar/usikkerhet	Prøvene som går over begge intervallene 0-1 m og > 1 m, er regnet både som topprøver (0-1 m) og dypereliggende prøver (> 1 m). Ved å dele opp disse prøvene blir totalt antall prøver 31 prøver.	Prøvene som går over begge intervallene 0-1 m og > 1 m, er regnet både som topprøver (0-1 m) og dypereliggende prøver (> 1 m). Ved å dele opp disse prøvene blir totalt antall prøver 42.
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg	846	6 390
Hvor	BØF-1: 12 (0-0,1 m). Massene består av sand og stein.	BØF-2: 30 (10-160 m). Massene består av fyllmasser
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg	860	6 390
Hvor	BØF-1: 12 (0-0,1 m). Massene består av sand og stein.	BØF-2: 30 (10-160). Massene består av fyllmasser
Kommentar/usikkerhet	BØF 1:12 er analysert for 12 ulike PFAS forbindelser. I tillegg til PFOS er det påvist 6:2 FTS og PFDA i prøven. Det er kun en prøve til som er analysert for 12 PFAS forbindelser, og prøven har kun PFOS og PFPeA påvist.	BØF-2:30 er kun analysert for PFOS og PFOA. Det er ikke påvist PFOA i prøven. Totalt seks prøver er analysert for flere 12 PFAS forbindelser, PFOS er den dominerende forbindelsen.

39.4 Mengdeberegning

PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	BØF 1	BØF 2
Areal (m2)	44	604
Mengde jord (tonn)	14969	18312
Mengde PFOS (kg)	71851	104983
Usikkerhet -	2,5	51
Usikkerhet +	1,5	30
	1,5	81
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	116	658
Areal (m2)	4654	16706
Mengde jord (tonn)	22339	95775
Mengde PFOS (kg)	2,1	50
Usikkerhet -	1,2	30
Usikkerhet +	1,2	80
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	293	990
Areal (m2)	891	10448
Mengde jord (tonn)	4277	59898
Mengde PFOS (kg)	1,0	47
Usikkerhet -	0,6	28
Usikkerhet +	0,6	75
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)	590	1317
Areal (m2)	53	6905
Mengde jord (tonn)	254	39586
Mengde PFOS (kg)	0,1	42
Usikkerhet -	0,1	25
Usikkerhet +	0,1	66



PFOS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		1817
Areal (m2)		3590
Mengde jord (tonn)		20581
Mengde PFOS (kg)		30
Usikkerhet -		18
Usikkerhet +		47
PFOS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg		
Konsentrasjon (µg/kg)		3910
Areal (m2)		297
Mengde jord (tonn)		1703
Mengde PFOS (kg)		5,3
Usikkerhet -		3,1
Usikkerhet +		8,5



Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Kommentar til beregningene	I DP2 rapporten er det antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 30*50 meter, og at mektigheten på de forurensede massene er ca 2 meter. Med en gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS på 159 µg/kg er det beregnet at det ligger igjen ca 763 g PFOS i grunnen ved BØF 1. Videre er det beregnet at det ligger igjen 221 g PFOA og 1238 g PFC sum. I risikovurderingsrapporten er antatt at det forurensede området har en utstrekning på 18 000 ± 5 000 m², og mektigheten på de forurensede massene er 2,5 ± 0,5 m. Med en gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i massene på 31 µg/kg er det beregnet at det ligger igjen 2 ± 1 kg PFOS i grunnen ved BØF 1. I beregningen som er gjort i 2019 er det antatt at det forurensede området strekker seg over et areal på opptill 28 000 m² (for å avgrense forurensning ned til < 3 ug/kg), og at gjennomsnittskonsentrasjonen i dette området er på 44 µg/kg.	I DP2 rapporten er de antatt at det mest forurensede området ligger innenfor et areal på 50x50 meter, og at mektigheten på de forurensede massene er ca 2,5 meter. Med en gjennomsnittskonsentrasjon på PFOS i massene på 1032 µg/kg er det beregnet at det ligger igjen 10,32 kg PFOS og 56 g PFOA ved BØF 2. I risikovurderingsrapporten er det antatt at det forurensede området har en utstrekning på 19 000 ± 5000 m², og at mektigheten på de forurensede massene er på 3 ± 0,5 meter som et gjennomsnitt. Med en gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS på 433 µg/kg, og en egenvekt på massene på 0,5±0,25 kg/dm³, er det beregnet at det ligger igjen 12 ± 7 kg PFOS ved lokaliteten. I beregningen gjort i 2019 er det antatt at det forurensede området strekker seg over et areal på opptil 50 000 m² (for å avgrense forurensning ned til < 3 ug/kg), og at gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i dette området er på 604 µg/kg. Dette gir et estimat på en gjenværende mengde PFOS ved BØF 2 på ca 50 kg. Noe av årsaken til at beregningen utført i 2019 gir et mye høyere tall enn i risikovurderingsrapporten fra 2016 er at det i beregningen utført i 2019 er regnet med en egenvekt på massene på 1470 kg/m³. Dette tallet er resultat av en vektning av volum forurensende masser som består av fyllmasser og volum forurensede masser som består av torv/myr jord.
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	I tre av ytterpunktene (punkt 5, 18 og 22) er det ikke påvist konsentrasjoner av PFOS over deteksjonsgrensen. Forurensningen er derfor avgrenset i vestlig retning. Forurensningen er ikke avgrenset i østlig retning, mot Roaldsleira.	Nei, området er ikke avgrenset horisontalt. Det er påvist konsentrasjoner av PFOS over normverdi i alle ytterpunktene. Ytterpunktene mot nord og nordøst (overflateprøver i pkt 37 og 23) har de laveste konsentrasjonene (< 15 ug/kg). Ytterpunkt mot sørøst (overflateprøve i pkt 41) har ca 40 ug/kg. Myrjord i det ytterste prøvepunktet mot sørvest (overflateprøve i pkt 33) har svært høye konsentrasjoner (2690 ug/kg).

Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	I fem av prøvepunktene ved BØF 1 (pkt 1, 6, 7, 11 og 13) er det analysert prøver fra toppsjikt (0-0,2 meters dyp), mellomsjikt (0,1-2,5) og under grunnvannsnivå som er på ca 2 meters dyp. De høyeste konsentrasjonene av PFOS er funnet i toppsjiktet og ned til grunnvannsnivå. I fire av disse prøvepunktene (pkt 6, 7, 11 og 13) er den laveste konsentrasjonen i den dypeste prøven. Samtidig er det funnet relativt høye konsentrasjoner av PFOS i vannprøver av grunnvannet. Det er påvist konsentrasjoner av PFOS under deteksjonsgrensen i tre prøvepunkter (pkt 8, 9 og 13) med prøver av dypereliggende masser. Det er PFOS over deteksjonsgrensen, men <20 ug/kg i de dypeste prøvene i tre av prøvetakingspunktene (pkt 6, 7 og 11), og i prøvepunkt BØF-1-1 er det konsentrasjon på 101 ug/kg i den dypeste prøven. Det er usikkert hvor mye dypere denne forurensningen strekker seg. Forurensningen er derfor ikke avgrenset vertikalt.	Nei, det er påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i flere av de dypeste prøvene. Det er usikkert hvor mye dypere denne forurensningen strekker seg.
Kommentar/usikkerhet		Prøver av myrjord i pkt 32 som er mot vest, har lave konsentrasjoner (3,5-4,1 meters dyp), men det er ikke tatt overflateprøver i dette punktet.

39.5 Vannprøvetaking og årlig spredningsmengde

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Er det tatt vannprøver?	Ja	Ja
Hvor	Det er tatt prøver fra 3 grunnvannsbrønner som er satt ned nedstrøms plattformen ved BØF 1 (B6, B8 og B9). Det er også tatt en prøve av overvann som kommer ut i sjøen utenfor stranden i Roaldsleira (Vigra V5). Røret drenerer store arealer, blant annet driftsområdet, flyoppstillingen, parkeringsarealer og terminalområdet. Røret går under BØF 1 og ut i Roaldsleira. Tilstanden på røret er ukjent. Det er også tatt prøver av vann fra en oljeutskiller som er etablert ved BØF 1. Oljeutskilleren tar imot overvannet fra det tette dekke sentralt på BØF 1, og renner i eget rør ut i Roaldsleira.	Det er prøvetatt fra en grunnvannsbrønn som ble etablert i sjakt ved BØF 2 i 2011 (B29). Det er også tatt prøver av overflatevann fra en grøft som går fra BØF 2 i retning Blindheimsvika, samt fra en grøft som drenerer vann vekk fra veiskulderen, og fra en kum ved en annen overvannsledning. Det er også tatt vannprøver ved utløpet i Blindheimsvika.
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFOS (ng/l)	3 370	1 450 000
Hvor	B8 (11-05-2012)	Grunnvann B29 (08-09-2011)
Høyeste målte konsentrasjon i grunnvann PFAS (ng/l)	15 400	1 461 500
Hvor	B8 (07-11-2013)	Grunnvann B29 (08-09-2011)
Kommentar/usikkerhet	I prøve B8 tatt 7.11.13 ble det påvist høye konsentrasjoner av 6:2 FTS, PFHxA, PFPeA i tillegg til PFOS. I samtlige av grunnvannsprøvene tatt ved BØF 1 er det påvist høyere konsentrasjoner av 6:2 FTS enn av PFOS, og høye konsentrasjoner av PFHxA og PFPeA.	Brønnen er etablert i sjakt, og konsentrasjonen av PFOS i prøven fra 2011 kan være forhøyet pga mobilisering ved graving. Prøven ble tatt den 8.9.11 er kun analysert for PFOS og PFOA. Prøven som ble tatt den 11.5.12 har langt lavere konsentrasjoner, og er analysert for 11 PFAS forbindelser. Denne prøven viser høye konsentrasjoner av PFHxS, PFHxA og PFOA i tillegg til PFOS. PFOS er den dominerende PFAS forbindelsen i begge grunnvannsprøvene.
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFOS (ng/l)	369	7910
Hvor	V5 (11.05.12)	V3 (07-11-2013)
Høyeste målte konsentrasjon i overflatevann PFAS (ng/l)	584	10400
Hvor	V5 (11.05.12)	V3 (08-05-2014)

Kommentar/usikkerhet	PFOS er den dominerende PFAS forbindelsen i prøve V5, men det er også påvist 6:2 FTS, PFBA, PFHxS, PFHxA, PFHpA, PFOA og PFPeA. Vannprøver fra oljeutskiller anses ikke representativ for overvann i området, men det ledes til utslipp i sjø. Det er påvist svært høye konsentrasjoner av PFAS i vannet fra oljeutskilleren som er prøvetatt fem ganger i perioden 2013-2014. Det er særlig 6:2 FTS som skiller seg ut med høye konsentrasjoner (mellom 3290 til 212 000 ng/l). Konsentrasjon av sum PFAS i denne perioden er mellom 8540-236000 ng/l. Det har ikke vært benyttet PFAS holdig skum ved Avinors lufthavner etter 2012, og oljeutskillerer tømmes og rengjøres en gang i året (med mindre de produserer < 1kg olje i løpet av året), evt oftere ved behov. I seks målinger fra oljeutskiller som er utført i perioden april 2014 til august 2018 er konsentrasjonene av sum PFAS lavest i 2015 og viser deretter en oppadgående trend med en konsentrasjon på nesten 100000 ng/l i august 2018 (hentet fra figur 18 i Avinors brev til Fylkesmannen i Møre og Romsdal den 20.2.2019).	PFOS er den dominerende PFAS forbindelsen i prøve V3 prøvetatt 8.5.14, men det er også påvist relativt høye konsentrasjoner av PFHxS og PFHxA i prøven.
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFOS (g/år)	70 g [8,4 g]. Total årlig spredningsmengde er gitt uten parentes, og total årlig spredningsmengde av PFOS fra oljeutskilleren er gitt i klammerparentes [].	140 g
Total årlig spredningsmengde fra lokaliteten PFAS (g/år)	Ikke beregnet [155 g] Total årlig spredningsmengde av PFAS fra oljeutskilleren er gitt i klammerparentes [].	Ikke beregnet
Til hvilken resipient	Til Roaldsleira	Til Blindheimsvika. Eventuell grunnvannstransport vil være begrenset og foregå i myrområder med høy adsorpsjon for PFOS, noe som fører til en treg transport. PFOS vil sannsynligvis lekke ut i størst grad i pulser ved høy nedbør og snøsmelting.
Beregnet fra vann eller jordkons.	Vannkonsentrasjon	Vannkonsentrasjon

39.6 Biotaprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Er det tatt biotaprøver ved flyplassen?	Ja	ja
Hva for biota?	Fôr-gras, albueskjell, børstemark, purpursnegl, havsalat, tarmgrønske	Grasarter, tre/selje, børstemark, "små musling", sjømus, hjertemusling, strandreke, tangloppe, blåskjell, vanlig strandsnegl, skrubbeflyndre, rødspette, torsk, sandflyndre
Hvor mange prøver?	8	60
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFOS (µg/kg våtvekt)	5,8	110
Hvor	Purpursnegl, Aktiv BØF (BØF-1, Roaldstranda)	8. Børstemark, Blindh.vika ytre, og den samme konsentrasjon i skrubbe, Blindheimsvika indre.
Høyeste målte konsentrasjon i biota PFAS (µg/kg våtvekt)	6,4	121,9
Hvor	Børstemark, Aktiv BØF (BØF-1, Roaldstranda)	8. Børstemark, Blindh.vika ytre
Mediankonsentrasjon i sammenlignbare populasjoner (f.eks. i en innsjø)	Det lyktes ikke å finne et rapportert innhold av PFAS i purpursnegle fra annen undersøkelse. Det er derfor benyttet albusnegl. Mediankonsentrasjon av sum PFAS i albusnegl (n=6) i en bukt rett utenfor BØF ved Statoil Mongstad i 2015 var 33,75 ug/kg vv. Mediankonsentrasjon av PFOS i de samme prøvene var 7,2 µg/kg. Hentet fra Statoil Petroleum rapport; Miljøgifter i biota ved Statoil Mongstad 2015, SAM e-rapport nr: 35-2015. Gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i en samleprøve av 500 g albuesnegle tatt ved Fønnesflaket i Nord Hordaland er på 0,229 ng/g vv. Kilde: Uni Research Miljø Sam-Marlin "Undersøkelse av miljøgifter i sediment og albuesnegl ved Fønnesflaket i Lindås 2016"	Gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i tre blandprøver av børstemark i indre Oslofjord var på 1,35 ug/kg vv. Kilde: Miljødirektoratets rapport M-812, 2017. I tre blandprøver av flerbørstemark tatt i sjø rett utenfor BØF ved Alta lufthavn er mediankonsentrasjonen av PFOS på 26 ug/kg og PFAS på 29,4 ug/kg. Hentet fra Avinor rapport fra 2016, Alta lufthavn; Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota.

VEDLEGG A

Kommentar/referanse	I prøven tatt av for-gras utenfor BØF 1 er det ikke påvist PFAS. I biota-prøvene tatt fra Roaldstranda er det påvist PFOS over deteksjonsgrensen i albueskjell, børstemark og purpurnegle. Det er ikke påvist PFOS over deteksjonsgrensen i havsalat eller i tarmgrønske. Samtlige av biotaprøvene hvor det er påvist PFOS ved Roaldstranda har konsentrasjoner som ligger under EQS-verdien for PFOS.	Det er påvist lave konsentrasjoner av PFAS i muskel fra fisk (torsk, rødspette og sandflyndre) fisket i Blindheimsvika. Det ble påvist konsentrasjoner over EQS verdien i 2 av til sammen 32 prøver av fisk (i rødspette og torsk). De høyeste konsentrasjonene av PFOS/PFAS er påvist i strandbiota. Her er det påvist PFOS/PFAS i samtlige biotaprøver, og konsentrasjoner over EQS verdien i tilsammen 7 av 14 prøver. Artene hvor det er påvist konsentrasjoner over EQS verdien er børstemark, strandreke, tanglopper, albueskjell, vanlig strandsnegle og skrubbe. PFOS er den dominerende PFAS forbindelsen i prøvene tatt av strandbiota. I prøvene tatt av vegetasjon ved BØF 2 er det påvist konsentrasjoner over EQS verdien i begge blandprøvene (gress og selje)
Referanse og konsentrasjoner i andre rapporter.	Vannforskriftens EQS-verdi for PFOS i biota er på 9,1 µg/kg våtvekt. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.	Vannforskriftens EQS-verdi for PFOS i biota er på 9,1 ng/g våtvekt. I en risikovurdering fra 13. desember 2018 har EFSA endret tålegrensen (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS og PFOA, slik at disse nå er langt lavere enn TDI-verdiene satt i 2008. Dette kan føre til at EQS for biota også blir lavere i fremtiden.

39.7 Usikkerhet og øvrige forhold

Brannøvingfelt/lokalitet	BØF 1 (aktivt)	BØF 2 (gammelt)
Stemmer estimeringen av mengde PFOS i grunnen med målte konsentrasjoner i vann og biota?	Kan ikke vurderes sikkert.	Kan ikke vurderes sikkert.

Vurderinger	Det er estimert at det ligger ca 2,5 kg PFOS igjen i grunnen ved BØF 1. Det er anslått at det er blitt brukt ca 370 kg PFOS. Dette viser at mye av PFOS mengden antagelig allerede er lekket ut til resipient. Avsetningene mellom BØF og havet er ifølge NGU vindavsetninger og marine strandavsetninger. Dette er sandige masser med vanligvis god hydraulisk ledningsevne. Det er påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS i jordprøvene ved BØF 1, noe som antageligvis skyldes at PFOS ble faset ut av brannskum noen få år etter at BØF 1 ble tatt i bruk. Selv om det er påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS/PFAS i jord, er det påvist til dels høye og varierende konsentrasjoner av PFOS/PFAS i grunnvannet. Dette kan tyde på spredning vertikalt med liten adsorpsjon av PFOS i sanden ved grunnvannsnivå. Det er påvist relativt lave konsentrasjoner av PFOS/PFAS i biotaprøvene tatt ved Roaldstranda. Dette stemmer overens med de relativt lave konsentrasjonene i jordprøvene. I enkelte av biotaprøvene er det påvist høyere konsentrasjoner av 6:2 FTS enn av PFOS. Dette stemmer overens med at 6:2 FTS er knyttet til nyere skumprodukter, og de påviste konsentrasjonene av forbindelsen i vannprøvene. Det er påvist høye konsentrasjoner av PFAS i avløpsvannet som slippes ut fra oljeutskilleren ved BØF. Utslipp fra oljeutskilleren (155 g) til Roaldsleira utgjør derfor en betydelig andel av den årlige spredningsmengden av PFAS til resipient.	Det er beregnet at det ligger igjen ca 58 kg PFOS ved BØF 2. Det er anslått at det er blitt brukt ca 1750 kg PFOS ved lokaliteten. Dette viser at mye av PFOS mengden allerede er lekket ut til resipient. Dette kan stemme overens med at det er over 20 år siden BØF 2 var i bruk. Det er påvist relativt høye konsentrasjoner av PFOS i både jord, grunnvann (B6, B8 og B9) og overflatevann (V7, V3 og V4), noe som kan tyde på at det fortsatt lekker ut relativt store mengder med PFOS fra BØF 2.
-------------	---	--

Kommentar/usikkerhet: (Må det finnes ytterligere ukjente kilder til PFOS på lokaliteten med avrenning til resipienten?)	Det kan ikke utelukkes at det finnes ytterligere kilder til PFAS ved Ålesund lufthavn: Lufthavnen opplyser at det er utført havariøvelser på ulike områder innenfor og utenfor lufthavnens gjerde. Det skal ikke ha forekommet bruk av skum i forbindelse med snødeponiene, men vask av brannbilenes pumper kan forekomme ved verkstedsområdet. Testing av kanonene og innstilling av skytebildet blir gjennomført jevnlig både i vestenden og nordøstenden av rullebanen. Det kan ikke utelukkes at denne aktiviteten tidligere har blitt utført ved det gamle brannøvingsfeltet med retning mot myrområdet, og at skum da kan ha blitt benyttet.	Det kan ikke utelukkes at det finnes ytterligere kilder til PFAS ved Ålesund lufthavn: Lufthavnen opplyser at det er utført havariøvelser på ulike områder innenfor og utenfor lufthavnens gjerde. Testing av kanonene og innstilling av skytebildet blir gjennomført jevnlig både i vestenden og nordøstenden av rullebanen. Det kan ikke utelukkes at denne aktiviteten tidligere har blitt utført ved det gamle brannøvingsfeltet med retning mot myrområdet, og at skum da kan ha blitt benyttet. Det er også tatt prøver fra to brønner som er plassert ved et snødeponi øst for BØF 2 (B42 og B43). B42 er prøvetatt 4 ganger og B43 er prøvetatt en gang. Det er påvist betydelige konsentrasjoner av PFAS i brønn B42, med en konsentrasjon mellom ca 2900-6100 ng/l. Forbindelsen 6:2 FTS, PFHxA og PFPeA dominerer PFAS konsentrasjonen. Det er usikkert hva som er årsaken til de høye konsentrasjonene i denne brønnen. Lufthavnen opplyser om at det ikke er brukt skum i forbindelse med snødeponiene, men at vask av brannbilens pumper kan forekomme ved verkstedsområdet. Vasking skjer på et asfaltert område med avrenning til et lukket overvannssystem. Vasking skal derfor teoretisk sett ikke ha kunnet tilføre store mengder PFAS holdig vann til grunnvannet.
Er lokaliteten godt nok kartlagt for å vurderes i prioriteringsrekkefølgen?	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.	Ja, det er i henhold til kriteriene (gitt i denne rapport for del 1 og 2, kap. 2.1.3.1) tilstrekkelig med prøvepunkter og jordprøver til å beregne mengder PFOS i jord med angitte usikkerheter.

Kommentar/usikkerhet		Det er spesielt knyttet usikkerhet til forurensning i myrområdet mot vest, hvor det kun er tatt en prøve av overflatemasser i pkt 33, og som har høy konsentrasjon av PFAS. Det er heller ikke tatt prøver som viser tilstand av myrmasser dypere enn 0,1 meter i dette området. Prøver av myr mellom 350-410 m dyp i pkt 32 har lave konsentrasjoner, og det er ikke påvist PFAS i den dypeste prøven.
Generelt for lufthavnen		
Andre forhold av betydelse for eventuell opprydning / igangsettelse av tiltak (er det f.eks. planlagt ombygning på flyplassen, er det kommersielt og/eller utbredt sportsfiske, turistnæring eller lignende i nærliggende resipient, drikkevannsførekoster, verneområder etc.)	Fra Naturbase: Det er registrert flere arter med særlig stor og stor forvaltningsinteresse på Vigra, i sjøområdene rundt Vigra og rundt Vigra Lufthavn. Blindheimsvika, Roaldsleira og området rundt Rørvikvatnet/Myrane er registrert som ramsarområder. Blindheimsvika og Roaldsleira er registrert som dyrefredningsområder, og Rørvikvatnet er registrert som et naturreservat. Det er tatt en vannprøve ved Rørvikvatnet som viser spredning av PFAS også hit. Det er ikke noe tydelig innløp eller utløp fra Rørvikvatnet, og det antas at PFAS tilføres via grunnvannet. I Blindheimsvika finner man naturtypen "strandeng og strandsump", ved Roaldsleira ligger naturtypen "sanddyne", og ved Rørvikvatnet ligger naturtypen "intakte lavlandsmyrer". Langs rullebanen ligger den utvalgte naturtypen "slåttemark". Det er også registrert lokaliteter med kulturminner ved Rognodden som ligger sørvest for flyplassen. Det er registrert flere plante- og fuglearter som er rødlistet ved flyplassområdet og i nærområdet. I risikovurderingsrapporten står det beskrevet at mye av arealet er registrert som raste-, beite-, og yngleområde for ande,- vade,- måke,- og alkefugler, samt beiteområde for hjort. Lufthavnen har Avinors sårbarhetsklasse 3, som er sårbare resipienter med høyest prioritet og nivå på anlegg. Rett sør for BØF 1 går flyplassgjerdet og utenfor dette er det dyrket mark. Det er ved BØF 2 påvist THC i tilstandsklasse 2-3 i 10 av de analyserte jordprøvene ved BØF 2.	

