

Avinor

Tiltaksplan Kristiansand lufthavn, Kjevik

Skisseprosjekt

2016-02-13 Oppdragsnr.: 5150684



J05	2016-02-13	For bruk. Rettet avvik som følge av feil i forventet utslippsreduksjon i mettet sone.	LAVAE	VK	LAVAE
J04	2015-05-13	For bruk	LAVEA / ANFEV / LABEN / EIHAL / KJT	VK	LAVAE
B03	2015-05-07	Til gjennomlesing/kommentar	LAVEA / ANFEV / LABEN / EIHAL / KJT	VK	LAVAE
B02	2015-04-27	Til gjennomlesing/kommentar	LAVEA / ANFEV / LABEN / EIHAL / KJT	VK	LAVAE
B01	2015-03-06	Til gjennomlesing/kommentar	LAVAE / ANFEV / LABEN / EIHAL / KJT	VK	LAVAE
A01		Intern			
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Generelt	7
1.2	Myndighet	7
1.2.1	Føringer gitt i pålegget fra miljødirektoratet	7
1.3	Lokalisering og historie relatert til PFOS-forurensning	7
1.3.1	BØF 1	8
1.3.2	BØF 2	8
1.3.3	BØF 3	9
1.4	Andre, planlagte inngrep som påvirker tiltaksområdet	10
1.5	Målsetning	12
2	Redegjørelse for undersøkelser	13
2.1	Undersøkelsesomfang	13
2.1.1	Jord	13
2.1.2	Vann	13
2.1.3	Biota	14
2.2	Oppsummering av resultater	14
2.2.1	BØF 1 – jord og grunnvann	14
2.2.2	BØF 2 – jord og grunnvann	15
2.2.3	Overflatevann BØF 1, BØF 2 og Topdalselva	20
2.2.4	BØF 3	20
2.2.5	Biota – limniske arter	21
2.2.6	Biota - terrestriske arter	23
3	Spredning og risikovurdering – dagens situasjon	25
3.1	Spredning fra BØF 1 og BØF 2	25
3.2	Økosystem og risiko	27
3.3	Matbiota og risiko	29
3.3.1	Mattrygghet	29
4	Akseptkriterier	31
4.1	Bakgrunn	31
4.2	Utarbeidelse av akseptgrenser basert på spredningsvurdering	32
4.2.1	BØF-2	32
4.2.1.1	Forholdstall mellom PFOS-konsentrasjon i grunnvann og overflatevann BØF-2	32
4.2.1.2	Forholdstall mellom PFOS-konsentrasjon i grunnvann og jord på BØF-2	32
4.2.1.3	Gjennomsnittskonsentrasjoner i jord og grunnvann	32
4.2.2	BØF-1	33
4.2.2.1	Forholdstall	33
4.2.3	BØF 3	33
4.3	Usikkerheter	33

5	Vurdering av alternative oppryddingstiltak	35
5.1	Aktuelle tiltaksløsninger	35
5.1.1	Faktorer som legger føringer for valg av tiltak	35
5.1.2	Mulige tiltak	36
5.1.3	Tiltaksløsninger vurdert for BØF 1 og BØF 2	38
5.1.3.1	Bakgrunn og beskrivelse av tiltakskombinasjoner for å oppnå 0,65 ng/l i strandsonen	39
5.1.3.2	Bakgrunn og beskrivelse av tiltakskombinasjoner for akseptkriteriet 230 ng/l	41
5.1.4	Kostnadsestimater på ulike tiltakskombinasjoner	47
5.1.5	Kostnads- og nyttevurdering	50
5.1.5.1	Forutsetninger	50
5.1.5.2	Resultater	52
5.1.5.3	Usikkerhetsanalyse	53
6	Anbefalte tiltaksløsning	54
6.1	Beskrivelse av anbefalte tiltaksløsninger	54
6.1.1	BØF 1	54
6.1.2	BØF 2	55
6.1.3	BØF 3	55
6.2	Vurdering av måloppnåelse for tiltakene	56
6.2.1	BØF 1, BØF 2 og Topdalselva	56
6.2.1.1	Spredning fra brannøvingsfeltene etter tiltak	57
6.3	Kontroll, overvåkning og beredskap	57
6.3.1	Supplerende undersøkelser før detaljprosjektering av tiltak	57
6.3.2	Overvåkning og kontroll etter etablering av tiltaket	59
6.4	Fremdriftsplan for gjennomføring av tiltak	60
7	Referanser	61
8	Vedlegg	62

Sammendrag

Det er utarbeidet tiltaksplan for forurenset grunn på Kjevik lufthavn etter pålegg fra Miljødirektoratet datert 2014-07-17. I tiltaksplanen er det vurdert egnede tiltak for å stanse eller redusere utlekking av PFOS fra forurenset grunn, samt utarbeidet et kostnadsoverslag for disse tiltakene.