VEDLEGG B – Norgeskart med beregnede mengder PFOS/ Σ PFAS i jord

VEDLEGG C – Tiltaksmetoder

Tiltaksmetoder for jord - s. 1-2

Tiltaksmetoder vannrensing - s. 3

Metode		Beskrivelse	Fordeler og ulemper	Utviklingsnivå med dokumentert langtidseffekt 1 - lab 2 - pilot 3 - i bruk	Referanse	
In situ løsninger	Umettet sone	Tildekking/avskjerming	Tildekking eller innkapsling av forurensede masser for å hindre/reducere infiltrasjon og spredning med grunnvann.	Hverken fjerner eller bryter ned PFAS. Kan kreve oppfølging i lang tid etter tiltaksgjennomføring for dokumentasjon av effekt, samt evt behov for utskifting av barriere. Restriksjoner på etterbruk.	3	Ross m.fl., 2018
		Stabilisering	Innblanding av sorbenter i jord (aktivt karbon, organo-clay, blanding av aktivt karbon/leire/Al-hydroksider, mm.).	Hverken fjerner eller bryter ned PFAS. Langtidssikring er ikke dokumentert. Potensielt fortsatt restriksjoner på etterbruk.	2	Ross m.fl., 2018 Yao et al., 2015
		Kjemisk oksidasjon	Kjemisk oksidasjon med peroksoedisulfat.	Usikkerhet knyttet til effekt på forløpere og dannelse av mellomprodukter. Potensielt fortsatt restriksjoner på etterbruk.	2	Yao et al., 2015, 2016
		Vasking	Gjennomskylning av masser <i>in situ</i> med vann, evt. tilsatt løsemiddel eller andre kjemikalier, med påfølgende rensing av (grunn)vann.	Forutsetter kontroll på spredning. Dersom det benyttes løsemidler/kjemikalier bør disse være lite toksiske og resirkulerbare.	2*	Yao m.fl. 2015 NGI/OSL Avinor, 2018
	Mettet sone	"Pump and treat"	Pumping av grunnvann med påfølgende vannrensing og reinfiltrasjon.	Reduserer spredning med grunnvann. Selv om forsøk viser god effekt med tanke på reduksjon i konsentrasjoner i vannet som er behandlet, vil det kunne ta lang tid å fjerne betydelige mengder. Avhenger av stedsspesifikke forhold og konsentrasjoner i jord/vann.	3*	Yao et al., 2015 Banzhaf et al., 2017
		Aktiv barriere	Etablering av aktive barrierer i grunnvannssone/grøft for å redusere spredning med grunnvann. Tre hovedtyper barrierer for henholdsvis adsorpsjon, utfelling eller fysisk/kjemisk nedbrytning av forurensning.	Reduserer spredning med grunnvann. Barrierer med sorbentmaterialer (for adsorpsjon) er antatt å være mest egnet for PFAS. Langtidseffekt er ikke dokumentert. Kan kreve oppfølging i lang tid etter tiltaksgjennomføring for dokumentasjon av effekt, samt evt behov for utskifting av barriere. Potensielt fortsatt restriksjoner på etterbruk.	2	Yao et al., 2015
		Kjemisk oksidasjon	Kjemisk oksidasjon med peroksoedisulfat.	Usikkerhet knyttet til effekt på forløpere og dannelse av mellomprodukter. Potensielt fortsatt restriksjoner på etterbruk.	2	Yao et al., 2015, 2016
		Stabilisering ("trap and treat")	Injeksjon av partikulært karbon i mettet sone for å redusere mobilitet av PFAS.	Forutsetter at man oppnår homogen fordeling av partikulært karbon i masser i mettet sone. Mindre effektiv for PFOA og kortkjedete PFAS (<C7). Kan ikke skiftes ut med nytt sorbentmateriale ved utilfredsstillende effekt eller metning av sorbent.	1	Ross et al., 2018
		Skumfraksjonering	Trykkluft føres ned i borehull slik at det dannes skum med oppkonsentrert PFAS i brønnen. Skummet kan så tas ut.	Virker kun på PFAS i brønnen og i dens nærmeste influensområde. Potensiale for ukontrollert spredning og kontaminering av grunnvann utenfor forurenset område.	1	Ross et al., 2018

* må kombineres med vannrensing

Metode		Beskrivelse	Fordeler og ulemper	Utviklingsnivå med dokumentert langtidseffekt 1 - lab 2 - pilot 3 - i bruk	Referanse
Ex situ løsninger	Forbrenning	Termisk behandling ved høy temperatur (1600-2000 °C) for destruksjon av PFAS <i>ex situ</i> . Baseres på elektriske, termiske eller plasma-baserte prosesser. Elektrisk prosess (med grafitt-elektrode) kan gjennomføres <i>in situ</i> .	Forventes i liten grad dannelse av biprodukter. Forutsetter tilgjengelighet av egnede forbrenningsanlegg. Krever utsolding av grovfraksjon, samt analyser av mineralinnhold og TOC. Høyt innhold av mineraljord er mindre egnet grunnet høy askerest. Energikrevende og forventet høy kostnad.	3	Yao et al., 2015 Ross et al., 2018
	Termisk desorpsjon	Termisk behandling av PFAS forurensede masser (400-500 °C), etterfulgt av behandling av avgasser ved 900-1000 °C.	Krever lavere temperaturer sammenliknet med forbrenning, men usikkert om tiltaket gir ønsket effekt for PFAS. Krever høyere temperaturer (>500 °C) for effektiv fjerning av PFOS og andre langkjedete PFAS. Ikke gjennomført forsøk i fullskala.	2	Ross et al., 2018
	Vasking	Vasking av masser <i>ex situ</i> , med vann, evt. tilsatt løsemiddel eller andre kjemikalier, med påfølgende vannrensing. Involverer ofte en separering av fine og grove fraksjoner, hvor det er finfraksjonen som behandles. Aktuelle metoder for behandling av finfraksjonen omfatter eks. forbrenning, deponering, ekstraksjon, mm.	Reduserer volumet av masser som må behandles dersom finfraksjonen separeres. Må ofte brukes i kombinasjon med andre metoder, særlig dersom massene inneholder en høy andel finstoff (se Yao et al., 2015 s. 325).	2*	Yao et al., 2015 Ross et al., 2018
	Superkritisk væske-ekstraksjon	Ekstraksjon av PFAS ved bruk av superkritisk CO ₂ , metanol og salpetersyre (HNO ₃).	Kan potensielt være en effektiv, miljøvennlig, lav-kostnadsmetode for fjerning av PFAS. Ikke gjennomført forsøk i fullskala.	1	Yao et al., 2015
	Høy-energi elektronstråling	Bruk av elektronakselerator for å generere et stort antall høy-energi elektroner, som danner en form for ioniserende stråling.	Unngår bruk av kjemikalier. Lite kunnskap om eventuelle biprodukter som dannes under prosessen.	1	Ross et al., 2018
	Dampgenerator	Dampbehandling av forurensede masser (1100 °C).	Høy temperatur (1100 °C) forventes å fjerne alle langkjedete og kortkjedete PFAS, inkl forløpere ("precursors"). Antatt lav kostnad sammenliknet med andre tiltak. Ikke gjennomført forsøk i fullskala. Småskala forsøk med planlagt oppstart i 2018.	1	Ross et al., 2018
	Knusing ("ball milling")	Oppknusing og finmaling av forurensede masser ved hjelp av stålkuler (5-10 mm i diameter). Prosessen medfører deformasjon av jordpartikler og økt temperatur på partikkeloverflaten, med påfølgende termisk destruksjon av PFAS.	Fysisk destruksjon uten bruk av kjemikalier. Ikke gjennomført forsøk i fullskala.	1	Ross et al., 2018
	Deponering eksternt	Oppgraving med eksternt deponering av masser. Kan omfatte masser i umettet og mettet sone.	Forurensning fjernes og potensiale for videre spredning på lokaliteteten opphører. Begrenset mottakskapasitet. Ingen destruksjon av PFAS. Potensielt lang transportavstand. Oppgraving av masser i mettet sone vil kreve grunnvannsrensing i anleggsfasen.	3	Ross et al., 2018 Yao et al., 2015

* må kombineres med vannrensing

Metode vannrensing	Beskrivelse	Fordeler	Ulemper	Referanse
Granulert aktivt karbon (GAC)	Rensing av PFAS-holdig vann gjennom granulert aktivt kull	Velutviklet, dokumentert god effekt for langkjedete PFAS ($\geq C7$). Kan rense ned til lave konsentrasjoner, men effekt avhenger av type opphavsmateriale for GAC.	Utfordringer ved partikkelholdig/humusholdig vann/andre organiske forurensninger ("inhibitory effect" selv ved lave konsentrasjoner av DOC, se Yong (2007)). Mindre effektiv for PFOA og kortkjedete PFAS ($< C7$).	McCleaf et al., 2017 Ross et al., 2018 Yong, 2007
Ionebytter	Ionebyttere med ulike funksjonelle grupper for å binde ulike typer forurensninger. Kan brukes som "etterpolering" etter behandling med GAC.	Høy bindingsevne for både langkjedete og kortkjedete PFAS sammenliknet med eks. GAC.	Utfordringer ved partikkelholdig/humusholdig vann/andre organiske forurensninger som vil kunne oppta bindingsplasser på ionebytter.	Ross et al., 2018 Zaggia et al., 2016
Andre sorbenter	En rekke ulike sorbentmaterialer er utprøvd med tanke på bindingskapasitet for PFAS (eks. kullmaterialer, aske, aktivert karbonfiber, polymerer). Et lovende produkt er Osorb (silika-basert polymer; ABS Materials). Osorb ekspanderer i kontakt med organiske forurensninger og absorberer disse fra vannfasen.	For Osorb; dokumentert effekt også ved høyt innhold av naturlig organisk materiale i vannet som skal behandles og lite sensitiv for endringer i pH. Kan muligens regenereres for PFAS-rensing etter behandling med metanol.	Lite utprøvd i fullskala.	Ross et al., 2018
Utfelling og sedimentering	Tilsetning av koagulant for adsorpsjon av PFAS, med påfølgende sedimentasjon. Deretter filtrering og avhending av slam.		Utprøvd for avløpsvann med høyere konsentrasjoner ($> 0,3 \mu\text{g/l}$) Utfordringer knyttet til filtrering og separasjon vann/slam. Potensielt store mengder slam som må avhendes.	Ross et al., 2018
Ozofraksjonering	Kjemisk oksidering av organiske forurensninger gjennom en serie av kolonner som inneholder ozon. Brukes gjerne i kombinasjon med revers osmose/nanofiltrering (RO/NF) som etterpolering.	Oksidering av både langkjedete og kortkjedete PFAS, inkl forløpere ("precursors"). Vil bryte ned/oksidere eks. hydrokarboner og naturlig organisk materiale, uten at dette reduserer effekten for PFAS.	Kan være utfordrende å oppnå tilstrekkelig lave konsentrasjoner (ng/l).	Ross et al., 2018
Revers osmose/nanofiltrering (RO/NF)	Rensing av PFAS-holdig vann ved en kombinasjon av revers osmose og nanofiltrering. Kan være et alternativ ved eks. drikkevannsbehandling der man har "rent vann" og skal oppnå svært lave konsentrasjoner.	Veldokumentert effekt for både langkjedete og kortkjedete PFAS, inkl forløpere ("precursors") Generer lite volum, høykonsentret avfallsprodukt	Uegnet ved høyt partikkelinnhold, organisk innhold eller høyt mineralinnhold.	Ross et al., 2018
Kjemisk oksidasjon	Bruk av ulike kjemiske oksidasjonsmidler for nedbrytning av PFAS, hvor fullstendig nedbrytning gir F^- og CO_2 .	Dokumentert effekt for oksidasjon av forløpere ("precursors").	Mindre effektiv for oksidasjon av perfluorsulfonater, sammenliknet med perfluorkarbonsyrlater. Kan være lite egnet for bruk <i>in situ</i> , grunnet potensiale for dannelse av mer mobile kortkjedete PFAS og økt spredningsrisiko.	Ross et al., 2018
Kjemisk reduksjon	Bruk av ulike kjemiske reduksjonsmidler for nedbrytning av PFAS, som i stor grad baserer seg på at fluoratomene i PFAS-forbindelsene har høy elektronegativitet og dermed er mer reduserbare.		Lite dokumentert effekt. Bekymring knyttet til eventuell anvendelse <i>in situ</i> grunnet bruk av jod-/svovelbaserte reduksjonsmidler og potensiale for ukontrollert spredning.	Ross et al., 2018
Sonolyse	Bruk av lydbølger (20-110 kHz) for å fremme kavitasjon (dannelse av mikrobobler) i vann, hvor PFAS molekyler vil ha affinitet for overflaten på boblene og gjennomgå termisk nedbrytning.	Dokumentert effekt for både langkjedete og kortkjedete PFAS. Synes å være egnet også der hvor man har en kompleks matris (partikler, org. mat., mineraler).	I hovedsak utprøvd for relativt høye konsentrasjoner ($> 10\,000 \text{ ng/l}$). Ikke utprøvd i fullskala. Kun laboratorieforsøk. Kan være betydelige utfordringer ved oppskalering.	Ross et al., 2018

VEDLEGG D – Vurdering av lokalitetenes egnethet

Vurdering av lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene «pump and treat» og tildekking/avskjerming – s. 1-2

Fargekoder

Uegnet
Egnet
Usikkert
Mangler informasjon

Lufthavn og lokalitet	PFOS i jord	Type masser	Ca. dyp til grunnvann	Dyp for beregning i jord uten usikkerhet	Dyp for PFOS i jord under grunnvannstand	Dybde for høyeste konsentrasjoner i jord	Konsentrasjoner ΣPFAS i grunnvann	Snitt konsentrasjoner ΣPFAS i grunnvann	Kommentar	Egnet for pump and treat - ref. rapportens Kap 3.2.2	Egnethet for tildekking/avskjerming - ref. rapportens Kap 3.2.2
	kg		m	m	m	m	ng/l	ng/l			
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	81	Grus i overflaten, deretter stein, grov sand, jord, sand over myr og/eller leire.	2	3,35	1,4	1-2,4	48500-261000	135850	Prøver fra to brønner tatt i mai 2012, ved etablering, og i 2014. I prøver fra 2014 er kons mellom 48000-175000.	Nei, pga myrmasser.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	51	Massene er oppgitt å bestå av sandig jord, sandig grus, grus, sand, fyllmasser, og jord. Myrområde vest og sør.	2	3,9	1,9	0-3,2	446000-1450000	948 000	To prøver tatt i samme brønn, høyeste kons. ved etablering og den er kun målt for PFOS. Lavere kons. for sum PFAS ett år etter.	Kan være egnet, men usikkert pga myrmasser i området rett vest og sør for BØF. Bør ta analyser av TOC i grunnvann.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	24	Området ligger på elveavsetninger, og består i hovedsak av sandige masser.	1,75	2,3	0,55	1-2,3, trolig ikke mye dypere			Ingen prøver av grunnvann.	Nei, her antas grunnvann å være sjøvann.	Nei, forurensning i kontakt med sjøvann.
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	Lite beskrevet, men beskrevet som marine avsetninger fra finsand til leire for lufthavnen generelt.	0,5	1,1	0,6	ca. 1, men fjell på 1,1 m	527	527	En prøve fra sjakt.	Nei, fjell på ca. 1,1 m.	Nei, forurensning i kontakt med gv. Sannsynlig at utvasking pågår pga. tidevannspåvirkning.
Kirkenes lufthavn Høybukta - BØF 1 (gammelt)	21	Breelavsetning med sand, grus og steiner.	6	2,6	-	0-2,6, kanskje dypere (6 m)	i.p.-5500	2018	Dyp til grunnvann er kun antatt i DP2 rapporten. Det er tatt ti prøver fra fire grunnvannsbrønner ca 200 m nordvest for BØF. Ni med PFAS påvist, og en prøve uten noe påvist.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller dybdeutstrekning på forurensningen.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller dybdeutstrekning på forurensningen.
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	14	Stein, grus, sand, myr, steinblokker.	1	2,5	1,5	0-2,5 kanskje dypere (4 m)	7610-45000	29737	Tre prøver fra tre brønner, alle tatt kort tid etter etablering i sjakt.	Nei, pga. myrmasser.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	13	Sand. Mellomsand, grovsand, finsand og silt.	2,5	3,2	0,7	0,1-3	640-67500	17118	Ni prøver fra tre brønner prøvetatt i 2012 og 2013.	Antas egnet ved kombinasjon med tiltak i masser i umettet sone.	Antas egnet ved kombinasjon med pump and treat (forurensningen i kontakt med grunnvann).
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	9,4	Sand, tynt lag med torv og strandavsetninger (avrundet småstein og skjellsand). Innslag av bygningsavfall .	-	1,2	-	0-1,2, trolig ikke mye dypere			Ingen prøver av grunnvann eller overflatevann.	Nei, grunnvann ikke påtruffet under prøvetaking. Grunnvannsdyp ikke kjent.	Grunnvann ikke påtruffet under prøvetaking. Kan være egnet, men det forurensede området må avgrenses i dypet, og grunnvannsnivå må undersøkes.
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	Pukk, stein, grus, sand, leire, organisk sand. I toppjord ved nye delen er pukk, sand og grus.	1,7	1,7	0	0-1,7, snittdyp fjell 1,7 m	23900	23900	En prøve fra sjakt.	Nei. Umettet sone ned til fjell/leire/grunnvann på ca. 1,7 meter.	Nei, sannsynlig at utvasking pågår pga. tidevannspåvirkning.
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	8,4	Massene er oppgitt til å bestå hovedsakelig av et lag med stein, grus og sand over skjellsand, leire og silt.	2	2	0	0-1,6	298-49500	13078	5 prøver. Tre prøver fra to brønner, og to er tatt i sjakt ved etablering av brønnene i sjakt.	Kan være egnet, men er svært sjønært.	Nei, sannsynlig at utvasking pågår pga. tidevannspåvirkning.
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	7,9	Jord med mye organisk materiale og antatt grusmasser sentralt på BØF	-	0,4	-	0-0,4	5750-14200	9975	To prøver fra en miljøbrønn ca 50 m sørvest for BØF - nedenfor kollen hvor BØF ligger. Etablert før DP2-undersøkelsene. Brønnen er 3 meter dyp, boret gjennom løsmasser og ned i fjell.	Nei. Feltet ligger på en fjellkole med tynt løsmassedecke. Ukjent om det er grunnvann over fjell på området for BØF.	Nei. Svært kupert skogsterreng rundt plattformen.
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	6,1	Løsmassene består generelt av oppfylte masser av blokker, sprengstein, sand og grus	0,5	1,8	1,3	0-1,8, kanskje dypere (3 m)	49800	49 800	Grunnvann i en sjakt nær/på BØF. Det er en brønn ved BØF, men den antas å være oppstrøms BØF.	Kan være egnet. Men svært lite prøvegrunnlag for grunnvann.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	5,4	Det er hovedsakelig finsand, samt noe jord, pukk og grus i beskrivelse av prøver	2,5	2 (3,5)	1	1,4-3,1 m, men tilførte masser 0-1,5 m (trekt fra i beregningen)	12800-86600	45400	Fire prøver fra en brønn.	Antas egnet ved kombinasjon med tiltak i masser i umettet sone.	Antas egnet ved kombinasjon med pump and treat (forurensningen i kontakt med grunnvann).
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	4,5	Sprengstein, stein og grus	< 2,5 m	2,5	-	0-1,3	87-1080	516	Tre prøver fra tre brønner.	Nei. Relativt lave konsentrasjoner i grunnvann vil gi liten effekt.	Kan være egnet, men vet ikke eksakt grunnvannsnivå annet enn at det er mindre enn 2,5 m under terreng.
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3,8	BØF på mektig løsmasseavsetning av sand- og grusmasser	> 5 m	3,6	-	0-3,6, kanskje dypere (6 m)			Ingen prøver av grunnvann.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller dybdeutstrekning på forurensningen.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller dybdeutstrekning på forurensningen.
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,8	Sand, grus og silt samt litt torv (0-50 cm under terreng)	1,35	1,1	-	0-1 ikke i dypere masser (undersøkt til 1,6 m)	624-33200	6217	Seks prøver fra fire brønner ved BØF (de har snitt kons. PFAS 7672 ng/l), og sju prøver fra fire brønner ved terminalområdet.	Antas egnet ved kombinasjon med tiltak i masser i umettet sone.	Antas egnet.
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	3,4	Sand/grus/stein over sprengstein mot sør, og mer sandige masser over jordmasser og fast fjell mot nord.	> 5 m	4	-	1,5-4, kanskje dypere (6,5 m)			Ingen prøver av grunnvann.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller dybdeutstrekning på forurensningen.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller dybdeutstrekning på forurensningen.
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	3,2	Grus, leire og sand.	2,5	1,2	-	0-1,9, snittdyp fjell 1,2 m			Ingen prøver av grunnvann. Men høy kons. i grøft med sigevann (11 000 ng/l) rett nedstrøms BØF.	Nei, snittdyp til fjell på ca. 1,2 m.	Kan være egnet, men det må kartlegges om forurenset sigevann skyldes vann som renner gjennom BØF fra grøft på østsiden. Må evt forhindre vanngjennomstrømningen.

Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	3,1	Blanding av matjord, pukk, strøsand, blokk og fjell. Myr mot vest.	1,2	1,3	0,1	0-1,25, kanskje dypere (2,3 m)	1100-72000	31275	Fire prøver. En prøve av vann i sjakt (tatt i 2011), og tre prøver fra tre brønner (tatt i 2012).	Nei, pga. myrmasser.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	Torv, skjellsand og jord	1,7	2	0,3	0-2, kanskje dypere (2,7 m)	1620-11600	6033	To prøver fra to brønner (tatt i 2012).	Nei, pga. torvmasser.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	2,8	Hovedsakelig sandige masser, med et lag av stein, grus og pukk øverst.	2,5	2,5	0	0-2,5, kanskje dypere (3,5 m)			Ingen prøver av grunnvann.	Har ikke informasjon om konsentrasjoner i grunnvann.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	2,6	Tynt grus- og pukklag med jord. Over strandavsetningene med lag av mellom- til fin- og grovsand.	-	1,9	-	0-1,8, trolig ikke mye dypere	910	910	Ikke beskrevet vanninnslag i sjakter på BØF eller fylling. Prøve av vann i en sjakt ca. 50 meter nord for fyllingen (som ligger rett nord for BØF).	Nei, fjell på mellom 0,7-2 meter.	Antas egnet.
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2,5	Massene er oppgitt å bestå av grus, sand, jord, siltig sand, skjellsand og fyllmasser.	2	3	1	0-2,7, kanskje dypere (4 m)	4140-15400	10637	12 prøver fra tre brønner (tatt i 2012 til 2014). Det er påvist betydelige konsentrasjoner av andre PFAS enn PFOS, tre prøver av kun PFOS fra 2011 er derfor ikke tatt med.	Kan være egnet, men er svært sjønt.	Nei, forurensning i kontakt med gv. Sannsynlig at utvasking pågår pga. tidevannspåvirkning.
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	2,1	Grus og sprengstein	1,5	2,2	0,7	0-2,1			Ingen prøver av grunnvann.	Har ikke informasjon om konsentrasjoner i grunnvann.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,1	Blanding av morene, organisk jord, stein, sand, leire, sprengstein med finstoff, myrjord.	1,4	3	1,6	1-3, kanskje dypere (4 m)	275-658	467	Grunnvannsbrønner i to sjakter på BØF, ett år etter etablering.	Nei. Relativt lave konsentrasjoner i grunnvann vil gi liten effekt.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	1,0	Grus over fjell	0,55	1,2	0,65	0-0,5, lavere kons i dypere masser (undersøkt til 1,2 m)			Ingen prøver av grunnvann.	Har ikke informasjon om konsentrasjoner i grunnvann.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Kirkenes lufthavn Høybukta - Driftsområdet	1,0	Sand, grus, stein, blokk, grus, grovsand.	> 30 m	2,5	-	0-2,5, kanskje dypere (6 m)			Ingen prøver av grunnvann.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller dybdeuttrekning på forurensningen.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller dybdeuttrekning på forurensningen.
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	1,0	Sprengstein, og noe organisk jord over fjell utenfor BØF.	< 3 m	1,6	-	0-1,5	102	102	En prøve fra sjakt.	Nei. Relativt lave konsentrasjoner i grunnvann vil gi liten effekt.	Nei, sannsynlig at utvasking pågår pga. tidevannspåvirkning. Grunnvannsnivå ukjent.
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	0,8	Sand	1,8	2,6	0,8	0-2,3	1030	1 030	Grunnvann fra brønn i sjakt ett år etter etablering. Brønnen er trolig litt oppstrøms det mest forurensede området.	Nei. Relativt lave konsentrasjoner i grunnvann vil gi liten effekt.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	0,7	Stein, grus, sand, steinblokker, og ett prøvepunkt S15 i myr rett utenfor BØF.	2,5	4	1,5	0,4-4, kanskje dypere (5 m)			Ingen prøver av grunnvann.	Har ikke informasjon om konsentrasjoner i grunnvann.	Nei, forurensning i kontakt med grunnvann.
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,6	Sand, grus, jord og torv samt en del stein.	0,5	1	0,5	0-1, kanskje dypere (1,7 m)	16-308	122	Prøver fra tre brønner. Usikkert om det er ved etablering. Lave konsentrasjoner, svært permeable masser.	Nei. Relativt lave konsentrasjoner i grunnvann vil gi liten effekt.	Nei, sannsynlig at utvasking pågår pga. tidevannspåvirkning.
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (ikke aktivt)	0,5	Grus, stein og sand.	-	0,7	-	0-1,3, snittdyp fjell 0,7 m			Ingen prøver av grunnvann.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann eller konsentrasjoner i grunnvann.	Har ikke informasjon om dyp til grunnvann. Ligger svært nær sjøen, sannsynlig at utvasking pågår pga. tidevannspåvirkning.