Risikovurderingen (Norconsult & Sweco, 2015) konkluderer med at det ikke grunnlag for å fastslå at forurensingen av PFAS fra Kristiansand lufthavn gir uheldige økologiske konsekvenser, men fordi det ikke foreligger gode studier som belyser dette over tid, kan det heller ikke utelukkes. Topdalselva, utover strandsonen 50-60 m fra land, anses ikke å ha konsentrasjoner i vann over 0,65 ng/l (AA-QS_{ferskvann}), og det er ikke påvist konsentrasjoner i biota i arter aktuelle for menneskelig konsum utover det som anses akseptabelt. Det er imidlertid påvist høye konsentrasjoner i strandsonen nær land, samt i eksisterende bekk/grøft på brannøvingsfeltet lengst sørvest (BØF 2). Tiltak er derfor vurdert for å oppnå akseptabel tilstand i disse områdene.

Egnethet for ulike tiltak er vurdert, og det er for utvalgte tiltakskombinasjoner i umettet og mettet sone vurdert kost/nytte ved de gamle brannøvingsfeltene på Kjevik lufthavn. Det er vurdert konkrete tiltakskombinasjoner for å oppnå to ulike konsentrasjoner for PFOS i strandsonen mot Topdalselva, henholdsvis 0,65 ng/l og 230 ng/l.

Antall vurderte tiltaksløsninger er et utvalg av mulige løsninger for å oppnå de foreslåtte konsentrasjonene i strandsonen i Topdalselva. Dette anses å gi grunnlag for å vurdere kost/nytte for ulike tiltak i mettet og umettet sone på skissenivå. Det er ikke gjort ytterligere kost-/nyttevurdering av andre tiltak, eller redusert omfang av foreslåtte tiltak, der de foreslåtte konsentrasjonene i strandsonen ikke nås. Det synes imidlertid klart at redusert omfang av ett eller flere foreslåtte tiltak vil kunne gi redusert kostnad, og samtidig ta PFOS ut av kretsløpet, men at dette må innebære aksept for overskridelse av de foreslåtte konsentrasjonene for strandsonen i Topdalselva. Ytterligere vurdering av slike forhold kan vurderes belyst i påfølgende planfase.

Forventet nytte (reduert utslipp i tiltakets levetid, kg) er noe større for de vurderte tiltaksløsninger for å oppnå 0,65 ng/l (12-39,9 kg) sammenliknet med tiltakskombinasjoner for å oppnå 230 ng/l (8,7-34,4 kg). Forventet kostnad per kg redusert PFOS er ca. 4,0-20,0 mill. NOK for å oppnå 0,65 ng/l, mot ca. 0,7 – 3,2 mill. NOK for å oppnå 230 ng/l, altså betydelig høyere for å nå 0,65 ng/l i resipient.

Med bakgrunn i risikovurderingsrapport for Kjevik lufthavn (Norconsult & Sweco, 2015), og vurderinger i denne tiltaksplan, anses akseptkriterium 230 ng/l i strandsonen å sikre både økologi og menneskelig helse. Det vil samtidig være betydelig kostnadsbesparende sammenliknet med tiltaksløsninger for å oppnå 0,65 ng/l i strandsonen.

Hvis den overordnede vurderingen tilsier at det skal iverksettes tiltak på Kjevik så er det vår anbefaling at en løsning der PFOS-konsentrasjonen i Topdalselva kommer under PNEC-grensen (230 ng/l) velges. Dette sikrer både menneskelig helse og økologien i resipient. Denne anbefalingen baseres på dagens kunnskap om forurensingen ved BØF 1 og BØF 2.

Basert på dagens datagrunnlag og kunnskapsnivå anbefales følgende tiltak for å oppnå 230 ng/l i strandsonen ved de gamle brannøvingsfeltene:

- Grunnvannstiltak med rensing på BØF 2 kombinert med utgraving av umettet sone i de mest forurensede områdene sentralt på feltet.
- Tildekking av områder med påvist PFOS-forurensing i umettet sone på BØF 1.

For BØF 3 er beslutningsgrunnlaget ikke tilstrekkelig for tilsvarende vurderinger av kost/nytte. Basert på foreliggende kjennskap til drift og forurensningssituasjonen skisseres mulige tiltak i form av utfasing av PFAS-holdig skum i den grad dette fortsatt benyttes, samt permanent styring av vann fra brannøvingsfeltet til oljeutskiller og påfølgende rensetrinn for PFAS før påslipp til kommunalt nett.

Datagrunnlaget inneholder betydelig usikkerhet. Tiltaksplanen er utarbeidet på skissenivå, og må etterfølges av supplerende undersøkelser og forprosjekt før detaljprosjektering. Endringer får økt påvirkning på ressursbruk og fremdrift etter hvert som prosjektet beveger seg utover i fasene. Det er således avgjørende at grunnleggende avklaringer, slik som fastsetting av akseptkriterier, gjøres før man går over i neste fase.

Så langt kjent er mengden PFAS benyttet på Kjevik lufthavn begrenset sammenliknet med enkelte andre lufthavner. Ressurser brukt på tiltaksløsninger på Kjevik bør derfor ses i forhold til den samlede PFOS-belastningen fra Avinors lufthavner, og fra andre kilder nasjonalt, for vurdering av størst mulig nytteoptimalisering. Hverken total nasjonal belastning, eller den samlede belastning fra Avinors lufthavner, er behandlet i denne tiltaksplanen.

1 Innledning

1.1 GENERELT

Norconsult er engasjert av Avinor til å utarbeide en tiltaksplan for forurenset grunn på Kjevik lufthavn etter pålegg fra Miljødirektoratet datert 2014-07-17. I tiltaksplanen skal det vurderes egnede tiltak for å stanse eller redusere utlekking av PFOS fra forurenset grunn, samt utarbeide et kostnadsoverslag for disse tiltakene. Det foreligger undersøkelser og resultater også for andre PFAS. Kunnskap om toksisitet for disse er lite kjent. Sprednings- og risikovurderingene fokuserer derfor på PFOS. Tiltaksplanen er utarbeidet på skissenivå.

Pålegg om tiltaksplan er basert på datagrunnlag frem til 2012. Det er siden den gang utført supplerende undersøkelser og analyser som er tatt inn som del av vurderingsgrunnlaget for tiltaksløsning. Det bemerkes at datagrunnlaget er ulikt for de tre brannøvingsfeltene (BØF), og at videre overvåkning, supplerende undersøkelser må gjennomføres før forprosjekt og videre detaljprosjektering. Forslag til supplerende undersøkelser er gitt i Kap. 6.3.

1.2 MYNDIGHET

Det er Miljødirektoratet som er forurensningsmyndighet for Kjevik lufthavn når det gjelder PFOS-forurensede områder. Direktoratet har i pålegg datert 2014-07-17 pålagt grunneier Avinor AS å utarbeide tiltaksplan for BØF 1, 2 og 3. Pålegget er gitt med hjemmel i forurensningsloven § 51.

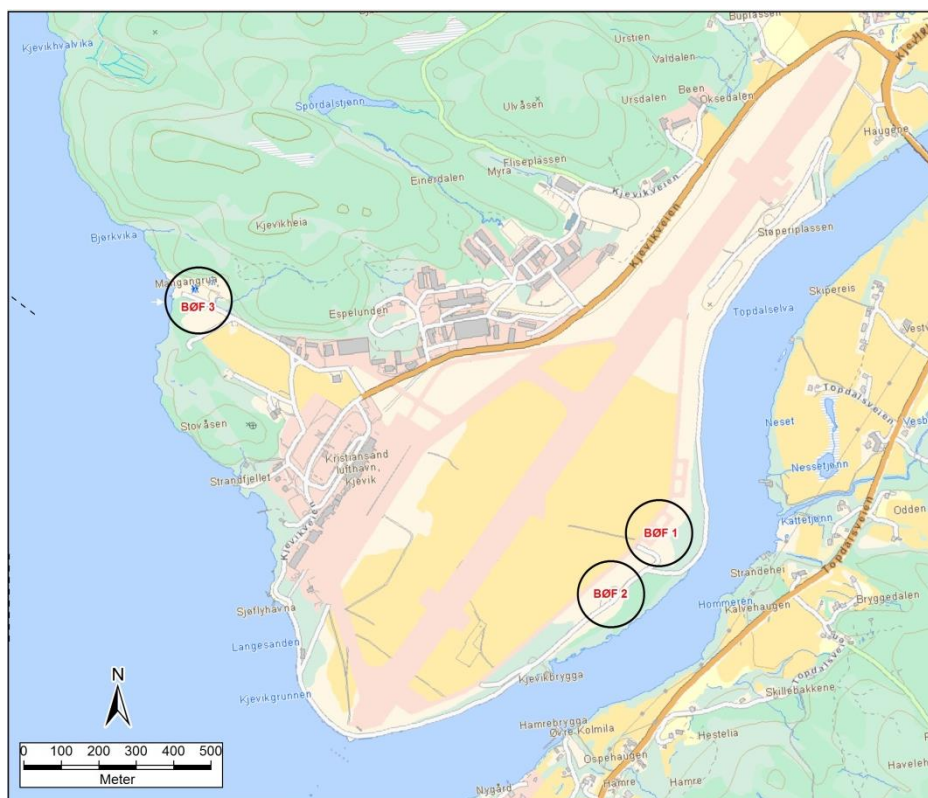
1.2.1 *Føringer gitt i pålegget fra miljødirektoratet*