VEDLEGG E – Tiltaksgrenser

Kostnadsberegninger «pump and treat» - s. 1-3

Tiltaksgrenser tildekking - s. 4-8

Tiltaksgrenser oppgraving og ekstern deponering - s. 9-26

Stedsspesifikke tiltaksgrenser for «pump and treat» for de tre lokalitetene som er antatt egnet (n=3)

Tabell 1 i dette vedlegget viser beregnede mengder Σ PFAS fjernet ved ulike driftstider for «pump and treat»-tiltak og kost/effekt for å fjerne forurensning i mettet sone ved lokalitetene Lakselv BØF 3, Stavanger BØF 2 og Røros lufthavn. «Pump and treat»-tiltak i mettet sone er kun vurdert som egnet i kombinasjon med tiltak i umettet sone.

Med det eksisterende kartleggingsgrunnlag anses kost/effekt-beregningene kun som en mulighetsstudie. Det er ikke satt stedsspesifikke tiltaksgrenser for «pump and treat»-tiltak, men det er markert med gult i Tabell 1 til hvilket tiltaksomfang og hvilken driftstid det er estimert 100 % opprydding i mettet sone/grunnavann (gitt ingen ny tilførsel fra umettet sone).

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

VEDLEGG E

Tabell 1: Oversikt over beregnede mengder Σ PFAS (kg) i grunnvann/mettet sone, andel fjernet av total i mettet sone over de antall år som tiltaket pågår, kost/effekt (kroner per kg fjernet) over det antall år som tiltaket pågår.

Lufthavn og lokalitet		Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	Stavanger lufthavn - BØF 2 (gammelt)	Røros lufthavn
Beregnet mengde Σ PFAS i mettet sone (kg)		1,1	3,0	1,2
Ved pumping av 1 brønn				
PFAS fjernet over ett år	kg	0,40	0,21	0,003
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%	37 %	7 %	0,3 %
Kost/effekt over ett år	kr/kg	6 892 680	13 368 401	936 350 809
PFAS fjernet over to år	kg	0,80	0,43	0,01
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%	74 %	14 %	0,5 %
Kost/effekt over to år	kr/kg	3 616 560	7 000 833	491 299 376
PFAS fjernet over tre år	kg	1,20	0,64	0,01
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%	100 %	21 %	1 %
Kost/effekt over tre år	kr/kg	2 524 521	4 878 310	342 948 898
PFAS fjernet over ti år	kg		2,15	0,03
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%		70 %	3 %
Kost/effekt over ti år	kr/kg		1 906 778	135 258 229
PFAS fjernet over tjue år	kg		4,30	0,06
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%		141 %	5 %
Kost/effekt over tjue år	kr/kg		1 270 021	90 753 086
Ved pumping av 3 brønner				
PFAS fjernet over ett år	kg	1,20	0,64	0,01
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%	100 %	21 %	1 %
Kost/effekt over ett år	kr/kg	3 221 048	4 841 059	340 228 431
PFAS fjernet over tre år	kg		1,93	0,03
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%		63 %	2 %
Kost/effekt over tre år	kr/kg		1 804 080	127 314 087
PFAS fjernet over fem år	kg		3,22	0,04
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%		100 %	4 %
Kost/effekt over fem år	kr/kg		1 196 684	84 731 218
PFAS fjernet over ti år	kg			0,09
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%			8 %
Kost/effekt over ti år	kr/kg			52 794 067
PFAS fjernet over tjue år	kg			0,18
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%			15 %
Kost/effekt over tjue år	kr/kg			36 825 491

Ved pumping av 6 brønner				
PFAS fjernet over ett år	kg		1,29	0,02
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%		42 %	2 %
Kost/effekt over ett år	kr/kg		2 690 598	189 837 603
PFAS fjernet over tre år	kg		3,87	0,05
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%		100 %	5 %
Kost/effekt over tre år	kr/kg		1 016 897	72 045 151
PFAS fjernet over ti år	kg			0,18
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%			15 %
Kost/effekt over ti år	kr/kg			30 817 793
PFAS fjernet over tjue år	kg			0,35
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%			30 %
Kost/effekt over tjue år	kr/kg			21 983 359

Ved pumping av 9 brønner				
PFAS fjernet over ett år	kg		1,93	0,03
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%		63 %	2 %
Kost/effekt over ett år	kr/kg		1 998 612	141 520 971
PFAS fjernet over to år	kg		3,87	0,05
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%		100 %	5 %
Kost/effekt over to år	kr/kg		1 084 155	76 957 105
PFAS fjernet over tre år	kg			0,08
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%			7 %
Kost/effekt over tre år	kr/kg			55 435 817
PFAS fjernet over ti år	kg			0,26
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%			23 %
Kost/effekt over ti år	kr/kg			25 306 013
PFAS fjernet over tjue år	kg			0,53
Andel av total i grunnvann/mettet sone	%			46 %
Kost/effekt over tjue år	kr/kg			18 849 626

Stedsspesifikke tiltaksgrenser for tildekking/avskjerming for de fire lokalitetene som er vurdert egnet (n=4)

Tabell 2 viser beregnede kostnader, tiltakseffektivitet, kost/effekt og tiltaksgrenser (markert med gult) for tildekkings-tiltak ved de fire lokalitetene som er vurdert egnet. Lakselv BØF 3 og Stavanger BØF 2 er kun vurdert som egnet for tildekking i kombinasjon med «pump and treat»-tiltak i mettet sone. Det er også vist kostnader for tiltak på total mengde inkludert positiv usikkerhet (skyggelagt med blått i tabellen), men som beskrevet i kap. 3.2.4.2 i rapporten har dette ikke vært en del av vurderingen av stedsspesifikke tiltaksgrenser. Det er kommentert i Tabell 2 for de lokalitetene hvor det er lagt 20 % til mengden PFOS pga. indikasjon på betydelig forurensning av andre PFAS-forbindelser. Figur 1 til Figur 4 viser kroner per kg Σ PFAS tildekket og kg Σ PFAS tildekket ved de fire lokalitetene. Sort strek markerer hvor tiltaksgrensen er satt.

Tabell 2: Beregnede kostnader, tiltakseffektivitet, kost/effekt og tiltaksgrenser (markert med gult) for tildekkings-tiltak ved de fire lokalitetene som er vurdert egnet. Lakselv BØF 3 og Stavanger BØF 2 er kun vurdert som egnet for tildekking i kombinasjon med «pump and treat» tiltak i mettet sone.

Lufthavn og lokalitet		Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling
Kommentar til beregningen		Plattform areal er trukket fra	Mengde i umettet sone	Lagt til PFAS	Lagt til PFAS
Mengde PFOS/ Σ PFAS inkludert positiv usikkerhet	kg	26	9	8,6	5,5
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS/ Σ PFAS	m ²	22300	28230	47100	24500
Omkrets av areal	m	590	660	868	809
Dybde med PFOS/ Σ PFAS	m	3,2	2	1,1	1,9
Tiltakseffektivitet	g/m ³	0,3	0,2	0,2	0,2
Avretting av terreng før membran	kr	735 900	931 590	4 710 000	2 450 000
Avrettingsmasser inkl. tilkjøring og utlegging	kr	3 166 600	4 008 660	11 398 200	5 929 000
Pris for grøfter	kr	1 321 600	924 000	668360	1075970
Pris for membran	kr	4 460 000	5 646 000	9420000	4900000
Pris for tildekking av all PFOS/ Σ PFAS	kr	9 684 100	11 510 250	26 196 560	14 354 970
Kost-effekt	kr/kg	370 690	1 235 177	3 046 112	2 609 995

Mengde PFOS/ Σ PFAS > 3 μ g/kg	kg	13	3,8	4,5	3,2
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS/ Σ PFAS	m ²	12115	12172	27705	8190
Omkrets av areal	m	453	475	738	757
Dybde med PFOS/ Σ PFAS	m	3,2	2	1,1	1,9
Tiltakseffektivitet	g/m ³	0,3	0,2	0,1	0,2
Andel av total mengde PFOS/ Σ PFAS	%	100 %	70 %	100 %	100 %
Avretting av terreng før membran	kr	399 795	401 676	2 770 500	819 000
Avrettingsmasser inkl. tilkjøring og utlegging	kr	1 720 330	1 728 424	6 704 610	1 981 980
Pris for grøfter	kr	1 014 720	665 000	568 260	1 006 810
Pris for membran	kr	2 423 000	2 434 400	5 541 000	1 638 000
Pris for tildekking	kr	5 557 845	5 229 500	15 584 370	5 445 790
Kost-effekt	kr/kg	429 373	1 393 900	3 433 882	1 724 436

Lufthavn og lokalitet		Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling
Mengde PFOS/ΣPFAS > 30 µg/kg	kg	13	3,7	4,0	2,9
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS/ΣPFAS	m2	7771	10257	13505	4376
Omkrets av areal		390	431	520	573
Dybde med PFOS/ΣPFAS	m	3,2	2	1,1	1,9
Tiltakseffektivitet	g/m3	0,4	0,2	0,3	0,4
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	97 %	69 %	89 %	92 %
Avretting av terreng før membran	kr	256 443	338 481	1 350 500	437 600
Avrettingsmasser inkl. tilkjøring og utlegging	kr	1 103 482	1 456 494	3 268 210	1 058 992
Pris for grøfter	kr	873 600	603 400	400 400	762 090
Pris for membran	kr	1 554 200	2 051 400	2 701 000	875 200
Pris for tildekking	kr	3 787 725	4 449 775	7 720 110	3 133 882
Kost-effekt	kr/kg	300 427	1 210 458	1 915 378	1 074 514

Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	kg	11	2,9	2,5	2,1
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS/ΣPFAS	m2	4582	4575	3596	1553
Omkrets av areal		309	262	278	303
Dybde med PFOS/ΣPFAS	m	3,2	2	1,1	1,9
Tiltakseffektivitet	g/m3	0,6	0,3	0,6	0,7
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	84 %	54 %	56 %	67 %
Avretting av terreng før membran	kr	151 206	150 975	359 600	155 300
Avrettingsmasser inkl. tilkjøring og utlegging	kr	650 644	649 650	870 232	375 826
Pris for grøfter	kr	692 160	366 800	214 060	402 990
Pris for membran	kr	916 400	915 000	719 200	310 600
Pris for tildekking	kr	2 410 410	2 082 425	2 163 092	1 244 716
Kost-effekt	kr/kg	216 970	717 525	850 985	584 483

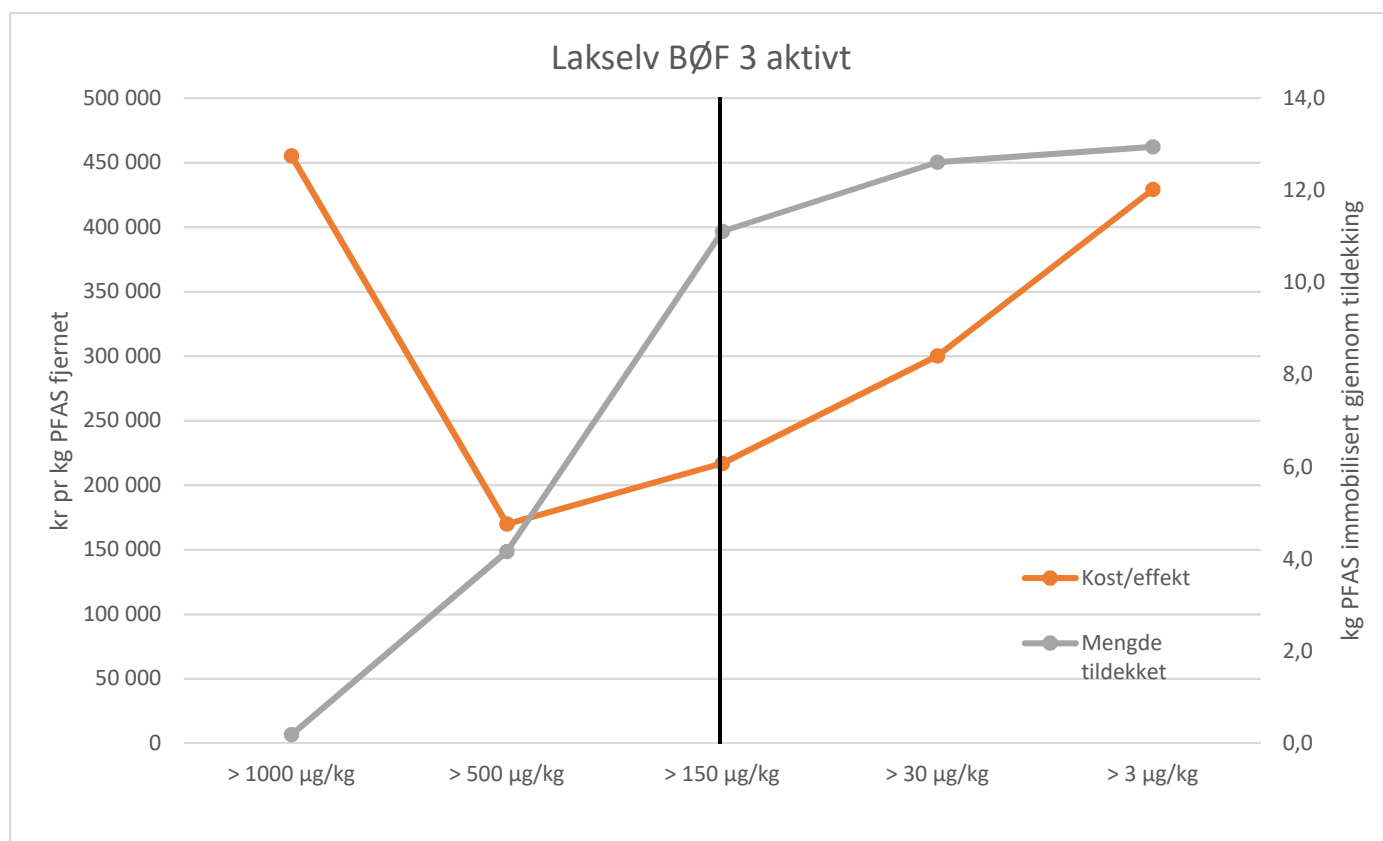
Mengde PFOS/ΣPFAS > 500 µg/kg	kg	4,2	0,8	0,4	1,5
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS/ΣPFAS	m2	1118	733	290	668
Omkrets av areal		129	160	169	127
Dybde med PFOS/ΣPFAS	m	3,2	2	1,1	1,9
Tiltakseffektivitet	g/m3	1,1	0,5	1,2	1,2
Andel av total mengde PFOS/ΣPFAS	%	32 %	15 %	9 %	47 %
Avretting av terreng før membran	kr	36 894	24 189	29 000	66 800
Avrettingsmasser inkl. tilkjøring og utlegging	kr	158 756	104 086	70 180	161 656
Pris for grøfter	kr	288 960	224 000	130 130	168 910
Pris for membran	kr	223 600	146 600	58 000	133 600
Pris for tildekking	kr	708 210	498 875	287 310	530 966
Kost-effekt	kr/kg	169 975	623 638	744 518	357 782

Oppdragsnr.: 5185352 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J01

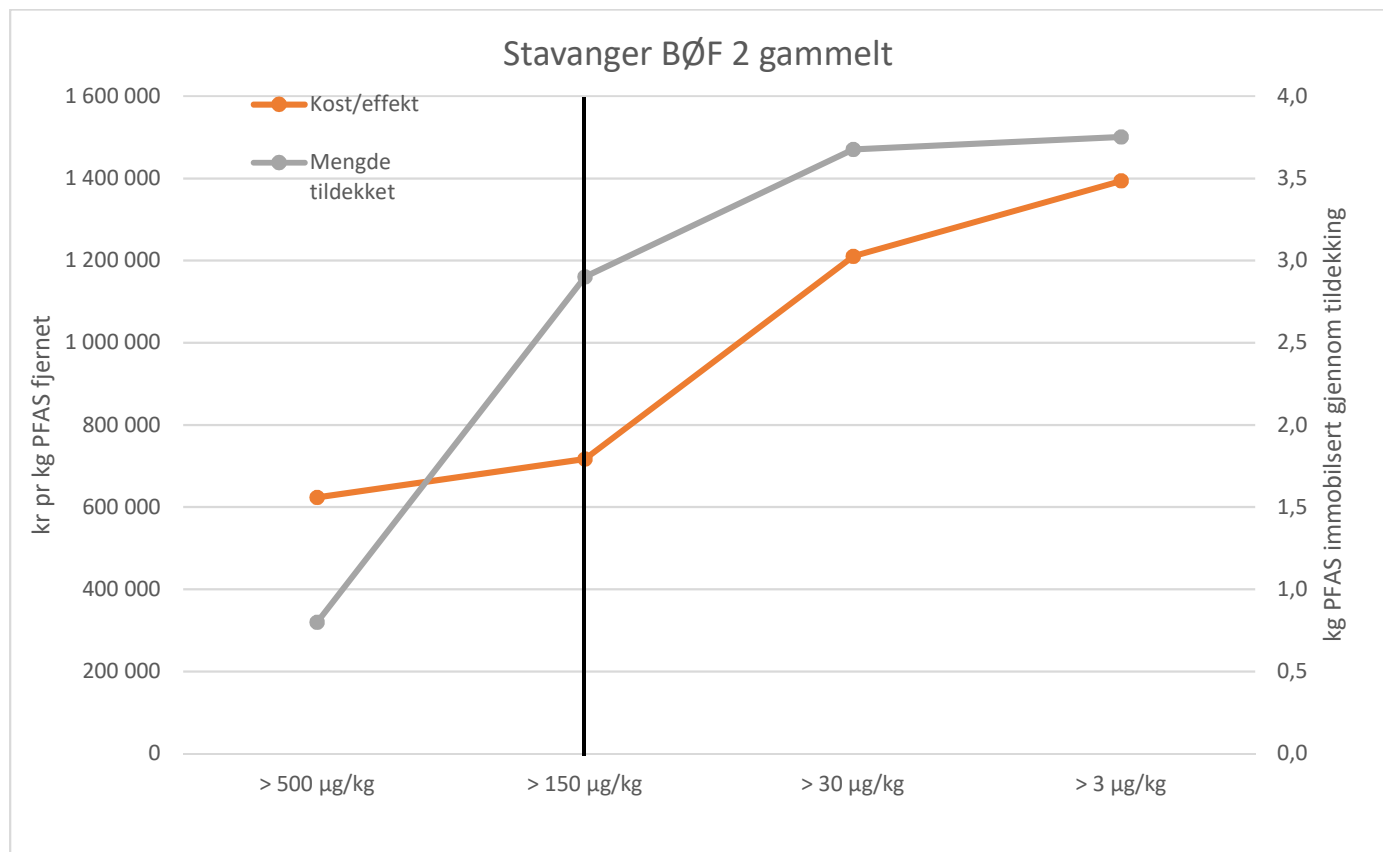
VEDLEGG E

Lufthavn og lokalitet		Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling
Mengde PFOS/ΣPFAS > 1000 µg/kg	kg	0,2			0,7
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS/ΣPFAS	m2	35			237
Omkrets av areal		33			80
Dybde med PFOS/ΣPFAS	m	3,2			1,9
Tiltakseffektivitet	g/m3	1,7			1,6
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	1 %			23 %
Avretting av terreng før membran	kr	1 155			23 700
Avrettingsmasser inkl. tilkjøring og utlegging	kr	4 970			57 354
Pris for grøfter	kr	73 920			106 400
Pris for membran	kr	7 000			47 400
Pris for tildekking	kr	87 045			234 854
Kost-effekt	kr/kg	455 241			323 922

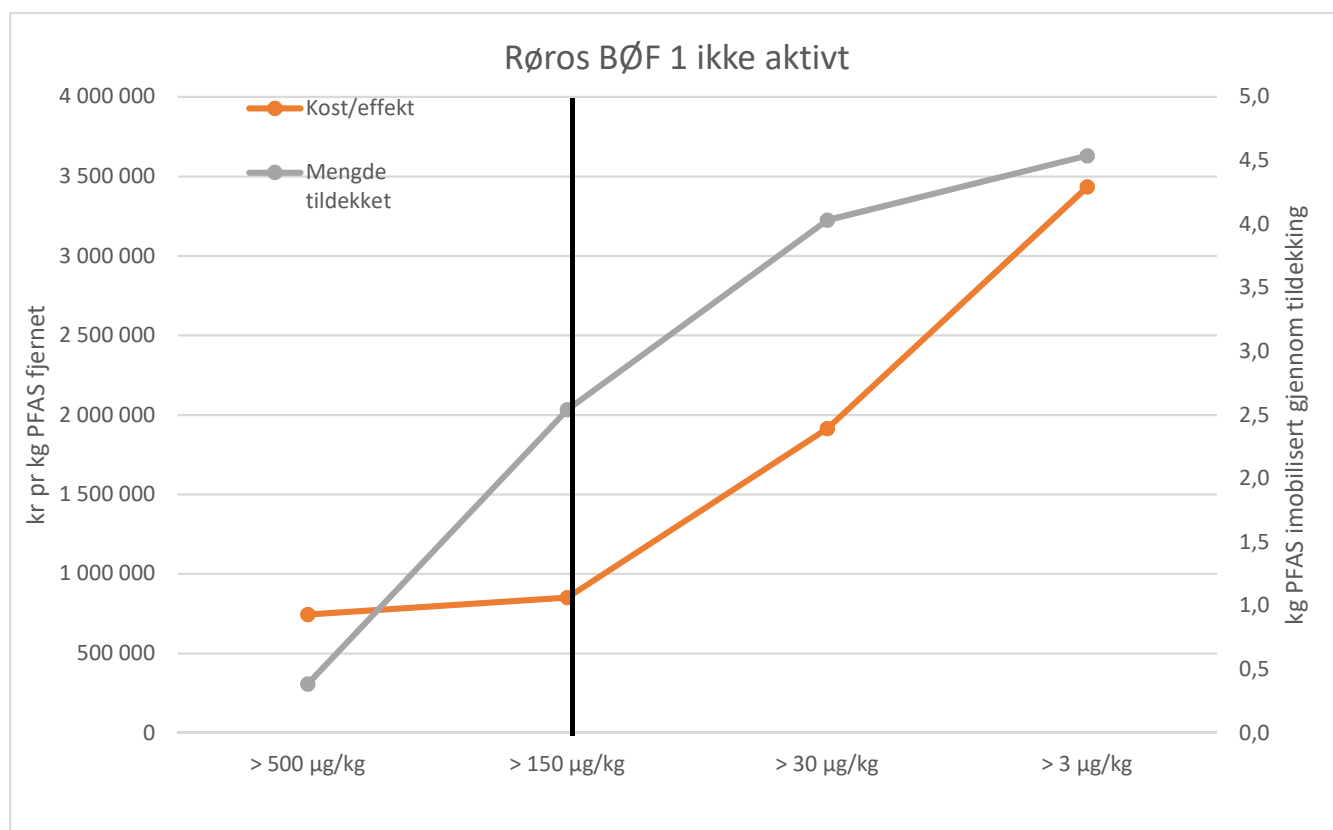
Mengde PFOS/ΣPFAS > 3000 µg/kg	kg				
Areal rundt BØF med forhøyet PFOS/ΣPFAS	m2				
Dybde med PFOS/ΣPFAS	m				
Tiltakseffektivitet	g/m3				
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%				
Avretting av terreng før membran	kr				
Avrettingsmasser inkl. tilkjøring og utlegging	kr				
Pris for grøfter	kr				
Pris for membran	kr				
Pris for tildekking	kr				
Kost-effekt	kr/kg				



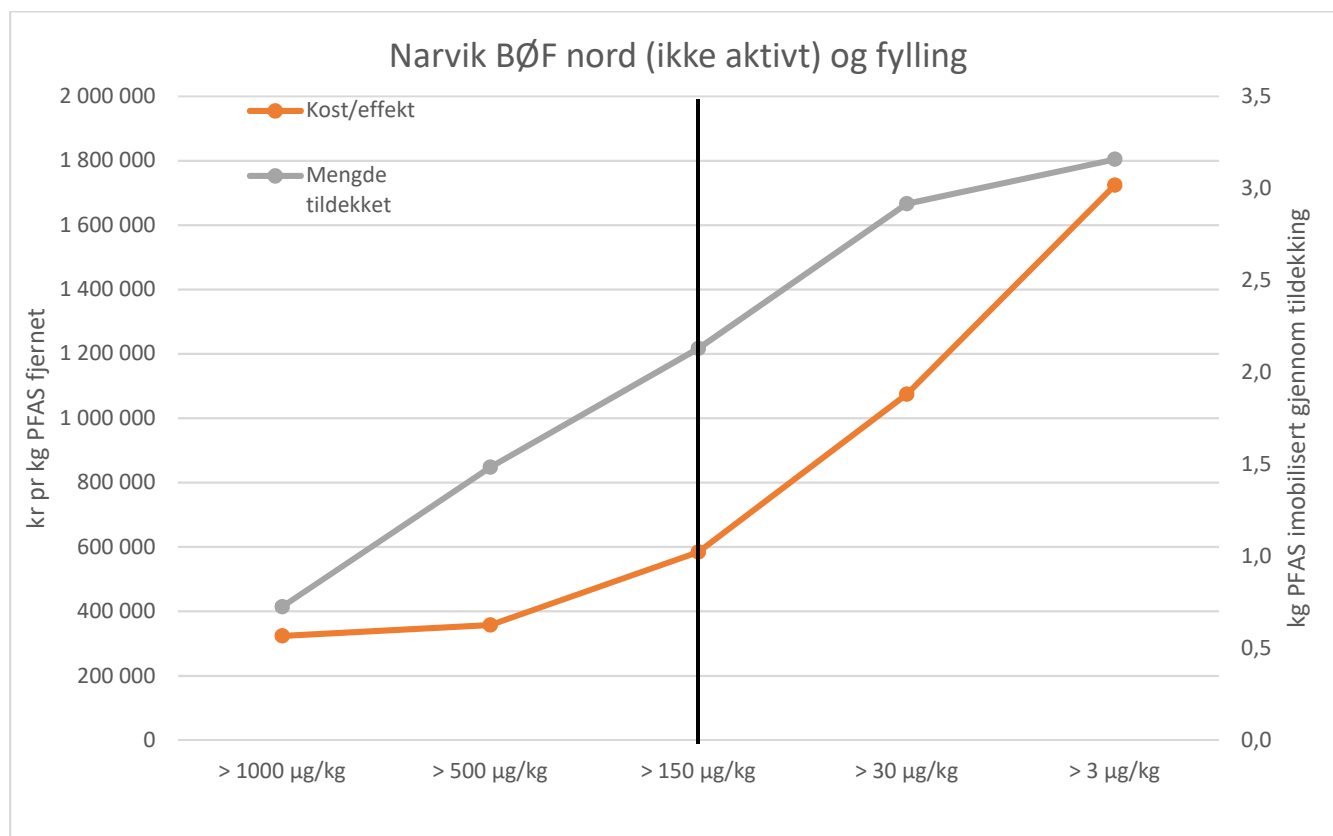
Figur 1: Ved Lakselv BØF 3 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg, som immobiliserer 84 % av forurensningen.