Påleggets krav til minimum innhold i tiltaksplanen er gitt i påleggets sider 10-11. Disse er gjengitt med grå rammer fortløpende i tiltaksplan.

1.3 LOKALISERING OG HISTORIE RELATERT TIL PFOS-FORURENSNING

Kristiansand lufthavn, Kjevik ligger på en elveterrasse ca. 15 moh. på Kjevik i Kristiansand kommune. Lufthavna ligger ut mot Topdalsfjorden/Ålefjærfjorden og ved utløpet av Topdalselva (også kalt Tovdalselva) (Figur 1-1).

Landingsbanen ligger på stedegne løsmasser av varierende sammensetning. Løsmassene under flyplassområdet består av sand med liten (1-2 m) mektighet over underliggende silt/leir. Det er observert hengende grunnvann i områder med silt-/leirlag i området for ny avisningsplattform. Tilsvarende silt-/leirlag er funnet på BØF 1, og det er antydning av observasjon av hengende grunnvann i sjakter også her. Dette ble imidlertid ikke gjenfunnet i brønn ned til 9 m under terreng (ca. 3 moh.) BØF 2 ligger på ca. kote 2-3 moh., og det er ikke påtruffet tilsvarende silt-/leirlag her. Det er ikke knyttet interesser til bruken av grunnvannet i området. Grunnvannet under flyplassen har avrenning mot Topdalselva i øst og Topdalsfjorden/ Ålefjærfjorden i sørvest.



Figur 1-1: Oversiktskart Kristiansand lufthavn Kjevik med angitt plassering av brannøvingsfeltene (BØF) 1, 2 og 3. Det er kun BØF 3 som er aktivt i dag.

1.3.1 BØF 1

BØF 1 er det eldste brannøvingsfeltet, og ble benyttet fra ca. 1978 fram til 1985. I dette tidsrommet er det estimert at det ble brukt ca. 30 kg PFOS på BØF-1. Selve feltet ligger på nivå med dagens rullebane. I sørstre del av brannøvingsfeltet er det gjennom historien fylt opp en del overskuddsmasser fra gravearbeider på flyplassområdet. Flyfoto indikerer at dette er gjort i flere omganger etter 2005, hovedsakelig mot sør og øst. Massene dekker i dag den opprinnelige overflaten slik den var under driften av feltet. Grunnvannet strømmer i retning Topdalselva, som ligger ca. 12 m lavere enn terrasseflaten, på nivå med havoverflaten. Det er imidlertid ingen målt grunnvannstand sentralt eller oppstrøms brannøvingsfeltet som gir informasjon om strømningsgradienten i området.

1.3.2 BØF 2

BØF 2 ligger omkring kote 2-3 moh., på et lavere nivå enn BØF 1 og lufthavnen for øvrig ligger på. Brannøvingsfeltet ble benyttet i perioden ca. 1985 – 2008. I dette tidsrommet er det estimert at det ble brukt ca. 65 kg PFOS og 10 kg PFAS på BØF-2. I 2000 ble det oppgradert med ny plate, og det ble gjort noe masseutskifting og rydding av området. Utgravde masser ble ifølge driftspersonell på lufthavnen sendt til godkjent kommunalt deponi. Ved plattformen ligger grunnvannet ca. 2,5 m under terreng, noe som tilsvarer ca. kote 0,3 moh. Dette gir liten strømningsgradient mot Topdalselva ca. 100 m sørøst.

Overvann fra lufthavnen (de-icingområdet og halve rullebanen) renner via et overvannsrør ut nedstrøms BØF-2. Fra røråpningen og ned til Topdalselva renner vannet som en bekk/grøft. På grunn av tilførselen av overvann, varierer vannføringen i bekken/dreneringsgrøfta mye med

nedbørsituasjonen, i tillegg til at vann fra Topdalselva presses opp i grøfta når vannføringen er stor, eller ved høyvannssituasjoner i Topdalsfjorden.

1.3.3 BØF 3

Aktivt brannøvingsfelt (BØF 3) ligger på Avinors eiendom og ble tatt i bruk i 2008. Det er flere brukere av feltet, og det øves hyppig. Feltet er delvis sprengt inn i fjell nordvest for terminalområdet, ca. 100 m fra Ålefjærfjorden. Feltet driftes i dag av Falck Nutec som også eier utslippstillatelsen. Avløpsvann samles opp i en oljeutskiller og ledes deretter via kommunalt nett til kommunalt renseanlegg på Odderøya og derfra ut i Kristiansandsfjorden. Fordeling av vann til oljeutskiller under øvelse og regnvann til overvannsledning/rør utenom øvelse kan styres via bakkekraner som vist i Figur 1-2. Utenom øvelse vil vann kunne ledes mot overvannsrør til Bjørkvika (lokalitetsnavn vist i Figur 1-1). Øvrige områder som har avrenning til området er ikke kjent. I følge Falck Nutec er bakkekran i dag som hovedregel stilt slik at vann går til oljeutskiller uavhengig av om det er øvelse eller ikke. Unntak er ved forhåndsmeldte store nedbørsmengder. Tidspunkt for når denne praksisen ble innført er ikke kjent.

Avinor eier eiendommen som brannøvingsfeltet ligger på, men det er flere brukere av feltet og det øves hyppig. Det foreligger nå (januar 2015) en avtale som sier at det stilles samme krav til anskaffelse av skum hos andre aktører som det Avinor stiller til seg selv, men det kan ikke utelukkes at enkelte av brukerne fremdeles benytter AFFF (uten PFOS, men med andre PFAS). Slikt skum er ikke forbudt, men Avinor har valgt å fase det ut fra sine brannbiler.



Figur 1-2: Detaljprosjektering BØF 3 (Barlindhaug, utsnitt fra tegningsnr. ECN-K-002 B, 2008-05-07).