Figur 2: Ved Stavanger BØF 2 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg, som immobiliserer 54 % av forurensningen.



Figur 3: Ved Røros BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg, som immobiliserer 56 % av forurensningen.



Figur 4: Ved Narvik BØF nord og fylling er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg, som immobiliserer 67 % av forurensningen.

Stedsspesifikke tiltaksgrenser for gravetiltak ved alle lokaliteter i del 2 (n= 32)

Tabell 3 i dette vedlegget viser beregnede kostnader for gravetiltak for mengden PFOS/ Σ PFAS over de ulike konsentrasjonsgrensene for de 32 lokalitetene det er beregnet mengder for. Tabellen gir en oversikt over mengder PFOS/ Σ PFAS (kg), volum masser (m^3), tiltakseffektivitet (g/m^3) pris for fjerning av forurensning og kost-effekt (kroner per kg fjernet) over de ulike konsentrasjonsgrensene, samt tiltakspris (total kostnad). Det er også vist kostnader for tiltak på total mengde inkludert positiv usikkerhet (skyggelagt med blått i tabellen), men som beskrevet i kap. 3.2.4.2 i rapporten har dette ikke vært en del av vurderingen av stedsspesifikke tiltaksgrenser.

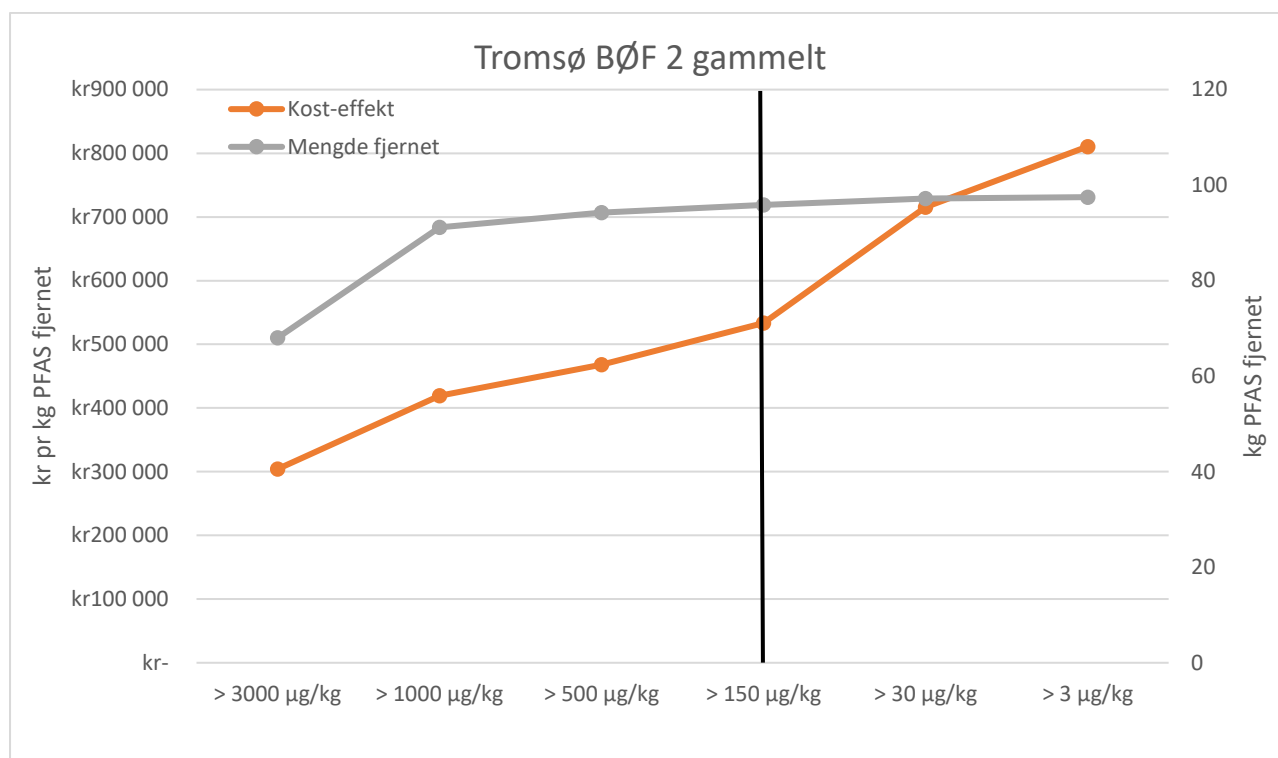
Det er kommentert i Tabell 3 for de lokalitetene hvor det er lagt 20 % til mengden PFOS pga. indikasjon på betydelig forurensning av andre PFAS-forbindelser. Det er også kommentert for de lokalitetene hvor det er lagt til kostnader forrensning av vann i gravegrop under grunnvannstand og merkostnader for aktive brannøvingsfelter (unntatt for Tromsø, Ålesund og Alta som skal legges ned fra 2020).

Figur 5 til Figur 34 viser kroner per kg Σ PFAS fjernet og kg Σ PFAS fjernet ved 30 av de 32 lokalitetene, og en kort beskrivelse til hver figur. For de to siste lokalitetene, Kirkenes driftsområdet og Kristiansund BØF A er det ikke beregnet at det er mengder over konsentrasjonsgrensen 150 $\mu g/kg$. Tiltaksgrensen er satt til den konsentrasjonsgrensen hvor mengden PFOS/ Σ PFAS fjernet blir betydelig redusert, og/eller kostnad per kg fjernet går betydelig opp. Beskrivelsen til hver figur oppgir til hvilken konsentrasjon tiltaksgrensen er foreslått satt, og andel Σ PFAS fjernet ved denne grensen. Det er også oppgitt økning i kroner per kg fjernet og totale tiltakskostnader ved å sette tiltaksgrensen til en lavere konsentrasjonsgrense (ref. kostnadsberegningene gitt tabellen i dette vedlegget), samt forskjellen i mengde Σ PFAS fjernet. Rekkefølgen for lokalitetene er den samme som i Tabell 3 som viser kostnadsberegningene og i Figur 5 til Figur 34 .

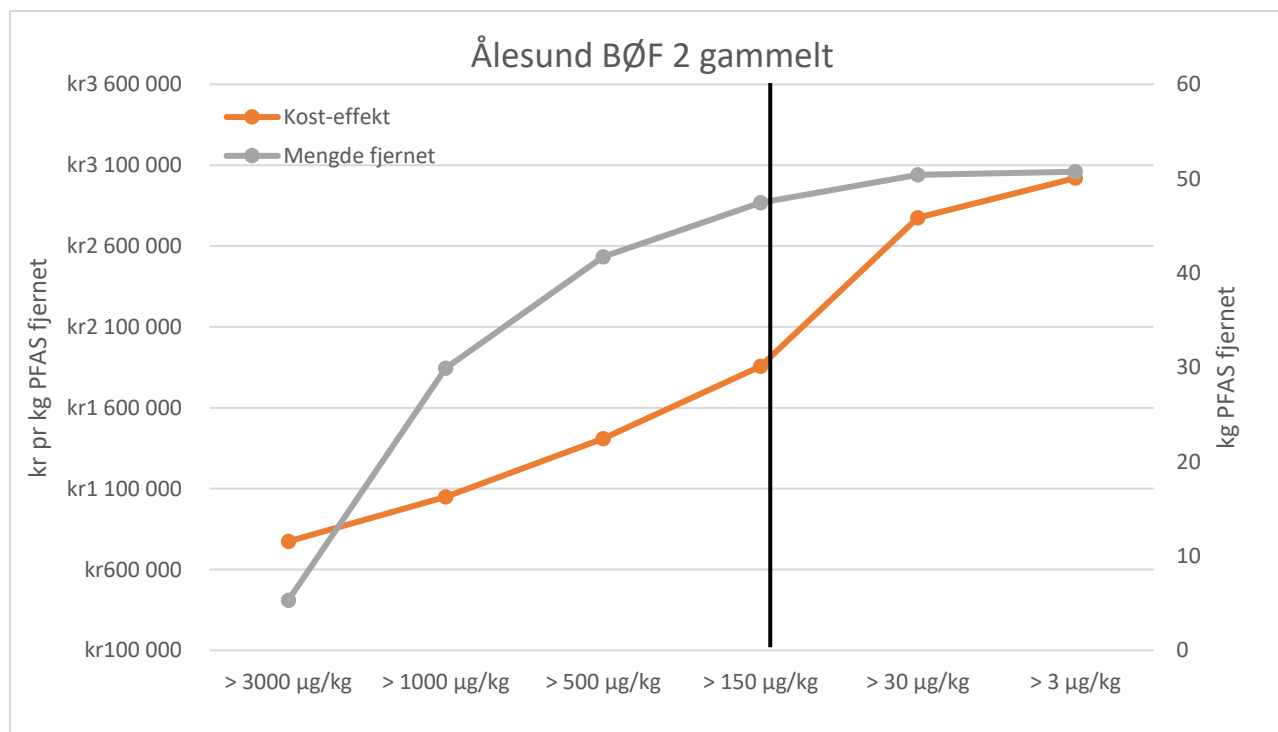
For lokaliteter med aktivt brannøvingsfelt som skal videreføres etter eventuelt tiltak er en kostnad på 80 MNOK tillagt den totale kostnaden for tiltak ved hver konsentrasjonsgrense. I figurene for disse lokaliteten vil tiltak på mengder over konsentrasjonsgrensene 3000 $\mu g/kg$ og 1000 $\mu g/kg$ ha en høyere pris per kg Σ PFAS fjernet enn de lavere konsentrasjonsgrensene (eksempel Lakselv BØF 3 og Molde BØF 1). Kurven for pris per kg Σ PFAS fjernet får sitt laveste punkt ved $>150 \mu g/kg$.

Lufthavn og lokalitet		Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - BØF 1 (gammelt)	Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)
Kommentar til beregningen		Lagt til PFAS og vannrensing	Lagt til vannrensing	Lagt til vannrensing	Lagt til vannrensing		Lagt til PFAS og vannrensing	Lagt til vannrensing og kost. for aktiv		Beregnet for PFAS (i del 1 av pålegget), lagt til kost. for aktiv	Lagt til PFAS	Lagt til PFAS	Lagt til vannrensing	Lagt til forflytning av tilførte masser 0- 1,5 m på BØF.			Lagt til PFAS
Mengde PFOS/ΣPFAS inkludert positiv usikkerhet	kg	223	131	36	55	68	89	26	27	20	27	37	15	13	8,2	8	8,6
Volum masser	m3	75 849	181 920	37 428	10 610	148 039	33 614	87 621	42 801	26 684	21 399	13 860	20 588	59 427	83 111	33 118	56 897
Tiltakseffektivitet	g/m3	2,9	0,7	1,0	5,2	0,5	2,7	0,3	0,6	0,8	1,2	2,7	0,7	0,2	0,1	0,3	0,2
Tiltakspris	kr/m3	2 313	2 122	1 901	2 377	2 573	2 156	1 966	2 261	2 161	1 987	1 909	1 675	1 893	1 611	2 228	3 040
Pris for fjerning av all PFOSΣPFAS	kr	176 049 092	387 615 626	71 767 438	25 821 024	380 967 907	73 087 962	252 854 309	96 774 769	137 651 702	42 514 690	26 457 984	35 091 294	120 105 024	133 866 318	73 801 881	172 953 232
Kost-effekt	kr/kg	789 727	2 953 452	2 016 884	470 073	5 628 976	820 313	9 678 798	3 551 108	6 841 655	1 597 321	718 979	2 400 314	9 022 019	16 421 201	8 812 606	20 032 936
Mengde PFOS/ΣPFAS > 3 µg/kg	kg	97	51	24	22	21	17	13	9,4	9,3	10	9,4	6,1	5,4	4,5	3,8	4,5
Volum masser	m3	33 902	71 417	26 340	4 365	45 287	6 508	44 208	14 858	12 714	8 228	3 565	8 759	24 344	47 045	15 134	30 476
Vekt jord totalt i undersøkt volum	tonn	54 243	104 983	42 143	6 984	76 988	11 714	70 733	25 259	22 886	13 988	5 347	15 766	38 950	79 977	25 728	51 808
Tiltakseffektivitet	g/m3	2,9	0,7	0,9	5,1	0,5	2,6	0,3	0,6	0,7	1,2	2,6	0,7	0,2	0,1	0,2	0,1
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Tiltakspris	kr/m3	2 313	2 122	1 901	2 377	2 573	2 156	1 966	2 261	2 161	1 987	1 909	1 675	1 893	1 611	2 228	3 040
Pris for fjerning	kr	79 021 819	153 178 018	50 684 858	10 977 397	116 542 049	14 636 585	167 510 630	33 595 206	107 469 788	16 347 137	6 805 203	15 275 751	49 364 763	75 775 382	33 726 270	92 637 954
Kost-effekt	kr/kg	810 634	3 019 617	2 136 194	490 135	5 661 098	851 006	12 941 077	3 591 721	11 506 807	1 621 016	720 976	2 503 655	9 210 574	16 919 118	8 917 371	20 411 978
Mengde PFOS/ΣPFAS > 30 µg/kg	kg	97	50	24	22	20	17	13	9,2	9,2	10	9,4	6,0	5,3	4,3	3,7	4,0
Volum masser	m3	29 792	65 153	23 863	4 365	40 342	6 508	30 307	12 570	11 127	5 884	3 564	7 753	20 514	35 055	13 158	14 856
Tiltakseffektivitet	g/m3	3,3	0,8	1,0	5,1	0,5	2,6	0,4	0,7	0,8	1,7	2,6	0,8	0,3	0,1	0,3	0,3
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	100 %	99 %	100 %	100 %	99 %	100 %	97 %	99 %	98 %	99 %	100 %	99 %	98 %	95 %	98 %	89 %
Tiltakspris	kr/m3	2 313	2 122	1 901	2 377	2 573	2 156	1 966	2 261	2 161	1 987	1 909	1 675	1 893	1 611	2 228	3 040
Pris for fjerning	kr	69 514 032	139 889 941	45 975 008	10 977 397	103 815 962	14 636 585	140 183 601	28 421 078	104 039 278	11 690 150	6 804 440	13 590 265	41 598 289	56 463 089	29 321 959	45 157 032
Kost-effekt	kr/kg	715 210	2 774 701	1 945 339	490 135	5 088 328	851 006	11 118 804	3 079 450	11 347 246	1 173 947	720 976	2 251 239	7 921 094	13 251 337	7 896 708	11 203 567
Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	kg	96	47	23	22	19	17	11	8,4	8,9	9,7	9,4	5,8	4,1	2,4	2,6	2,5
Volum masser	m3	21 835	40 747	17 910	3 644	33 311	6 423	18 182	4 225	8 486	3 786	3 487	5 184	9 150	9 653	5 792	3 956
Tiltakseffektivitet	g/m3	4,4	1,2	1,3	6,0	0,6	2,7	0,6	2,0	1,0	2,7	2,7	1,1	0,5	0,2	0,5	0,6
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	98 %	94 %	96 %	98 %	94 %	99 %	84 %	90 %	95 %	96 %	100 %	95 %	77 %	53 %	70 %	56 %
Tiltakspris	kr/m3	2 313	2 122	1 901	2 377	2 573	2 156	1 966	2 261	2 161	1 987	1 909	1 675	1 893	1 611	2 228	3 040
Pris for fjerning	kr	51 110 614	88 111 121	34 657 373	9 265 035	85 723 776	14 453 292	116 347 940	9 553 281	98 335 229	7 521 908	6 656 301	9 287 603	18 554 370	15 547 282	12 908 080	12 024 042
Kost-effekt	kr/kg	533 210	1 857 336	1 525 122	420 582	4 422 371	847 109	10 472 890	1 132 313	11 106 693	778 876	707 037	1 596 612	4 475 194	6 534 280	4 891 245	4 730 395
Mengde PFOS/ΣPFAS > 500 µg/kg	kg	94	42	19	21	11	15	4,2	7,7	6,9	9,1	8,9	5,0	1,1	0,5		0,4
Volum masser	m3	18 810	26 930	9 400	2 915	13 663	3 103	3 802	2 482	4 282	2 838	2 739	2 830	1 466	983		319
Tiltakseffektivitet	g/m3	5,0	1,5	2,0	7,2	0,8	4,9	1,1	3,1	1,6	3,2	3,3	1,8	0,8	0,5		1,2
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	97 %	82 %	78 %	94 %	56 %	88 %	32 %	82 %	74 %	90 %	94 %	82 %	21 %	11 %		9 %
Tiltakspris	kr/m3	2 313	2 122	1 901	2 377	2 573	2 156	1 966	2 261	2 161	1 987	1 909	1 675	1 893	1 611		3 040
Pris for fjerning	kr	44 113 440	58 796 266	18 476 828	7 531 760	35 160 665	7 294 081	88 077 299	5 610 958	89 252 092	5 638 451	5 229 133	5 343 748	2 972 755	1 582 513		969 681
Kost-effekt	kr/kg	467 916	1 409 705	994 736	356 957	3 067 432	481 846	21 139 125	728 535	12 892 707	619 218	586 266	1 068 190	2 601 344	3 116 680		2 512 773
Mengde PFOS/ΣPFAS > 1000 µg/kg	kg	91	30	13	16	0,9	15	0,2	6,8	4,6	8,1	7,7	3,8				
Volum masser	m3	16 261	14 001	4 938	1 329	650	2 725	112	1 564	1 698	2 050	1 854	1 435				
Tiltakseffektivitet	g/m3	5,6	2,1	2,7	12,2	1,4	5,5	1,7	4,4	2,7	3,9	4,1	2,7				
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	94 %	59 %	56 %	73 %	4 %	87 %	1 %	73 %	50 %	80 %	81 %	62 %				
Tiltakspris	kr/m3	2 313	2 122	1 901	2 377	2 573	2 156	1 966	2 261	2 161	1 987	1 909	1 675				
Pris for fjerning	kr	38 216 598	31 367 888	9 992 974	3 761 950	1 672 724	6 480 045	80 824 061	3 535 338	83 669 250	4 072 877	3 539 286	3 006 983				
Kost-effekt	kr/kg	419 202	1 048 489	757 807	231 147	1 901 970	431 245	422 705 837	517 717	18 068 565	503 051	460 510	789 899				
Mengde PFOS/ΣPFAS > 3000 µg/kg	kg	68	5,3		16		10,6		4,6	1,4	3,4	3,5	1,8				
Volum masser	m3	8 680	1 158		1 329		1 278		598	284	526	423	385				
Tiltakseffektivitet	g/m3	7,8	4,6		12,2		8,3		7,8	4,9	6,5	8,2	4,7				
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	70 %	10 %		73 %		61 %		50 %	15 %	34 %	37 %	30 %				
Tiltakspris	kr/m3	2 313	2 122		2 377		2 156		2 261	2 161	1 987	1 909	1 675				
Pris for fjerning	kr	20 681 046	4 121 539		3 761 950		3 358 672		1 351 188	80 613 378	1 045 041	807 889	1 249 134				
Kost-effekt	kr/kg	304 098	773 846		231 147		317 593		291 370	58 171 675	307 187	234 067	688 672				

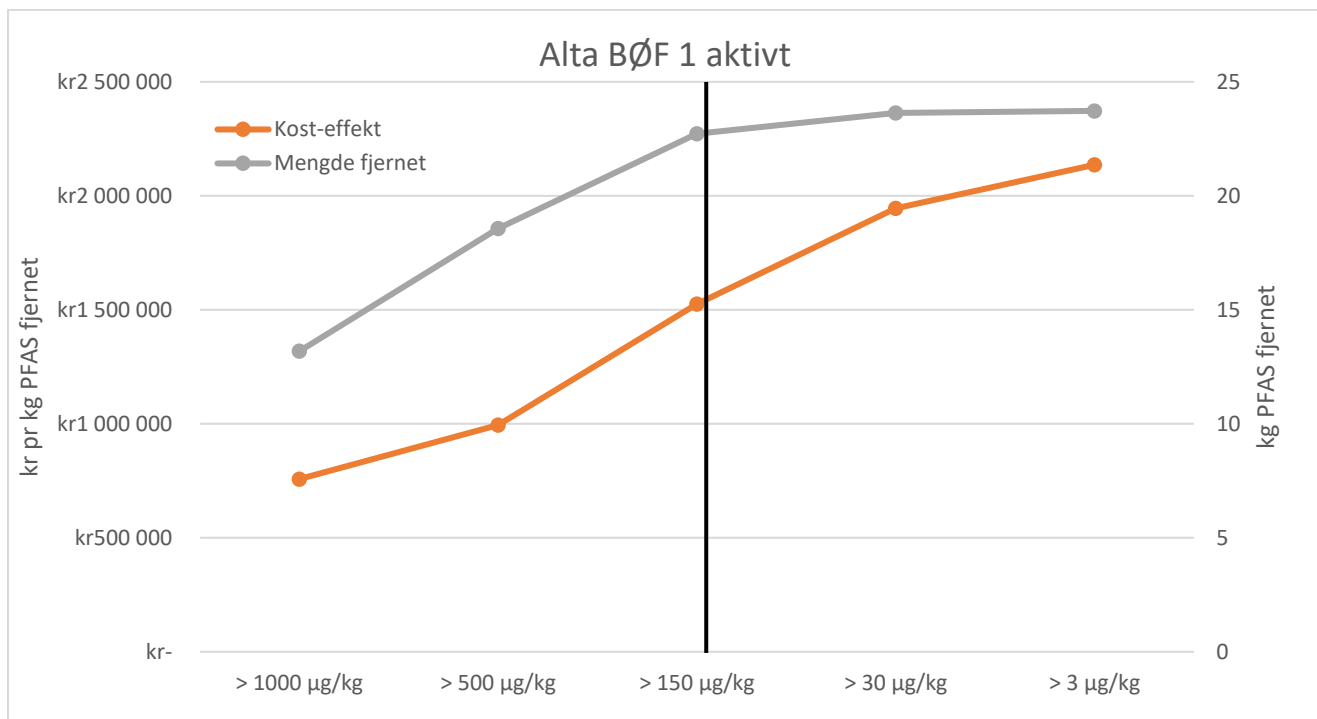
Lufthavn og lokalitet		Mosjøen lufthavn Kjørstad - BØF 1 (gammelt)	Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - Driftsområdet	Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	Svolvær lufthavn Helle - BØF B (ikke aktivt)	Oppsummering alle lokaliteter del 2 (n=32)
Kommentar til beregningen							Lagt til PFAS	Lagt til vannrensing	Lagt til vannrensing	Lagt til vannrensing	Lagt til vannrensing		Lagt til PFAS og kost. for aktiv	Lagt til vannrensing	Lagt til vannrensing	Lagt til vannrensing		
Mengde PFOS/ΣPFAS inkludert positiv usikkerhet	kg	12	6,5	6,7	7,1	12	5,5	4,0	5,2	2,9	4,6	2,8	2,3	1,8	1,4	1,5	1,1	869
Volum masser	m3	41 164	20 295	19 061	71 035	10 219	25 826	65 220	24 674	38 081	17 508	154 906	18 489	25 263	16 559	9 302	4 974	1 495 542
Tiltakseffektivitet	g/m3	0,3	0,3	0,4	0,1	1,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,02	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,7
Tiltakspris	kr/m3	2 326	2 159	2 190	2 334	2 306	2 186	2 256	2 249	2 326	1 663	1 908	1 952	2 430	1 913	2 361	2 268	
Pris for fjerning av all PFOSΣPFAS	kr	95 746 305	43 820 505	44 481 281	155 583 350	23 564 476	56 447 923	147 722 742	56 090 779	89 168 868	29 710 874	295 594 053	116 091 078	62 002 323	112 284 935	22 568 870	11 282 784	3 569 541 399
Kost-effekt	kr/kg	7 831 917	6 782 943	6 663 525	21 995 528	1 900 644	10 223 152	37 105 369	10 743 471	30 287 596	6 474 448	105 622 526	50 945 886	34 844 516	81 761 808	15 031 939	10 728 627	16 584 383
Mengde PFOS/ΣPFAS > 3 µg/kg	kg	3,4	3,2	3,1	3,0	2,8	3,2	2,5	2,1	1,1	1,0	1,0	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	338
Volum masser	m3	11 436	10 244	9 075	30 428	2 283	15 561	44 907	10 168	14 748	3 811	55 035	9 581	11 664	8 096	4 761	2 360	641 307
Vekt jord totalt i undersøkt volum	tonn	18 298	15 367	14 520	42 599	3 652	24 898	71 851	18 303	23 597	6 098	93 560	17 245	18 662	14 573	7 618	4 013	1 042 348
Tiltakseffektivitet	g/m3	0,3	0,3	0,3	0,1	1,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,02	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tiltakspris	kr/m3	2 326	2 159	2 334	2 190	2 306	2 186	2 256	2 249	2 326	1 663	1 908	1 952	2 430	1 913	2 361	2 268	
Pris for fjerning	kr	26 599 816	22 119 422	21 178 704	66 644 023	5 263 381	34 011 689	101 902 772	23 470 796	34 903 401	6 940 000	105 018 730	98 701 665	28 950 674	96 093 062	11 845 771	5 354 457	1 712 547 179
Kost-effekt	kr/kg	7 858 014	6 994 402	6 752 501	22 429 291	1 901 864	10 769 970	40 291 117	11 102 498	31 074 753	6 973 617	106 902 921	86 403 209	35 257 654	147 187 528	18 780 833	10 892 932	20 402 690
Mengde PFOS/ΣPFAS > 30 µg/kg	kg	3,0	3,1	3,1	2,8	2,8	2,9	2,1	2,1	1,0	1,0	0,3	1,1	0,6	0,6	0,6	0,5	332
Volum masser	m3	5 624	6 791	6 936	20 520	2 283	8 314	13 962	8 395	6 576	3 752	10 495	6 136	4 199	7 108	3 437	2 246	441 582
Tiltakseffektivitet	g/m3	0,5	0,5	0,4	0,1	1,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,3	0,03	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,8
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	90	97	98	94	100	92	82	99	87	100	33	95	70	96	94	99	94
Tiltakspris	kr/m3	2 326	2 159	2 334	2 190	2 306	2 186	2 256	2 249	2 326	1 663	1 908	1 952	2 430	1 913	2 361	2 268	
Pris for fjerning	kr	13 081 267	14 662 505	16 185 129	44 943 320	5 263 381	18 172 790	32 098 642	19 483 187	15 897 730	6 842 253	20 026 739	91 977 436	10 808 982	94 202 831	8 719 483	5 094 038	1 279 537 818
Kost-effekt	kr/kg	4 300 984	4 779 044	5 292 236	16 169 954	1 901 864	6 230 902	15 483 569	9 275 592	16 229 444	6 881 921	62 360 037	85 045 636	18 707 704	150 261 580	14 681 400	10 416 739	15 932 740
Mengde PFOS/ΣPFAS > 150 µg/kg	kg	2,7	2,8	2,6	1,6	2,7	2,1	1,0	1,9	0,6	0,8			0,7	0,2	0,3	0,3	310
Volum masser	m3	3 140	3 000	2 941	6 910	2 160	2 951	2 673	5 537	2 034	1 786			2 138	504	1 053	879	233 477
Tiltakseffektivitet	g/m3	0,9	0,9	0,9	0,2	1,3	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5			0,3	0,4	0,3	0,4	1,2
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	81	88	82	53	99	67	40	88	53	82			58	23	49	67	78
Tiltakspris	kr/m3	2 326	2 159	2 334	2 190	2 306	2 186	2 256	2 249	2 326	1 663			1 952	2 430	2 361	2 268	
Pris for fjerning	kr	7 303 552	6 477 516	6 862 373	15 134 422	4 980 900	6 449 347	6 633 500	13 056 506	5 334 372	3 572 446			84 172 582	1 829 760	3 090 276	1 994 424	756 949 224
Kost-effekt	kr/kg	2 677 224	2 315 714	2 656 722	9 701 972	1 817 672	3 028 427	6 617 077	6 986 301	9 006 187	4 396 752			127 662 179	9 647 867	9 941 513	6 090 298	8 619 239
Mengde PFOS/ΣPFAS > 500 µg/kg	kg	1,8	2,4	1,8		2,4	1,5	0,1	0,7	0,003	0,5						0,1	257
Volum masser	m3	1 364	1 673	1 218		1 400	1 269	159	1 261	5	572						106	105 586
Tiltakseffektivitet	g/m3	1,3	1,4	1,5		1,7	1,2	0,8	0,6	0,6	0,9						0,7	1,9
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	53	75	57		86	47	5	33	0	50						16	57
Tiltakspris	kr/m3	2 326	2 159	2 334		2 306	2 186	2 256	2 249	2 326	1 663						2 268	
Pris for fjerning	kr	3 172 626	3 611 863	2 842 637		3 228 361	2 774 091	962 549	3 438 749	614 351	1 555 500						239 775	398 490 171
Kost-effekt	kr/kg	1 757 839	1 528 076	1 594 033		1 364 029	1 869 271	8 016 111	4 952 554	239 009 757	3 124 432						3 025 815	12 731 414
Mengde PFOS/ΣPFAS > 1000 µg/kg	kg	0,5	1,9	0,9		1,7	0,7				0,2							204
Volum masser	m3	256	953	429		800	450				198							51 702
Tiltakseffektivitet	g/m3	1,9	2,0	2,0		2,1	1,6				1,1							3,3
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%	14	59	27		62	23				23							52
Tiltakspris	kr/m3	2 326	2 159	2 334		2 306	2 186				1 663							
Pris for fjerning	kr	595 449	2 057 259	1 001 142		1 844 778	984 221				933 060							277 555 883
Kost-effekt	kr/kg	1 215 495	1 102 518	1 175 294		1 076 913	1 357 484				4 107 762							25 437 273
Mengde PFOS/ΣPFAS > 3000 µg/kg	kg		0,6															115
Volum masser	m3		182															14 843
Tiltakseffektivitet	g/m3		3,3															6,8
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%		19															40
Tiltakspris	kr/m3		2 159															
Pris for fjerning	kr		393 833															117 383 669
Kost-effekt	kr/kg		645 261															6 196 491



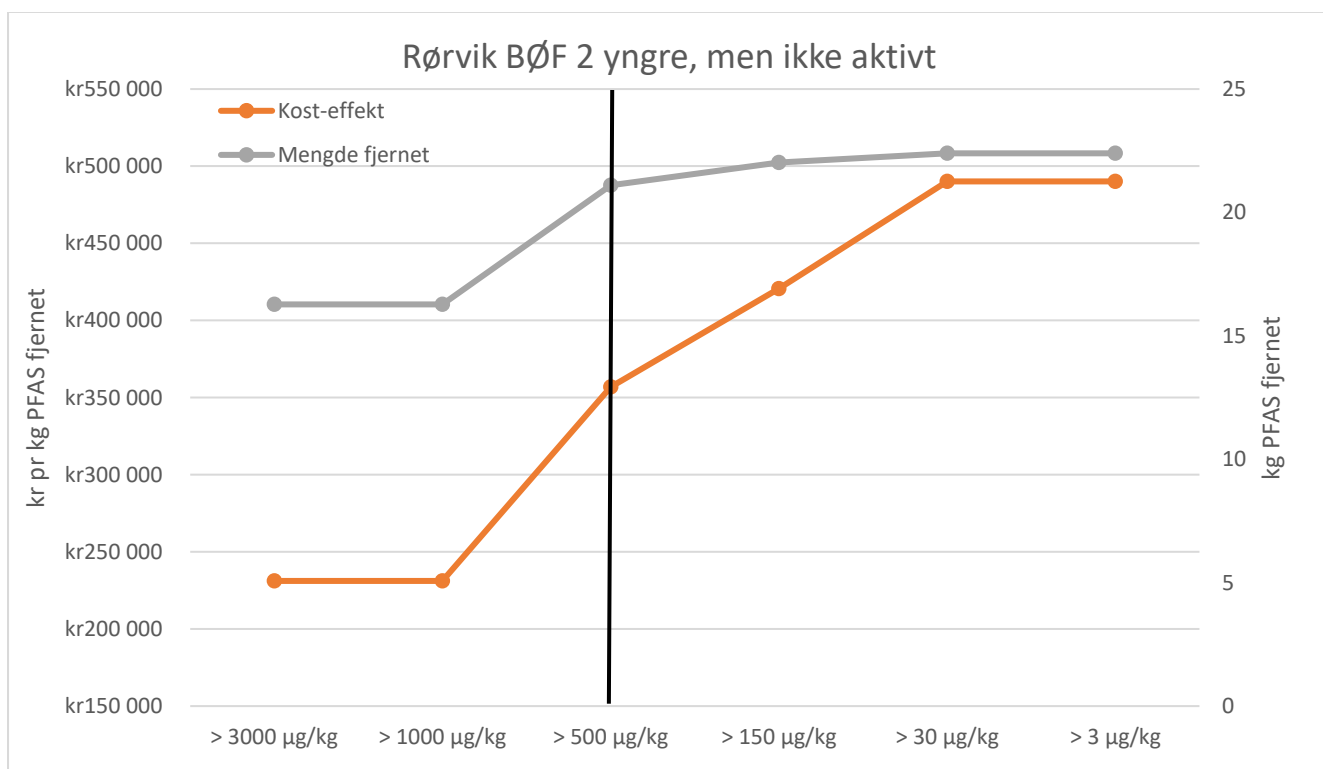
Figur 1: Ved Tromsø BØF 2 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg, som fjerner 98 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 180 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 18,4 MNOK. Økt effekt er kun en kg mer (fra 96 til 97 kg).



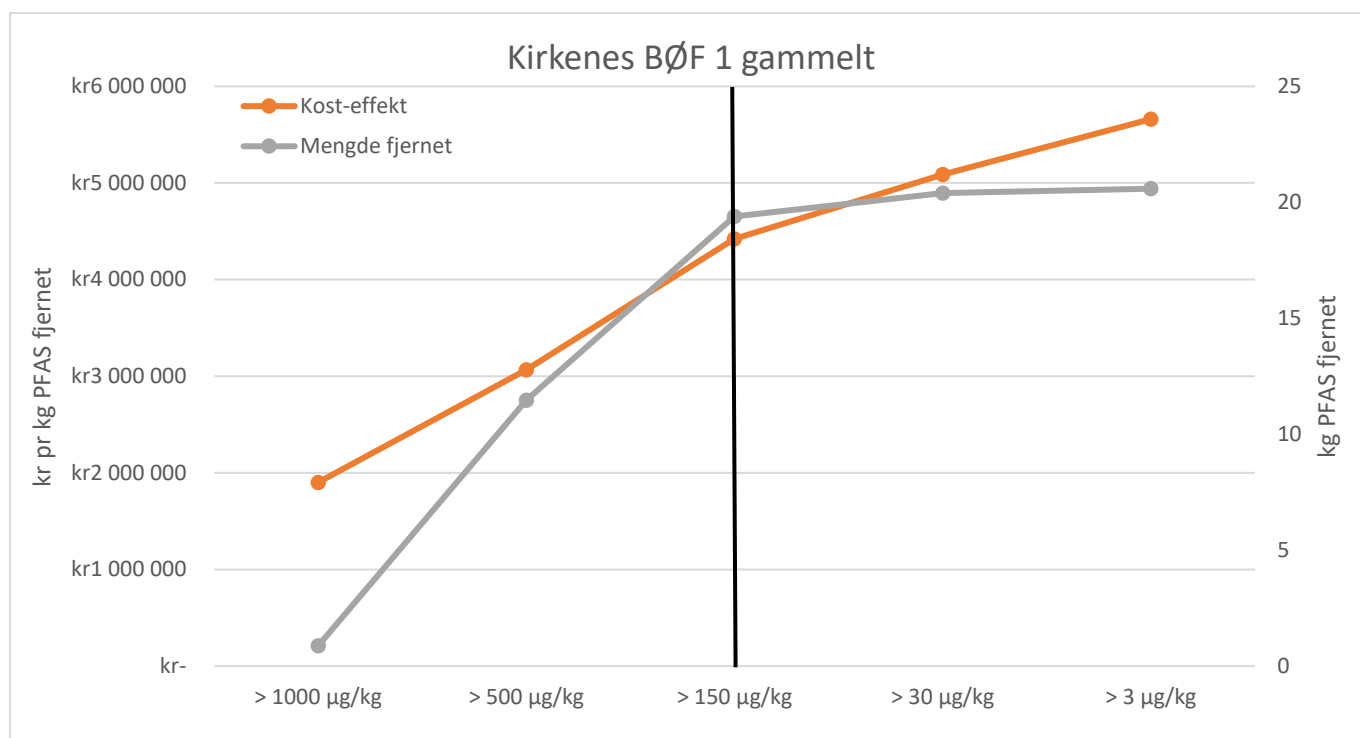
Figur 2: Ved Ålesund BØF 2 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS >150 µg/kg, som fjerner 94 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 917 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 51,8 MNOK. Økt effekt er tre kg mer (fra 47 til 50 kg).



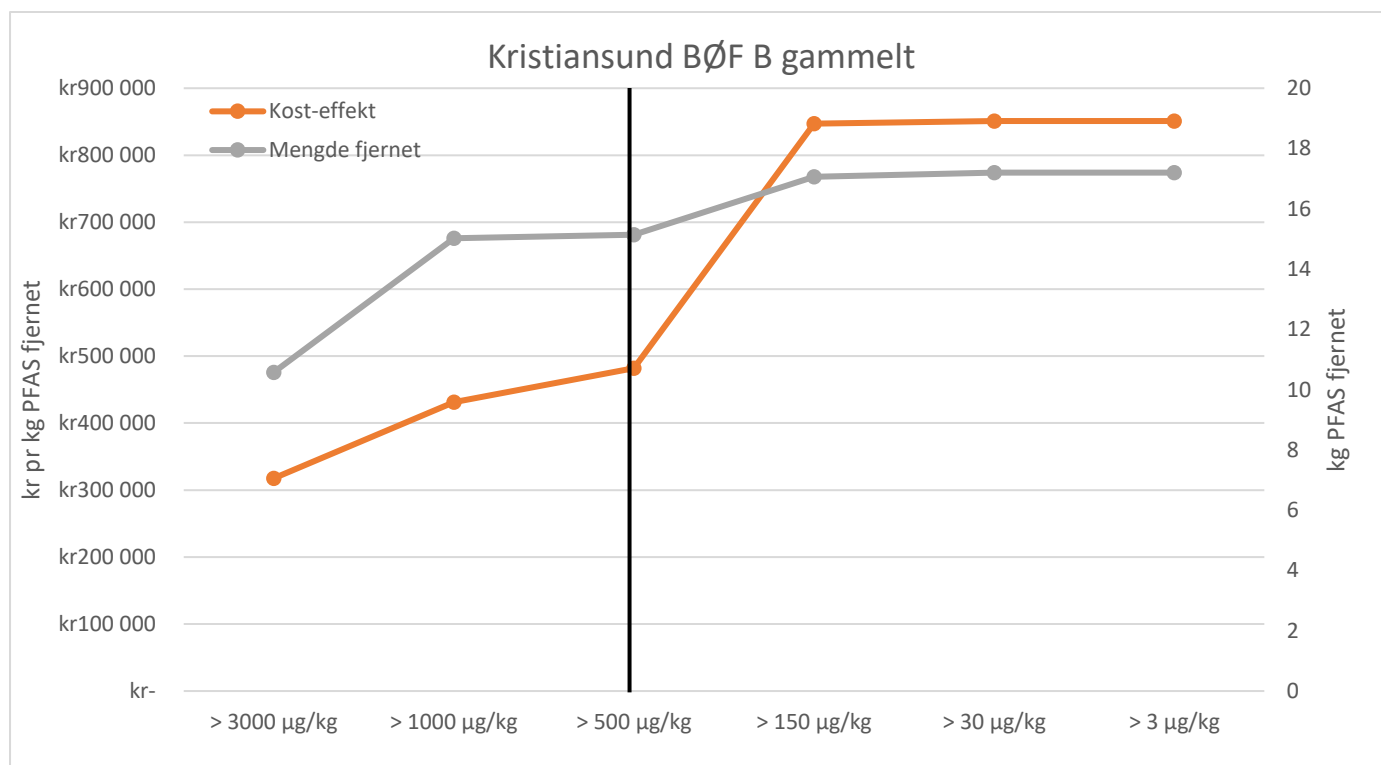
Figur 3: Ved Alta BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 96 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 420 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 11 MNOK. Økt effekt er en kg mer (fra 23 til 24 kg).



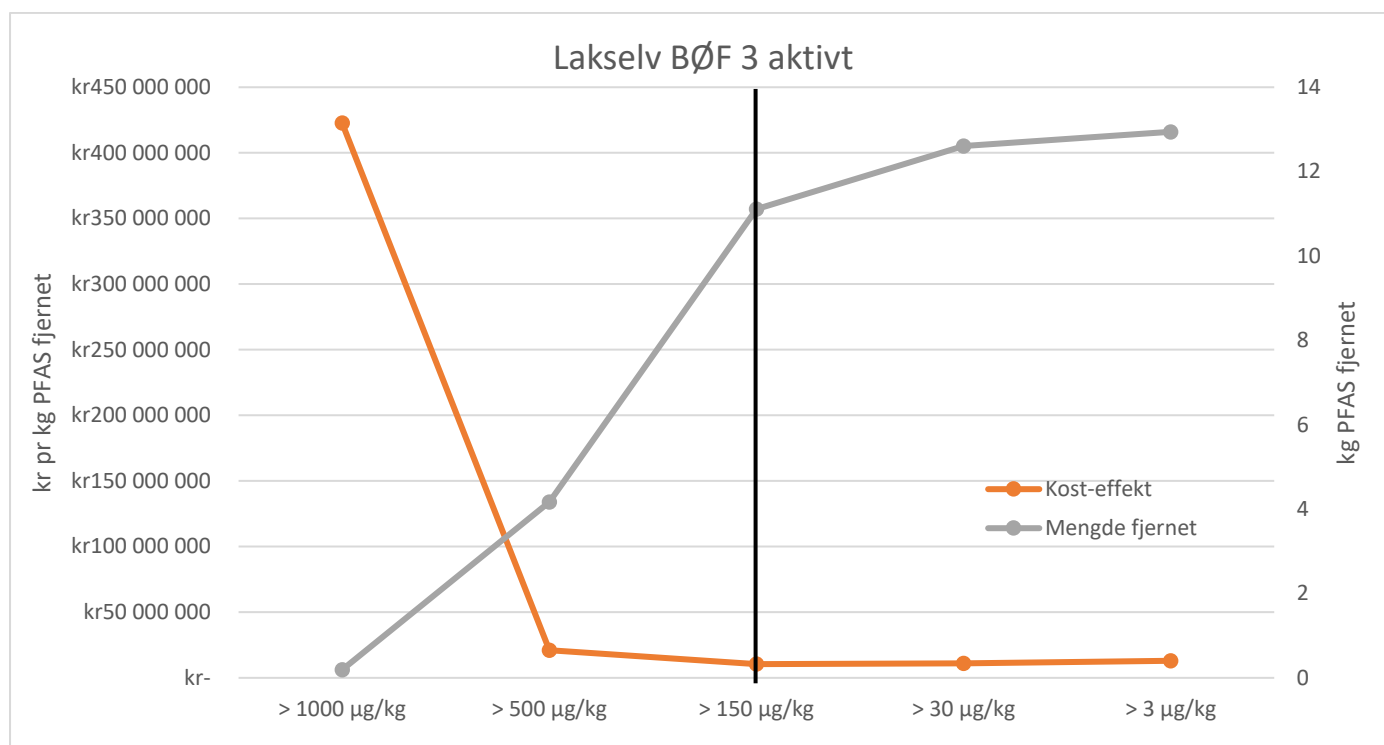
Figur 4: Ved Rørвик BØF 2 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 500 µg/kg, som fjerner 94 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >500 µg/kg til >150 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 63 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 1,7 MNOK. Økt effekt er en kg mer (fra 21 til 22 kg).



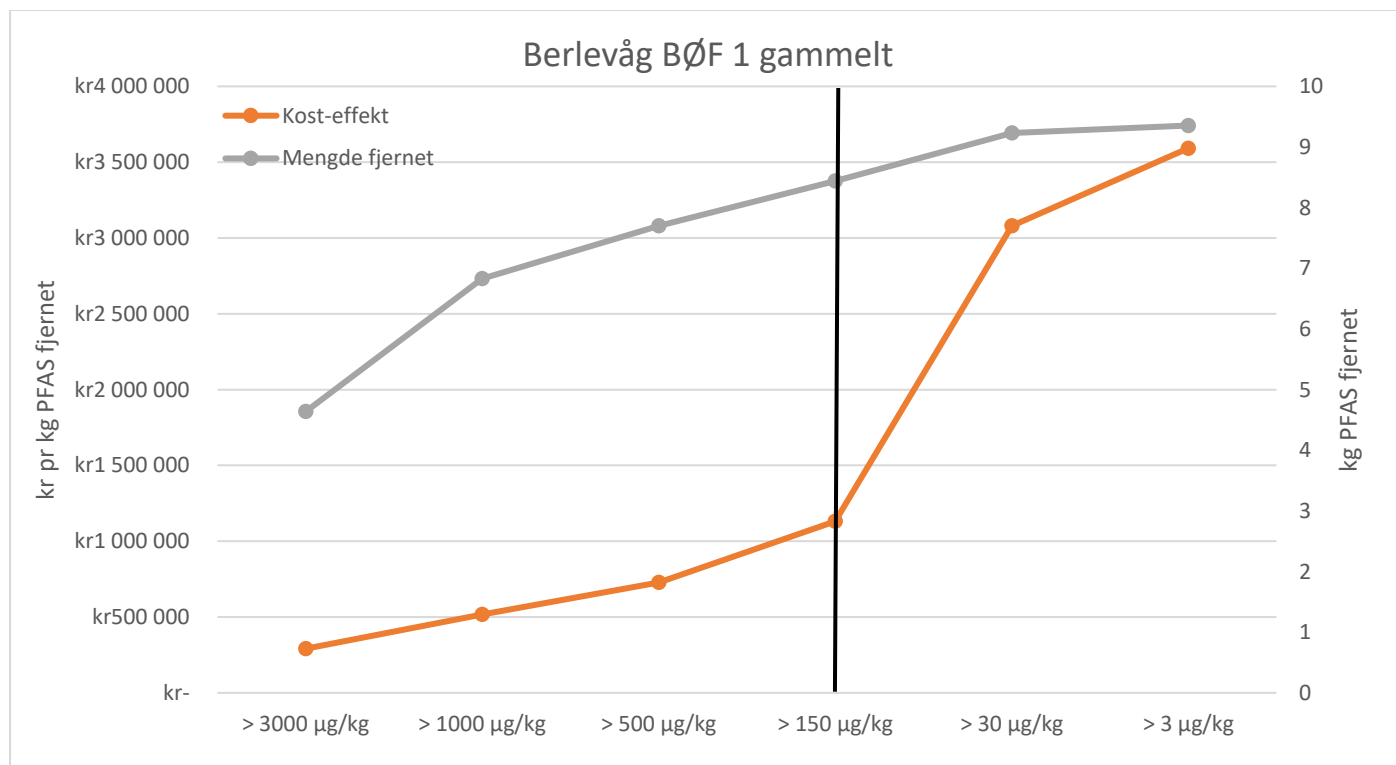
Figur 5: Ved Kirkenes BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 94 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 670 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 18 MNOK. Økt effekt er en kg mer (fra 19 til 20 kg).



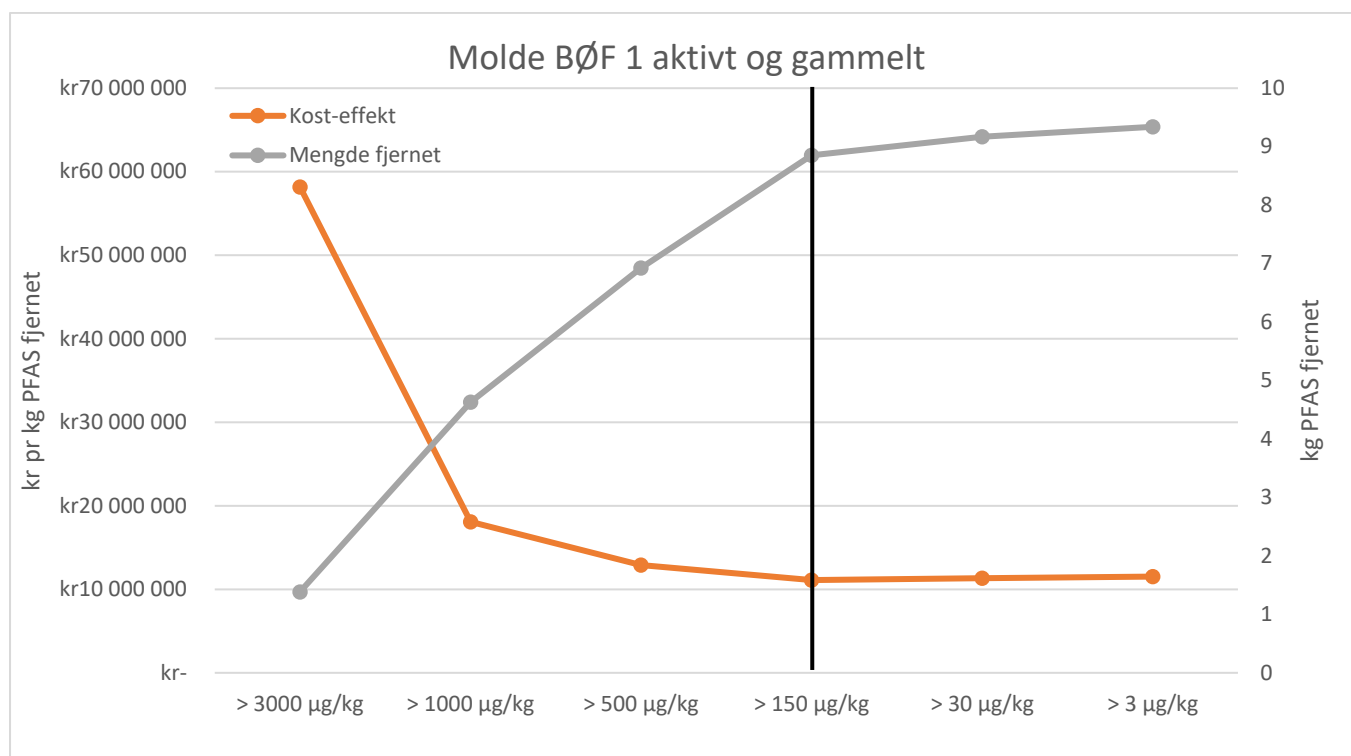
Figur 6: Ved Kristiansund BØF B er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 500 µg/kg, som fjerner 88 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >500 µg/kg til >150 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 370 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 7 MNOK. Økt effekt er to kg mer (fra 15 til 17 kg).



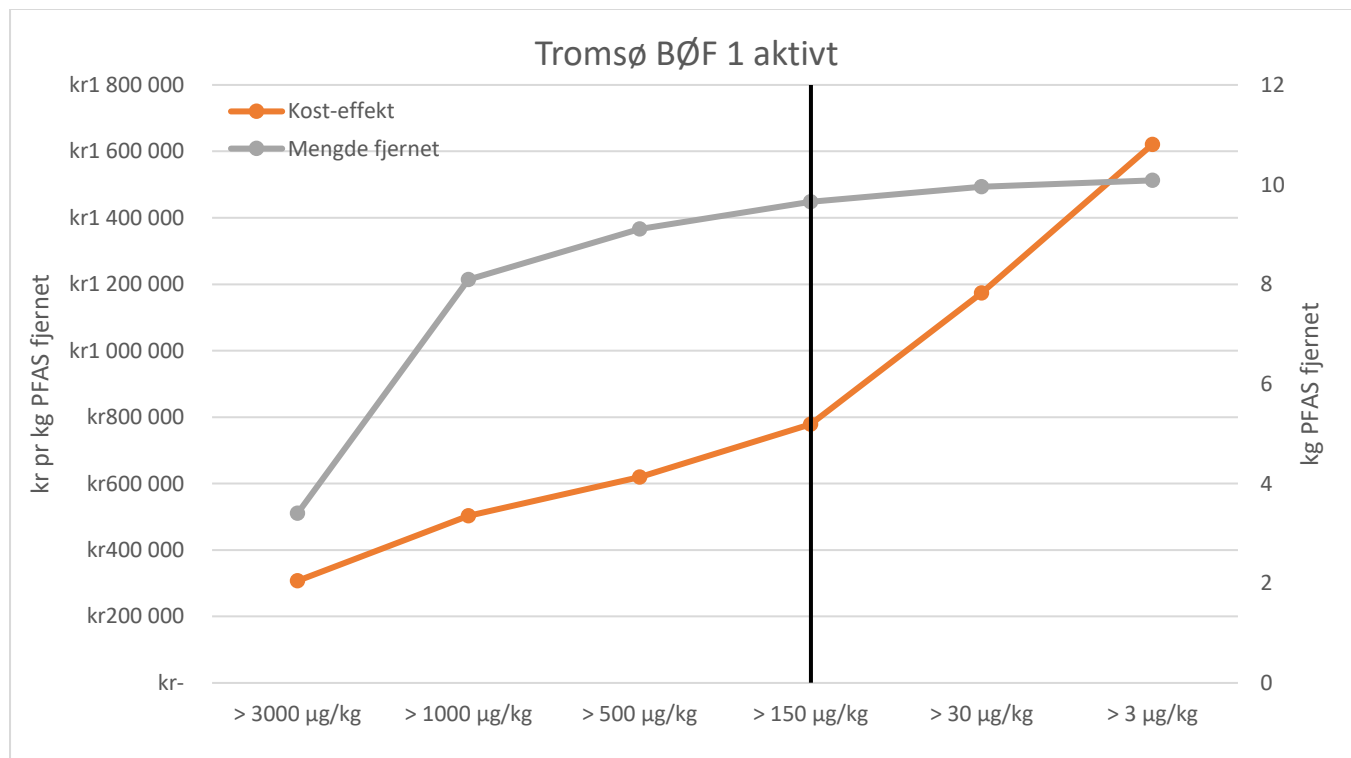
Figur 7: Ved Lakselv BØF 3 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 84 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 650 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 24 MNOK. Økt effekt er to kg mer (fra 11 til 13 kg).



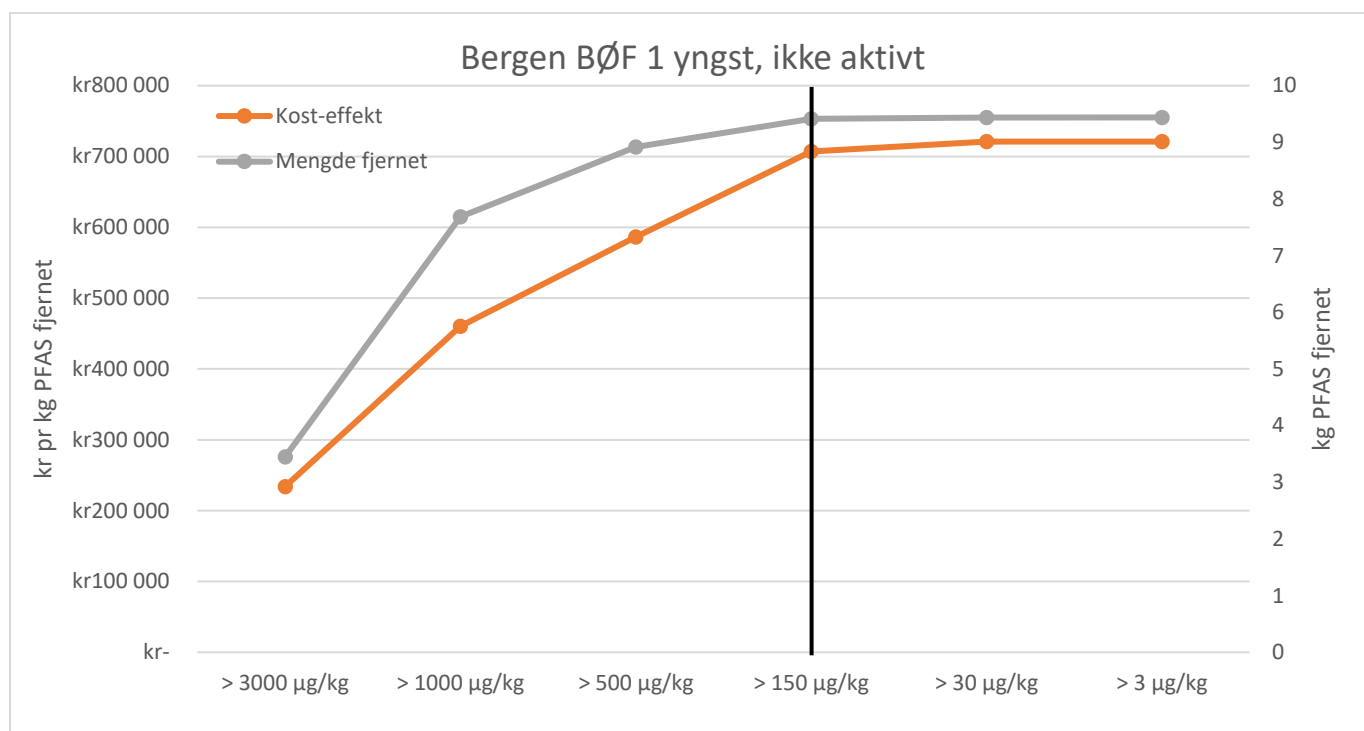
Figur 8: Ved Berlevåg BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 90 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 1,9 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 18,9 MNOK. Økt effekt er ca. 0,8 kg mer (fra 8,4 til 9,2 kg).



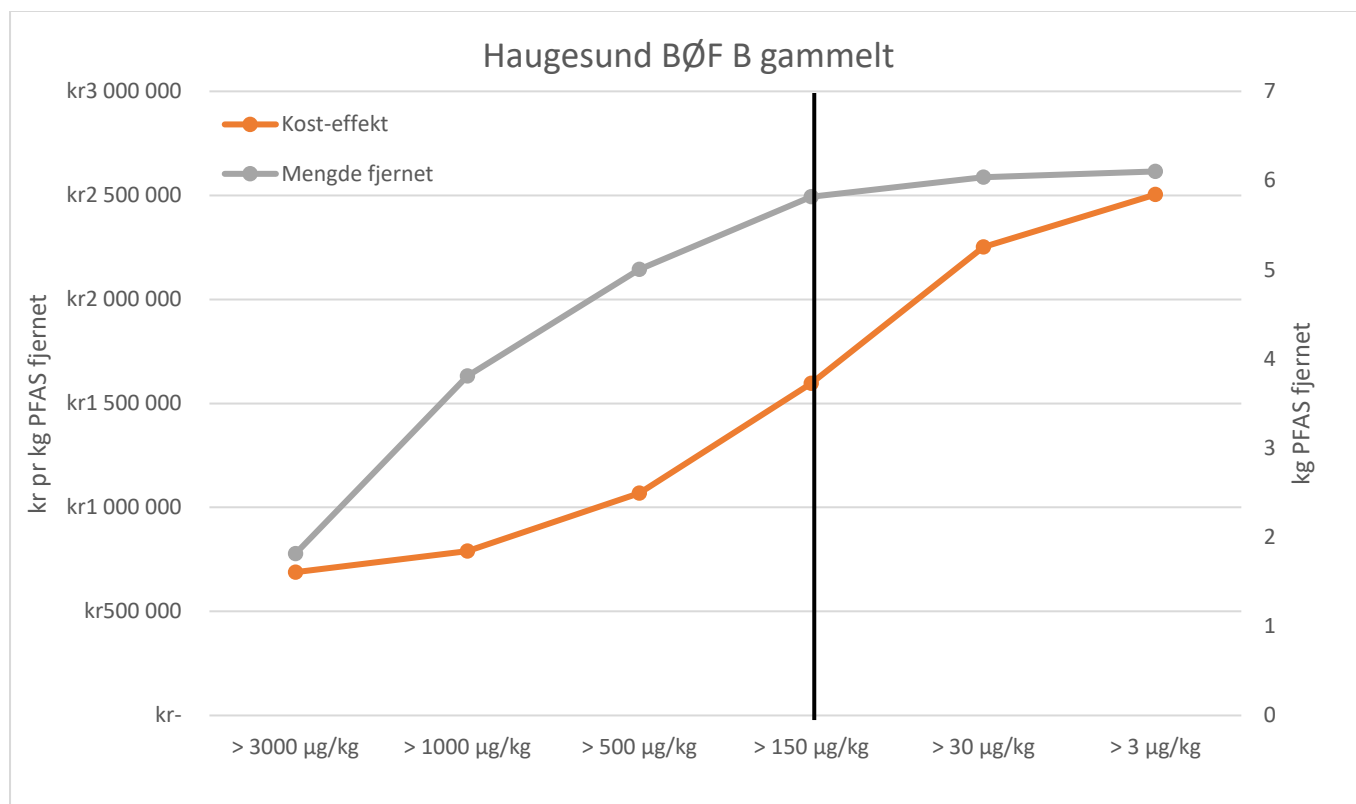
Figur 9: Ved Molde BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 95 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 240 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 5,7 MNOK. Økt effekt er 0,3 kg mer (fra 8,9 til 9,2 kg).



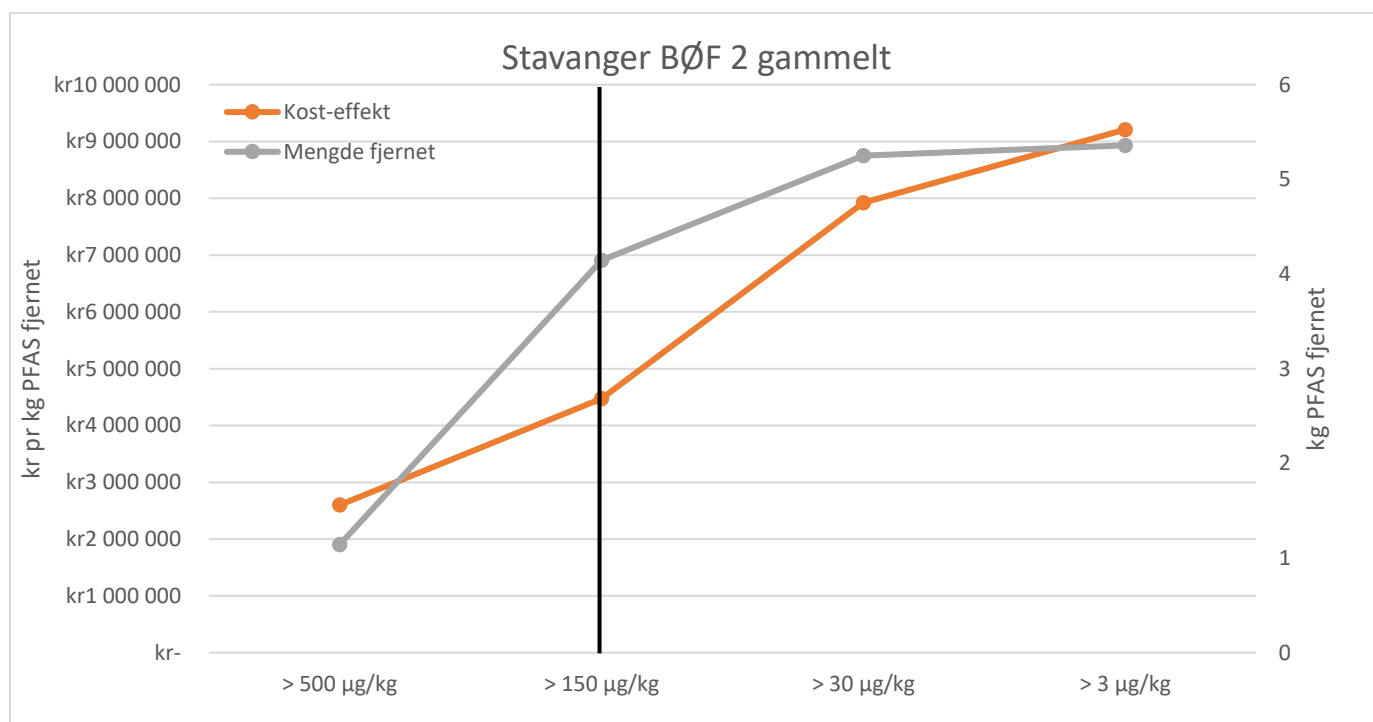
Figur 10: Ved Tromsø BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 96 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 400 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 4,2 MNOK. Økt effekt er 0,3 kg mer (fra 9,7 til 10 kg).



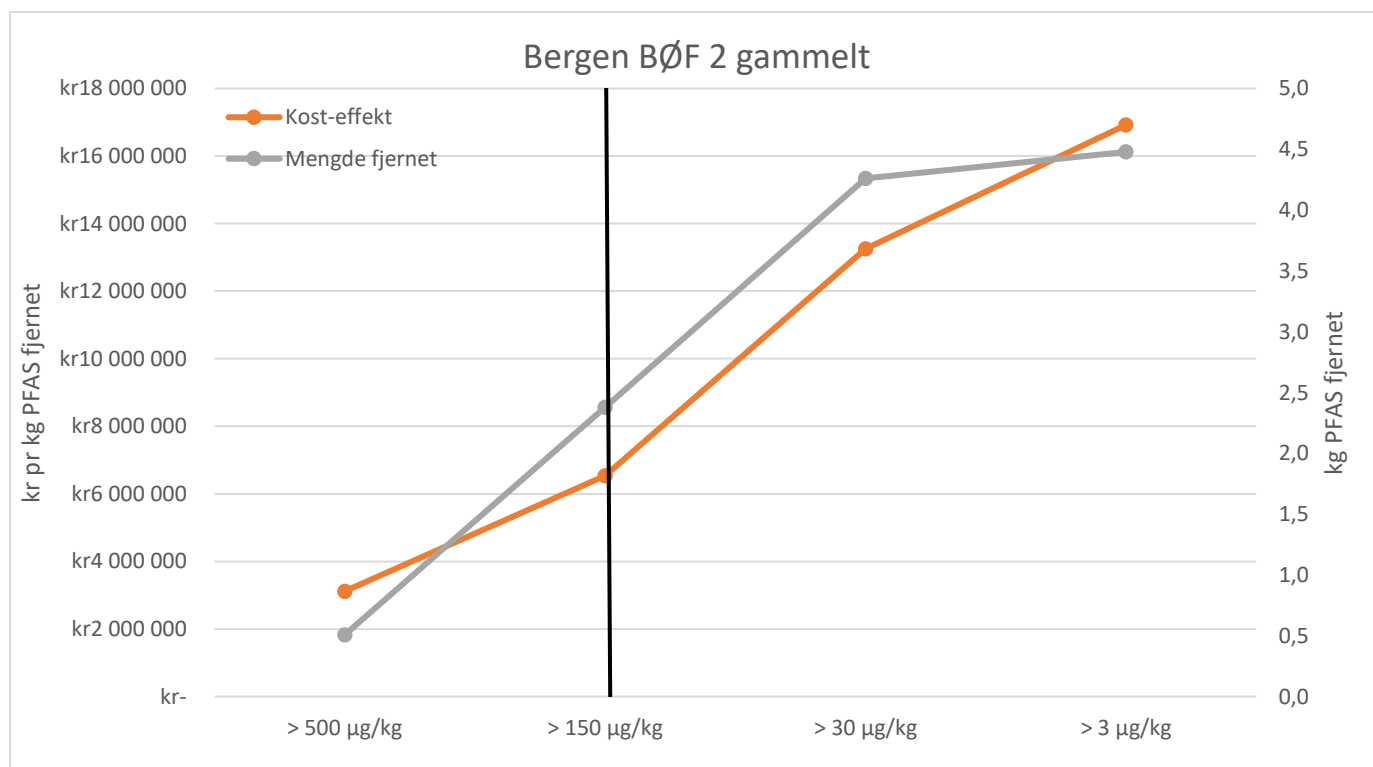
Figur 11: Ved Bergen BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 100 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 14 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 150 000 kr, selv om effekt ikke er høyere.



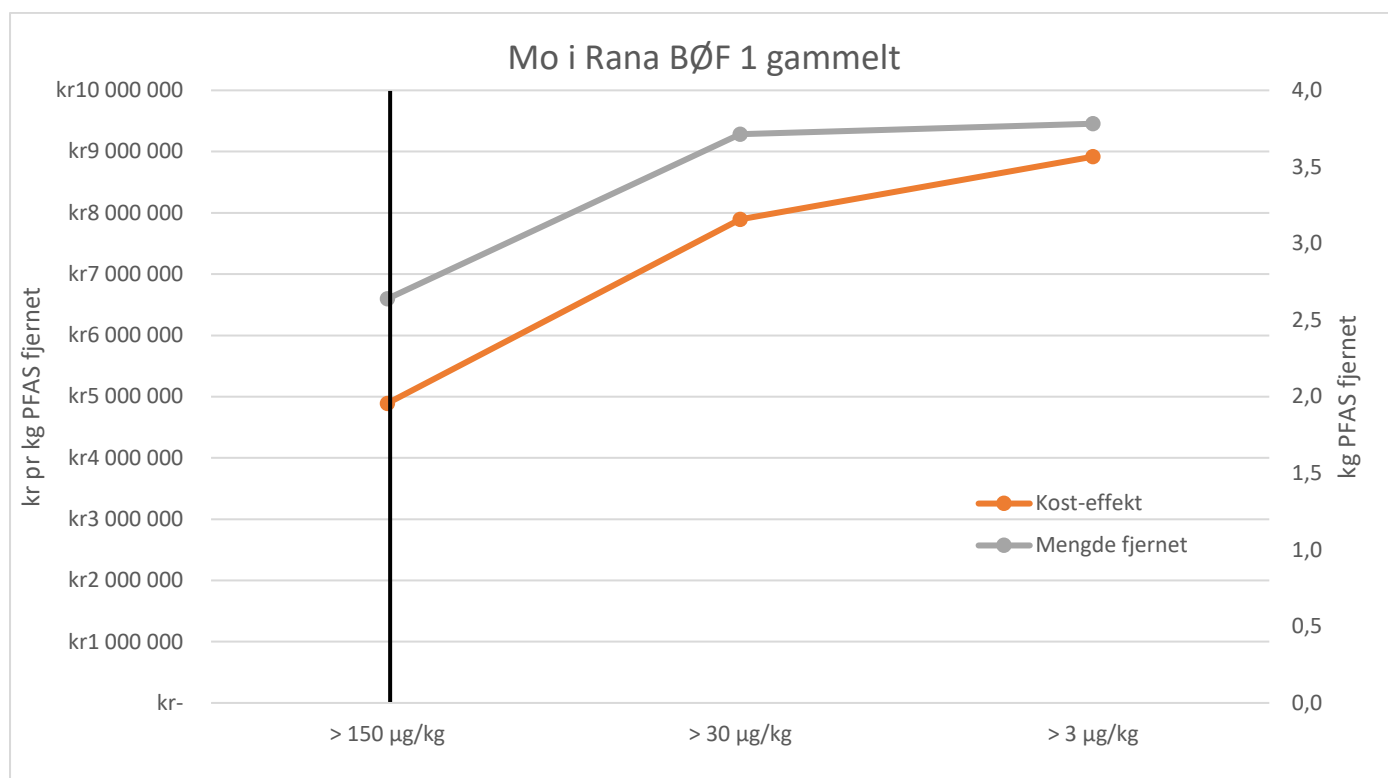
Figur 12: Ved Haugesund BØF B er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 95 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 650 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 4,3 MNOK. Økt effekt er 0,2 kg mer (fra 5,8 til 6 kg).



Figur 13: Ved Stavanger BØF 2 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 77 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 3,4 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 23 MNOK. Økt effekt er 1,3 kg mer (fra 4,1 til 5,3 kg).



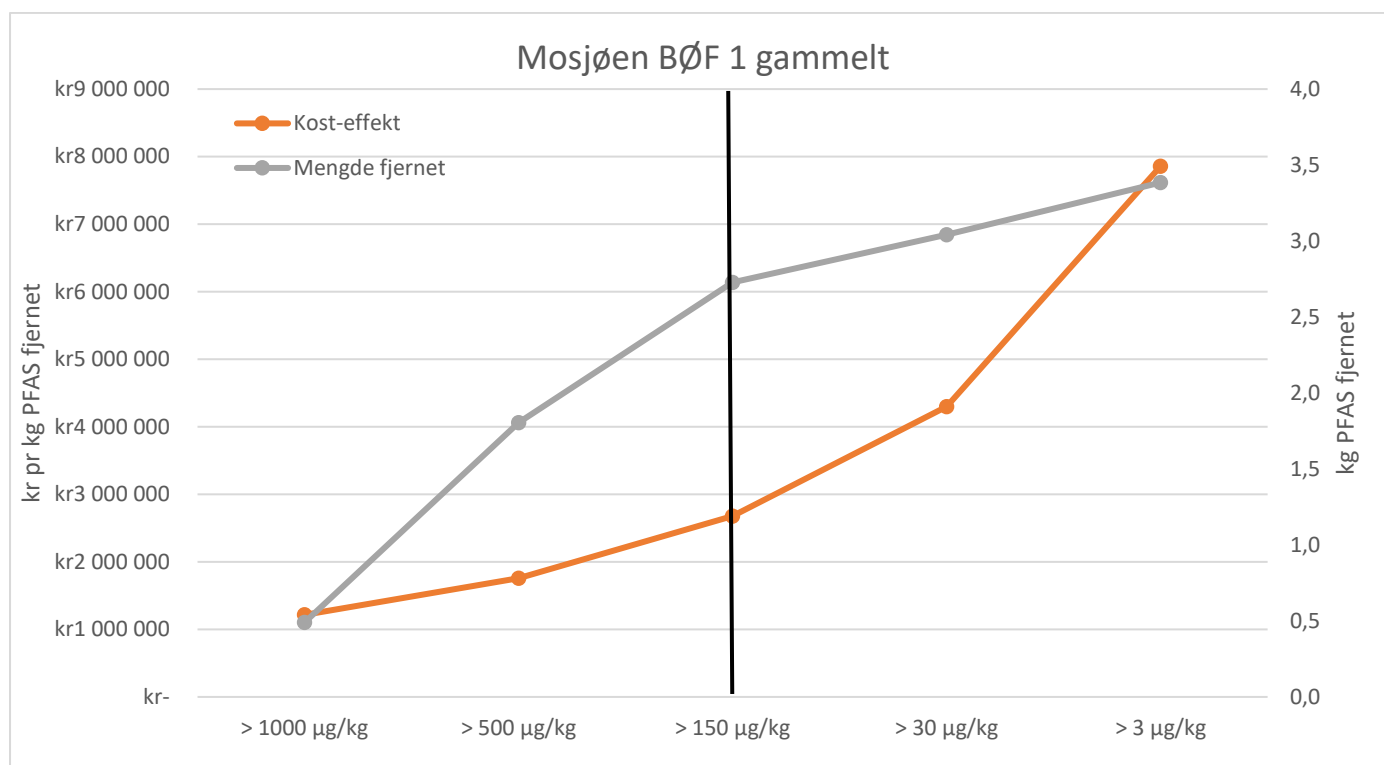
Figur 14: Ved Bergen BØF 2 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 53 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 6,7 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 41 MNOK. Økt effekt er 1,9 kg mer (fra 2,4 til 4,3 kg).



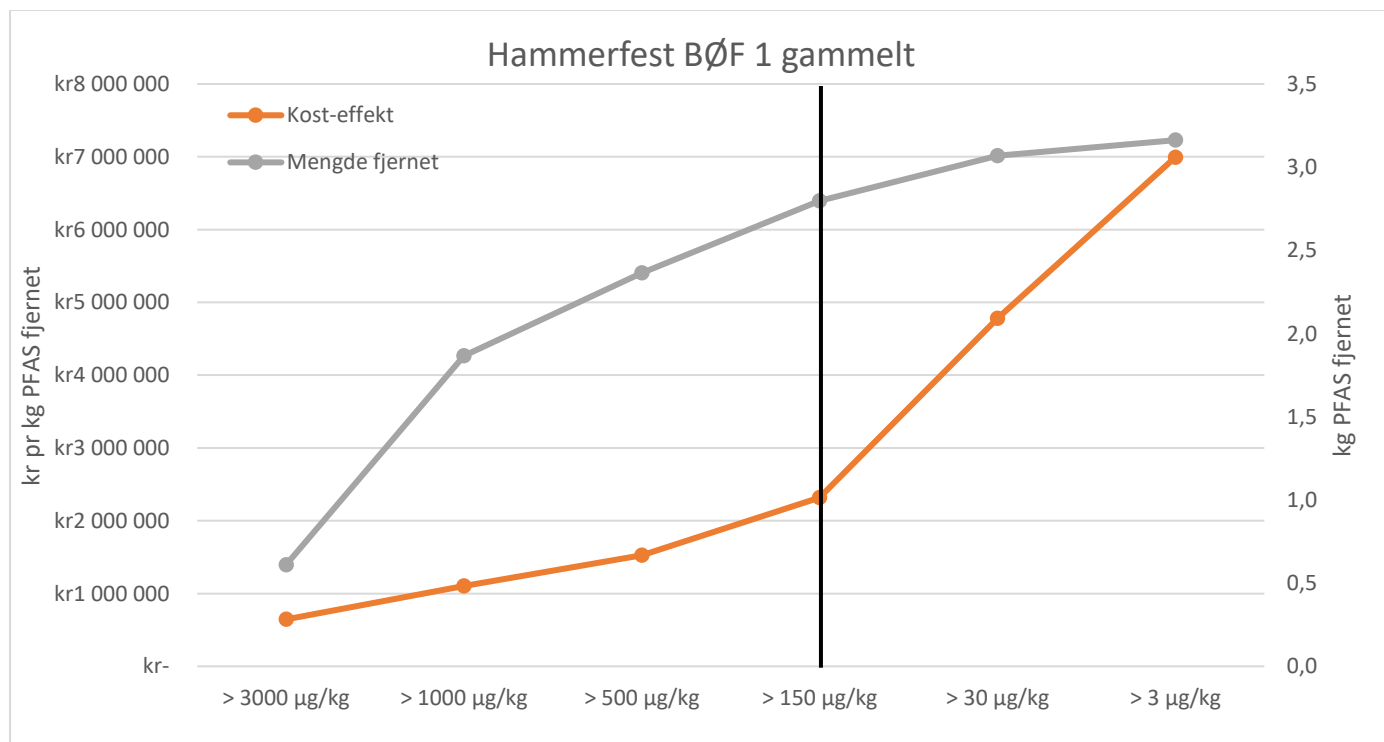
Figur 15: Ved Mo i Rana BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 70 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 3 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 16 MNOK. Økt effekt er 1,1 kg mer (fra 2,6 til 3,7 kg).



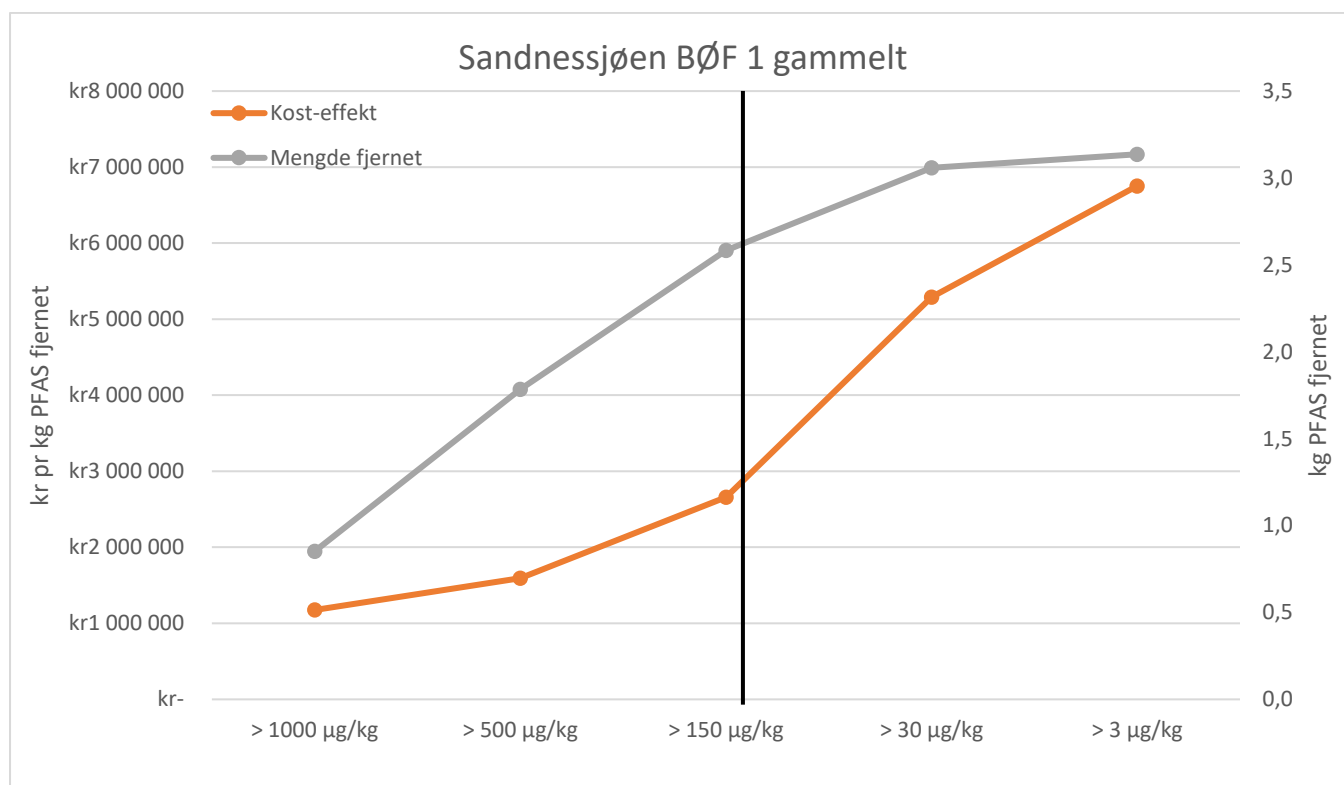
Figur 16: Ved Røros BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 56 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 6,4 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 33 MNOK. Økt effekt er 1,5 kg mer (fra 2,5 til 4 kg).



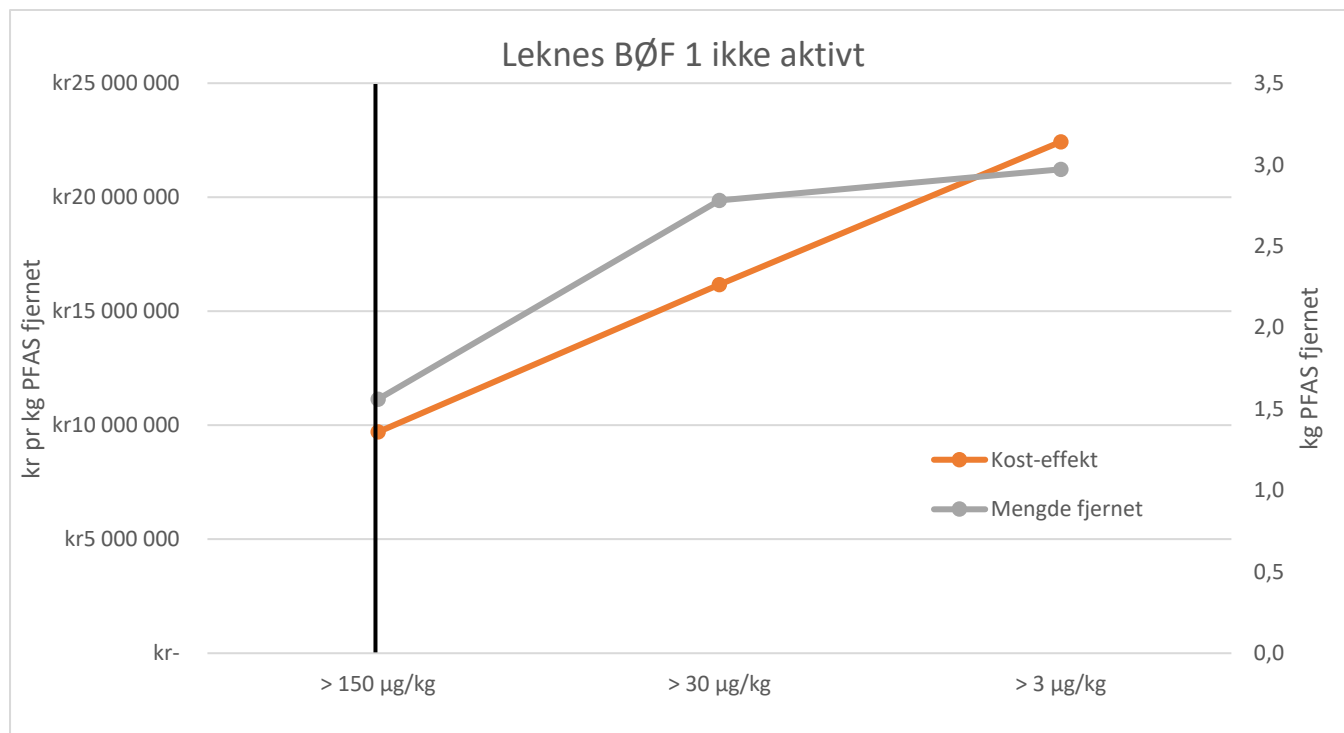
Figur 17: Ved Mosjøen BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 81 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 1,6 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 5,8 MNOK. Økt effekt er 0,3 kg mer (fra 2,7 til 3 kg).



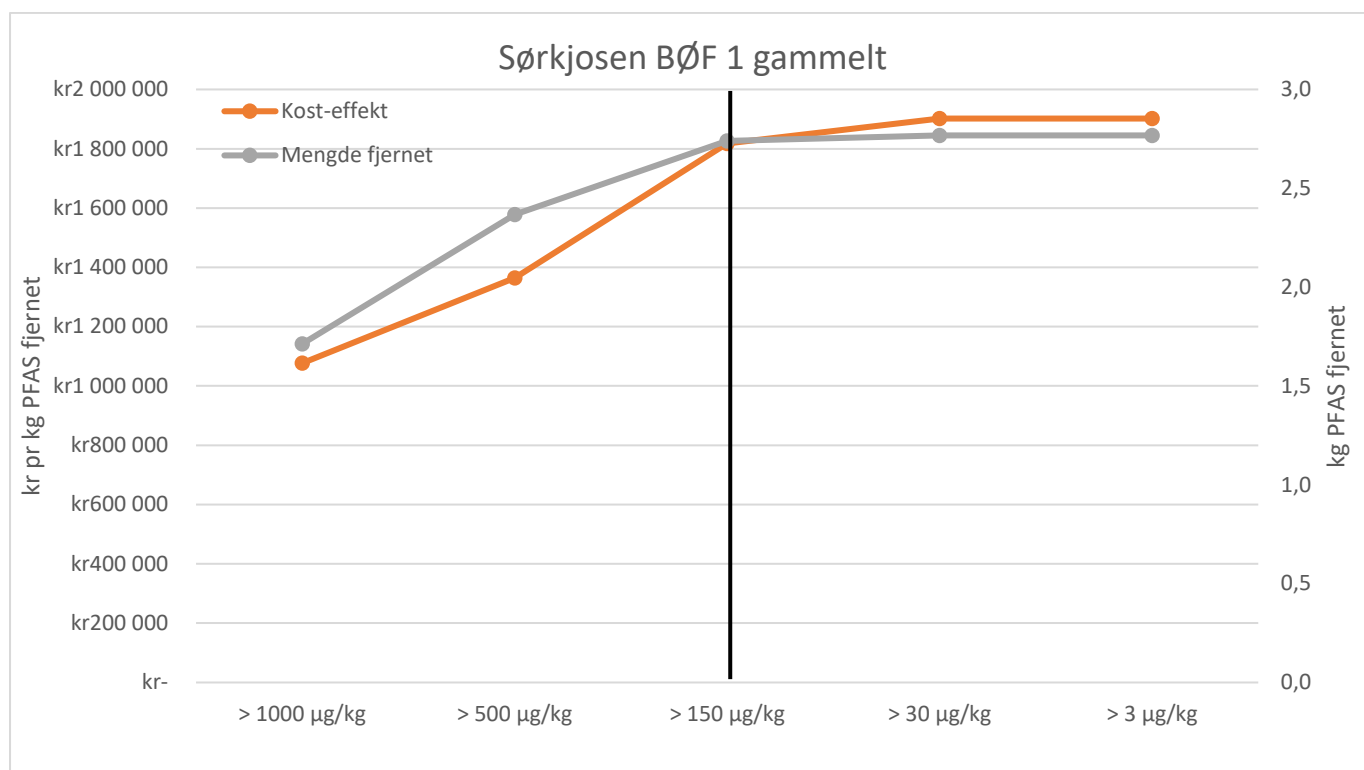
Figur 18: Ved Hammerfest BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 88 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 2,5 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 8 MNOK. Økt effekt er 0,3 kg mer (fra 2,8 til 3,1 kg).



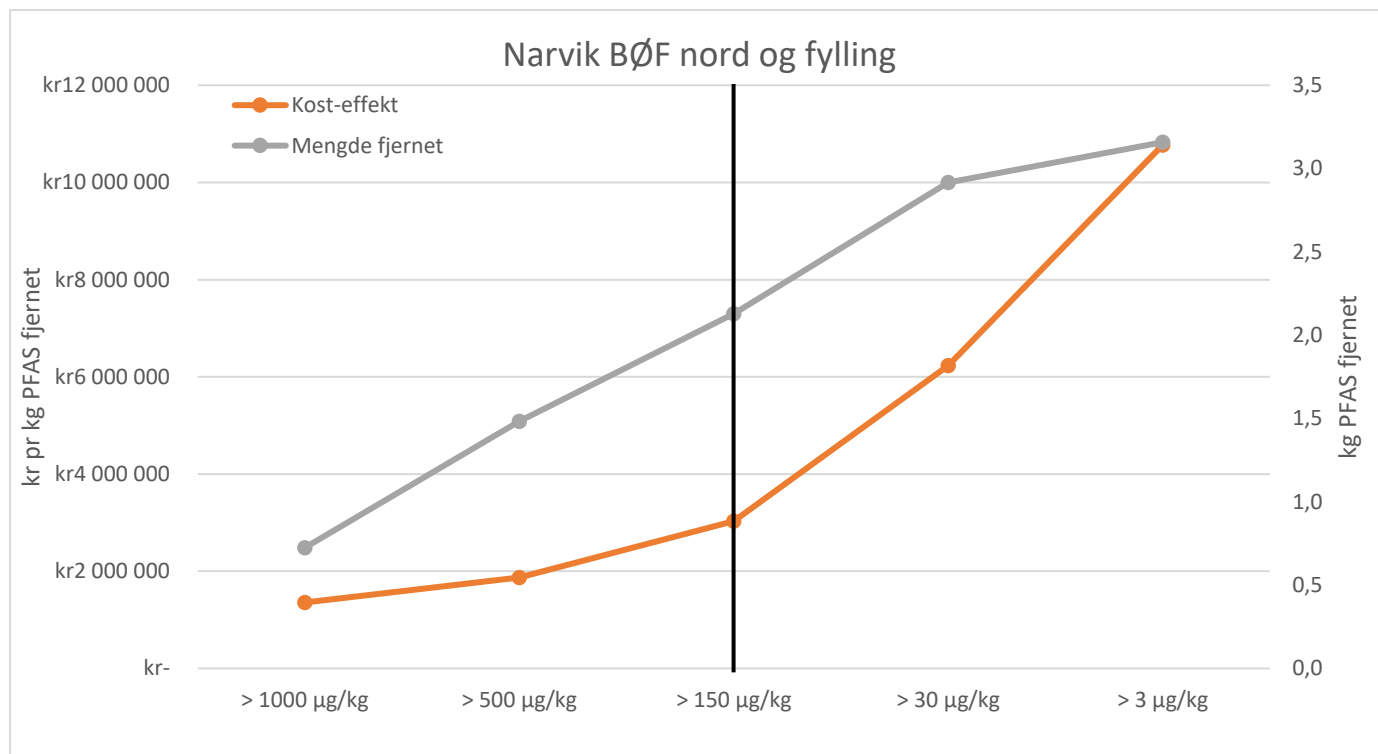
Figur 19: Ved Sandnessjøen BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 82 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 2,6 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 9 MNOK. Økt effekt er 0,5 kg mer (fra 2,6 til 3,1 kg).



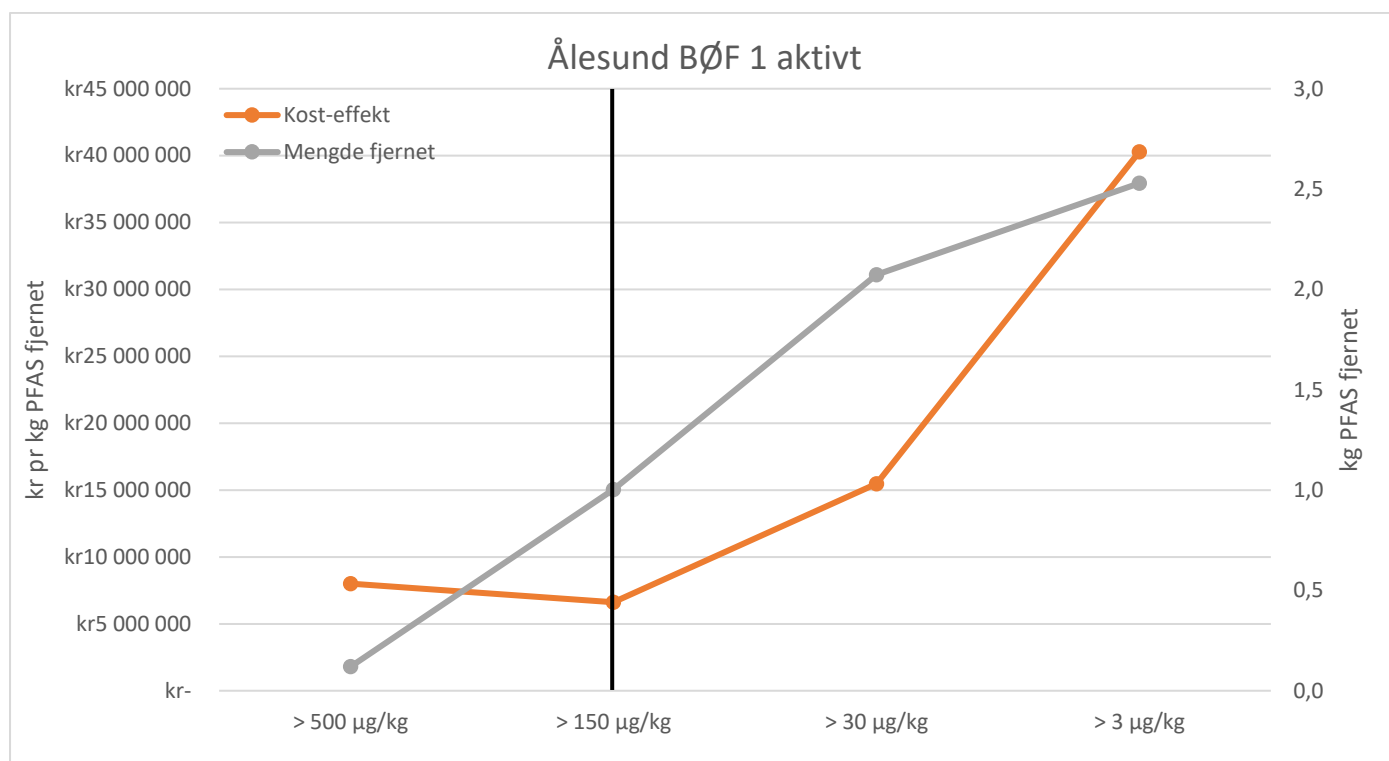
Figur 20: Ved Leknes BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 53 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 6,5 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 30 MNOK. Økt effekt er 1,2 kg mer (fra 1,6 til 2,8 kg).



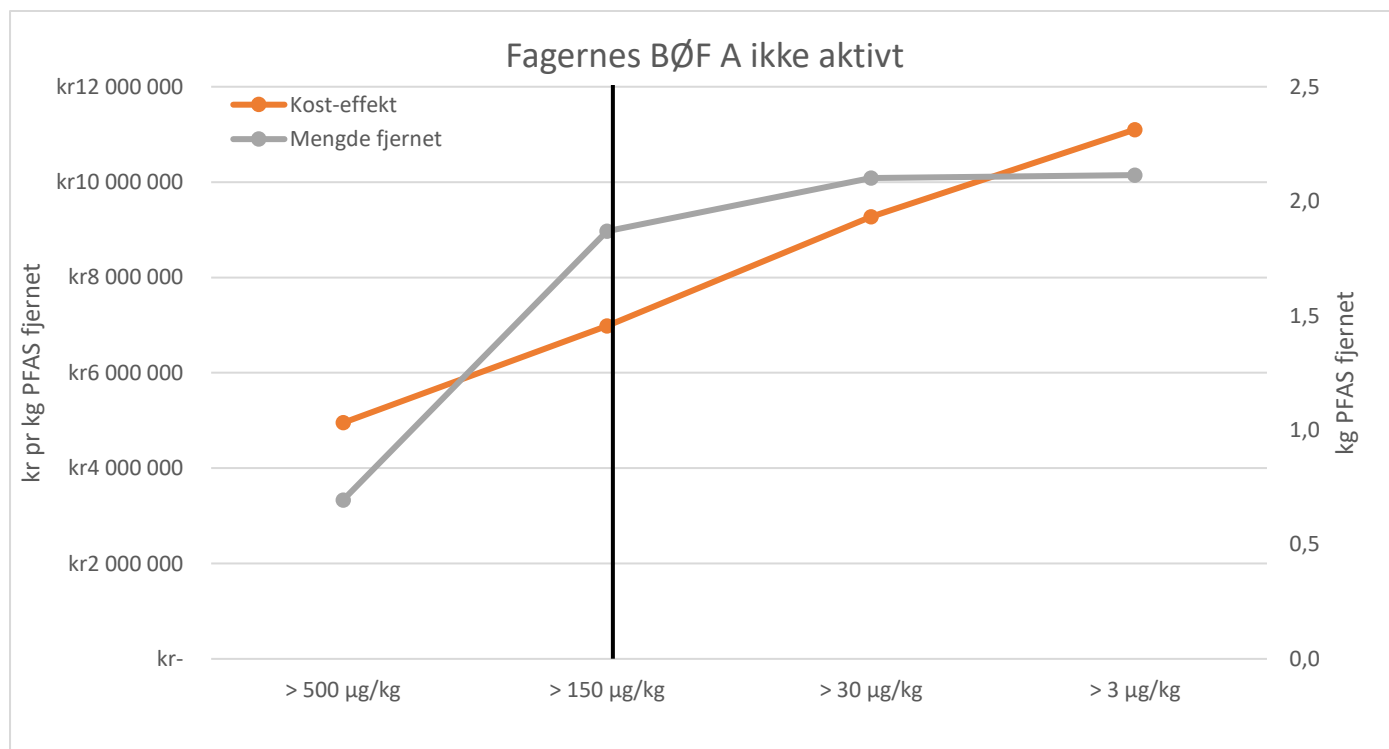
Figur 21: Ved Sørkjosen BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 53 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 84 000 kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 282 000 kr. Økt effekt er 0,1 kg mer (fra 2,7 til 2,8 kg).



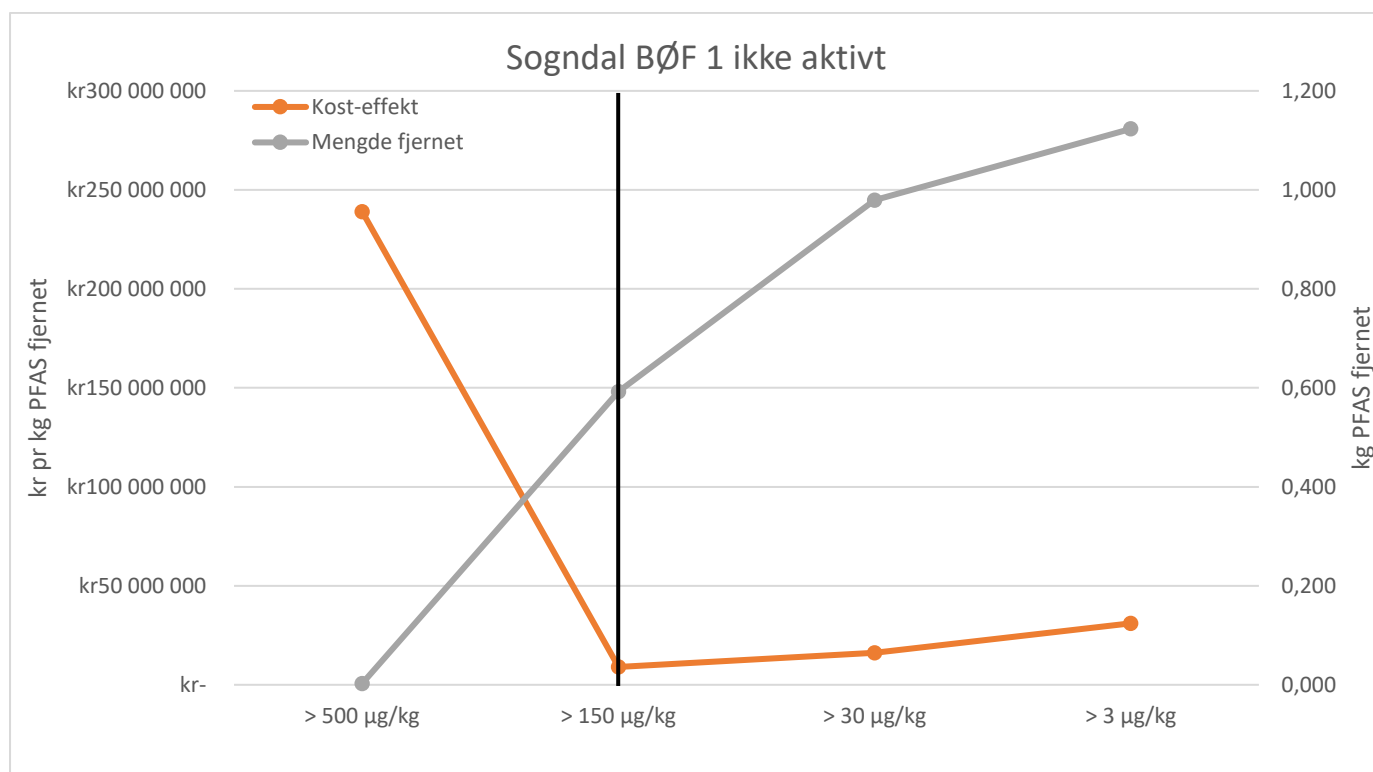
Figur 22: Ved Narvik BØF nord og fylling er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 67 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 3,2 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 11,7 MNOK. Økt effekt er 0,8 kg mer (fra 2,1 til 2,9 kg).



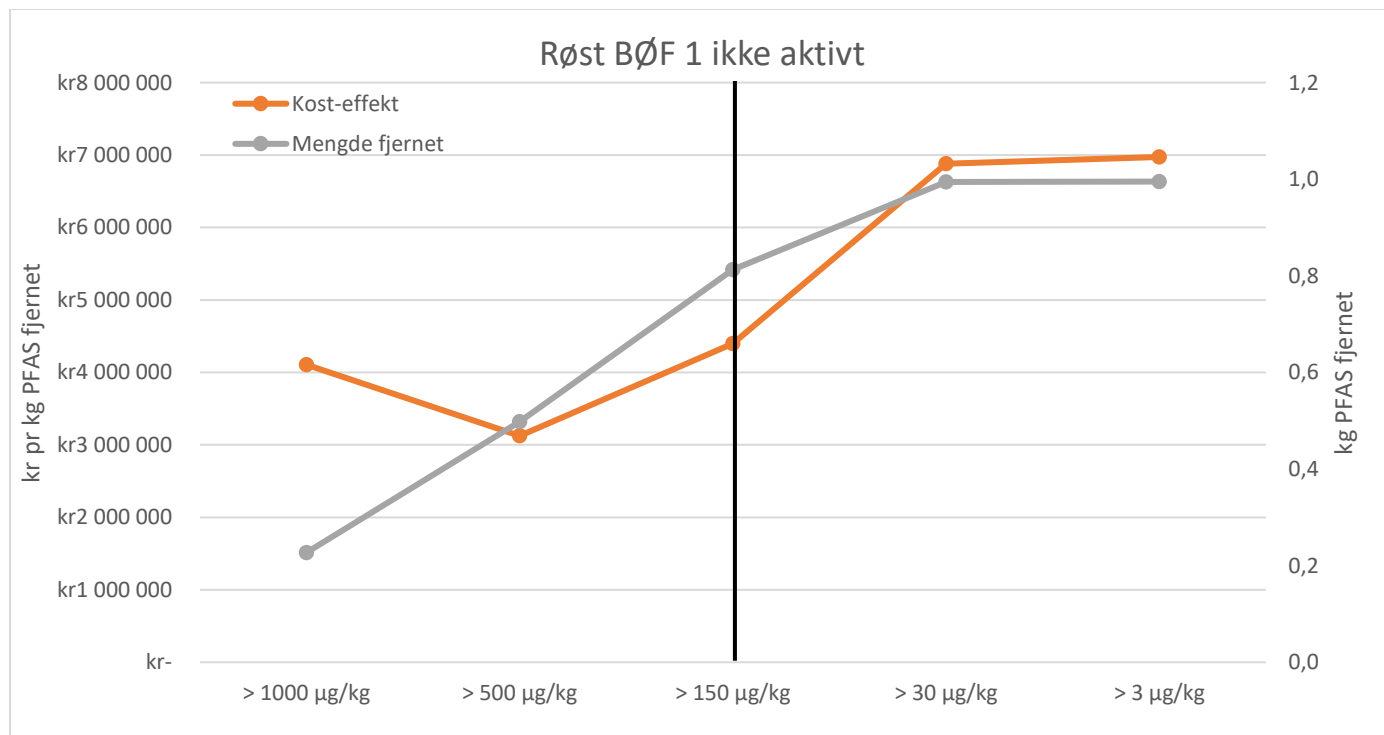
Figur 23: Ved Ålesund BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 40 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 8,9 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 25 MNOK. Økt effekt er 1,1 kg mer (fra 1 til 2,1 kg).



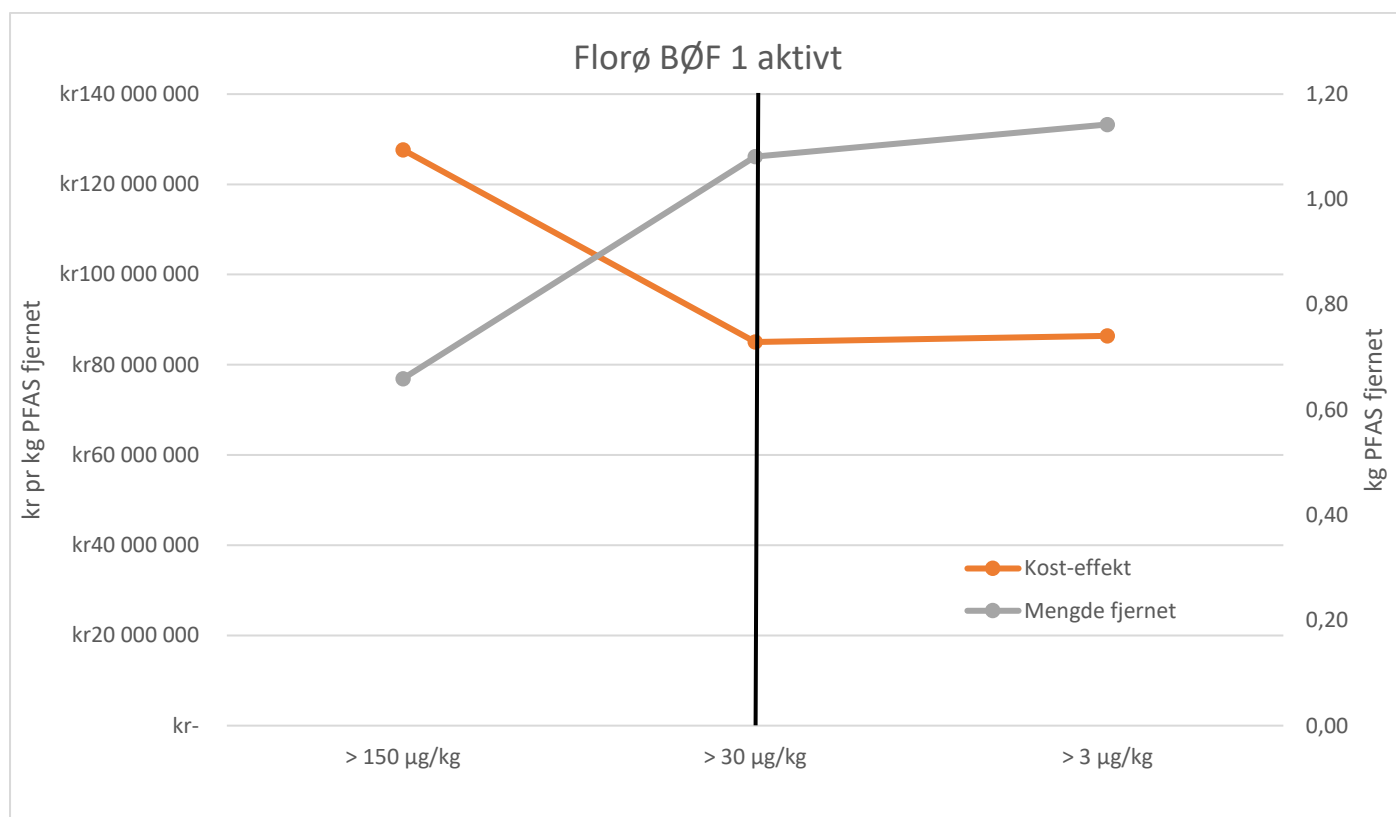
Figur 24: Ved Fagernes BØF A er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 88 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 2,3 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 6,4 MNOK. Økt effekt er 0,2 kg mer (fra 1,9 til 2,1 kg).



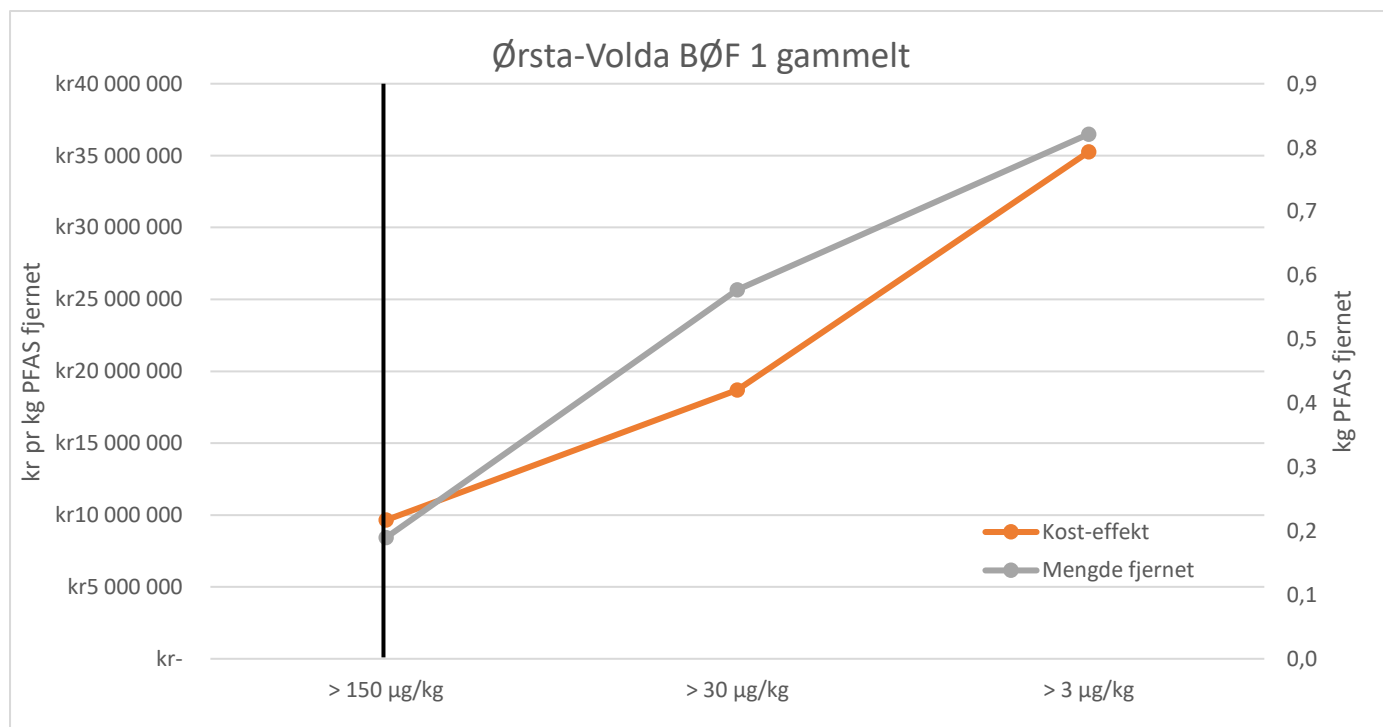
Figur 25: Ved Sogndal BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 53 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 7,2 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 10,6 MNOK. Økt effekt er 0,4 kg mer (fra 0,6 til 1 kg).



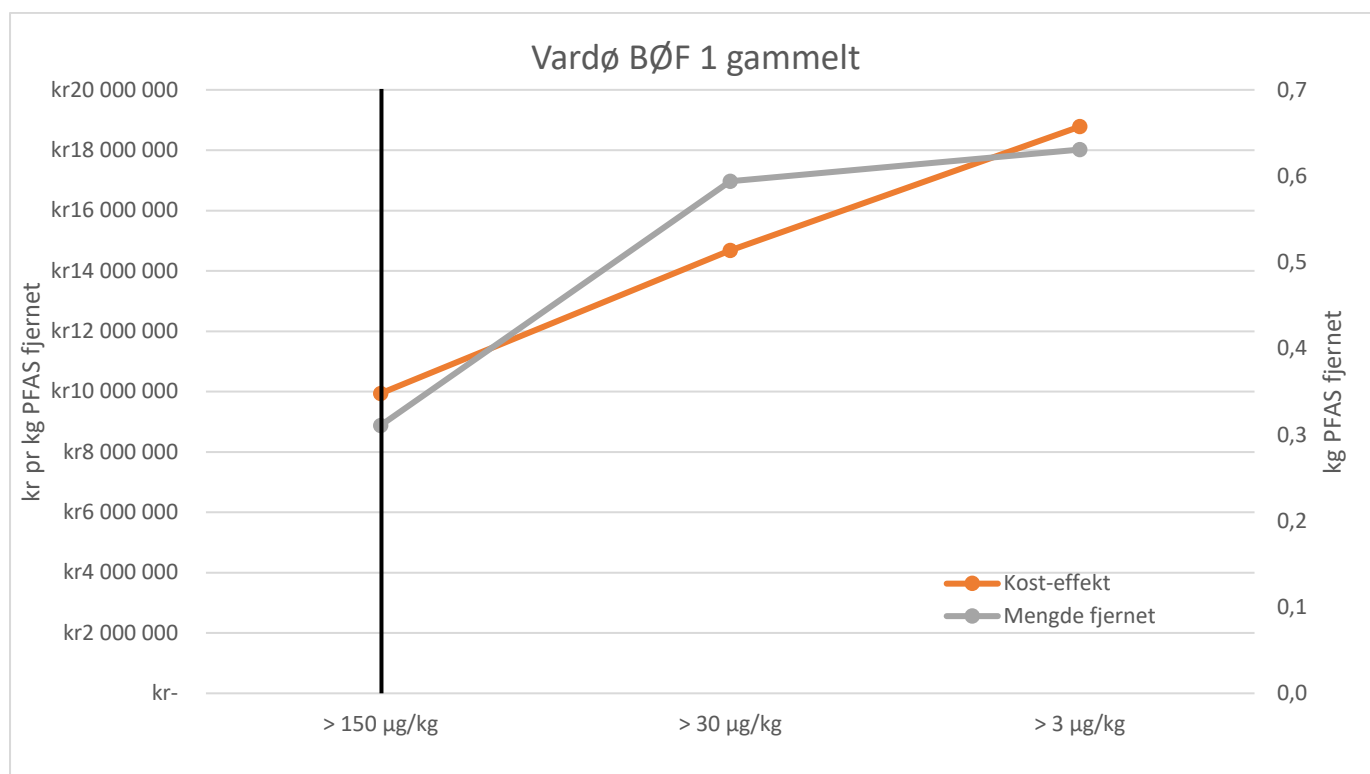
Figur 26: Ved Røst BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 82 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 2,5 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 3,3 MNOK. Økt effekt er 0,2 kg mer (fra 0,8 til 1 kg).



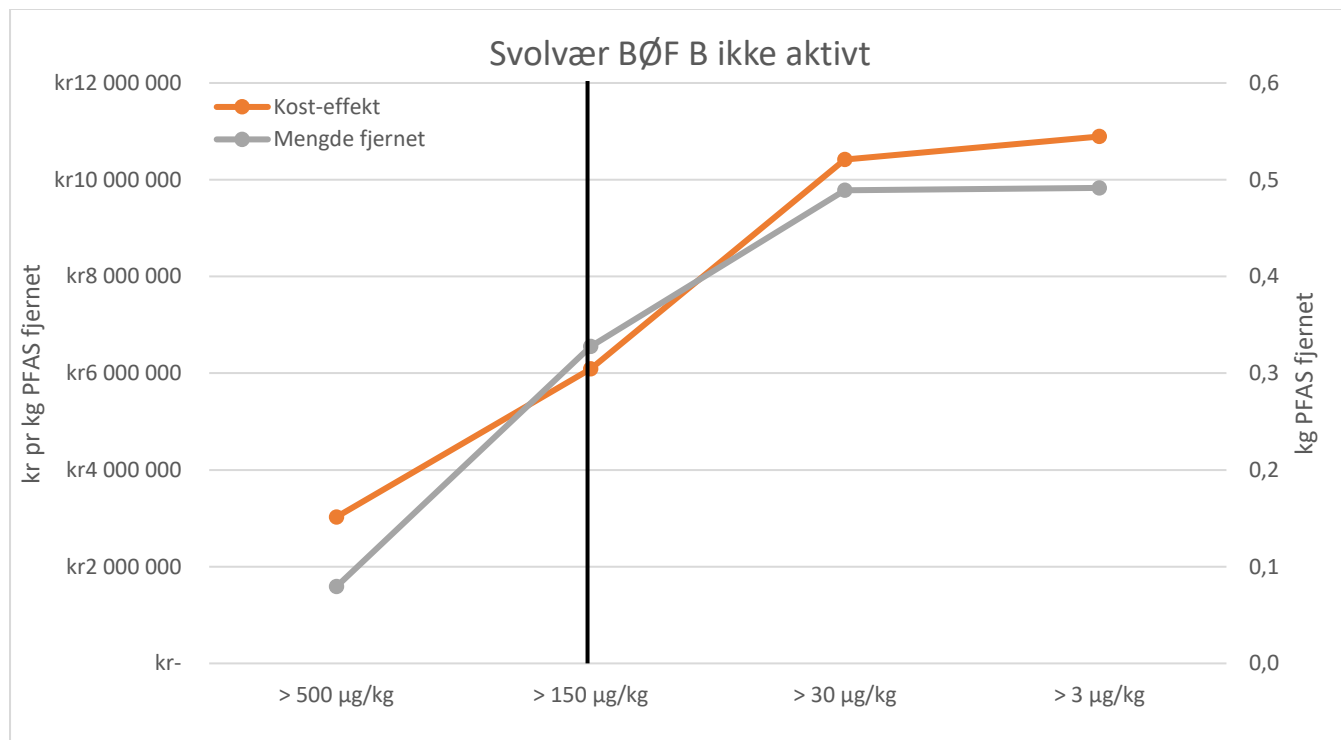
Figur 27: Ved Florø BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 30 µg/kg, som fjerner 95 % av forurensningen (1,1 kg). Dersom tiltaksgrensen senkes fra >30 µg/kg til >3 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 1,4 MNOK kr, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 6,7 MNOK. Økt effekt er mindre enn 0,1 kg mer.



Figur 28: Ved Ørsta-Volda BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 23 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 9 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 9 MNOK. Økt effekt er 0,4 kg mer (fra 0,2 til 0,6 kg).



Figur 29: Ved Vardø BØF 1 er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 49 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 4,7 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 5,6 MNOK. Økt effekt er 0,3 kg mer (fra 0,3 til 0,6 kg).



Figur 30: Ved Svolvær BØF B er tiltaksgrensen satt til konsentrasjoner av Σ PFAS > 150 µg/kg, som fjerner 67 % av forurensningen. Dersom tiltaksgrensen senkes fra >150 µg/kg til >30 µg/kg øker kostnadene per kg Σ PFAS fjernet med ca. 4,3 MNOK, noe som utgjør en økning i total kostnad på ca. 3 MNOK. Økt effekt er 0,2 kg mer (fra 0,3 til 0,5 kg).