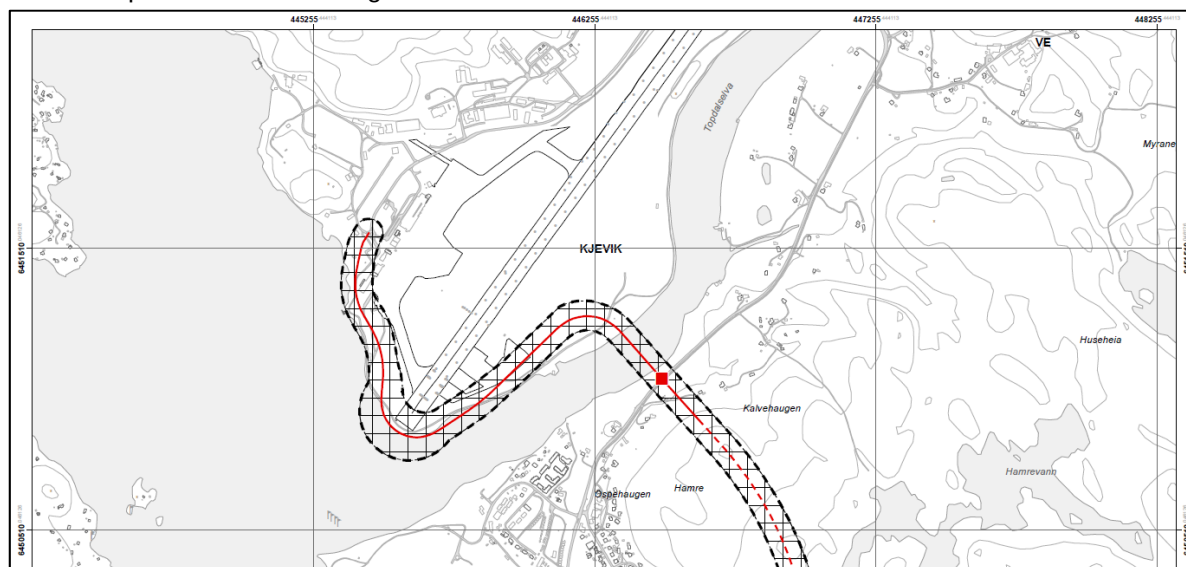
1.4 ANDRE, PLANLAGTE INNGREP SOM PÅVIRKER TILTAKSOMRÅDET

Gjeldende reguleringsplan for Kristiansand lufthavn Kjevik ble vedtatt 2009-06-17. Denne finnes tilgjengelig på <http://kart.kristiansand.kommune.no/regbest/RP1094.pdf> (lesedato 2015-03-04), og et utsnitt for området BØF 1 og BØF 2 er vist i Figur 1-3. Området mellom BØF 3 og Ålefjærfjorden er regulert til friområde (ikke vist i figur).



Figur 1-3: Utsnitt av gjeldende reguleringsplan for Kristiansand lufthavn Kjevik (2009-03-04).
Finnes tilgjengelig på <http://kart.kristiansand.kommune.no/regbest/RP1094.pdf> (lesedato 2015-03-04).

Bystyret i Kristiansand kommune vedtok 2015-02-18 kommunedelplan for rv. 41/ rv. 451, ny veg til Kjevik alternativ C6D med plankart og bestemmelser sist datert 7.januar 2015. Plankartet finnes på <http://opengov.cloudapp.net/Meetings/krs/Agendaltem/Details/15002999> (lesedato 2015-03-04). Utsnitt fra plankartet er vist i Figur 1-4.



Figur 1-4: Utsnitt fra plankart for vedtatt kommunedelplan for rv. 41/rv. 451, ny veg til Kjevik, <http://opengov.cloudapp.net/Meetings/krs/Agendaltem/Details/15002999> (lesedato 2015-03-04)

Vegen kommer ut av tunnel ved Hestelia øst for Topdalselva. Vegen videre mot lufthavnen (rv. 451) vil gå på en ca. 250 meter lang bro vinkelrett på elven. Etter broen svinger vegen sørover og går parallelt med rullebanen. I svingen etter broen går vegen på fylling før den senkes og ligger dypt i terrenget til den går på fylling i strandlinjen sør for rullebanen. Her ligger vegen først på fylling før den senkes til en dyp linje frem til vegen møter strandlinjen. Der vegen/brua kommer inn på Kjevikområdet er det sannsynlig at traseen vil komme i berøring med brannøvingsfeltene. Endelig trase er ikke bestemt, og vil bli bestemt i reguleringsfasen. Det vil være behov for koordinering mellom Avinor, Statens vegvesen og Kristiansand kommune vedrørende fysiske inngrep, arealbruk, og utforming av løsninger for både tiltaket og vegen. Avinor og Vegvesenet har påbegynt dialog om dette.

Reguleringsplanarbeidet for rv. 41/ rv. 451 er ikke påstartet. Endelig trasé og teknisk løsning i området BØF 1 og BØF 2 er således ikke bestemt.

1.5 MÅLSETNING

Fra Miljødirektoratets pålegg:

Et forslag til miljømål for området og på hvilket grunnlag disse er satt. Disse kan samsvare med de miljømål som Avinor har satt opp i sine rapporter i DP2 prosjektet om Avinor fortsatt mener dette. Miljømålene skal i tillegg si noe om hvilke mengder PFOS som tas ut av det biologiske kretsløpet på grunn av de foreslåtte tiltakene.

Følgende overordnede miljømål er vedtatt i Avinors miljøkomité, og er styrende for målsettingen med tiltaksplanen:

- PFAS-forurensning som følge av Avinors aktivitet skal håndteres slik at naturlige resipienter og tilgrensende økosystem har god vannkvalitet og gode livsbetingelser for berørte arter (basert på EQS_{biota}).
- Utlekking og spredning av perfluorerte stoffer fra Avinors aktive og nedlagte brannøvingsfelt skal reduseres over tid sammenlignet med dagens situasjon.

Tiltaksplanens målsetting:

- Finne gode akseptgrenser for tiltaksområdet, som bidrar til å nå de overordnede miljømålene. Akseptgrenser, spredning til resipient og forventet effekt av foreslåtte tiltak er nærmere omtalt under Kap. 4 og Kap. 5.
- Forurensninger på land skal ikke hindre regulert bruk av området, derunder opphold på området.
- Tiltaksfasen skal ikke bidra til uakseptabel spredning til resipient.
- Det skal tilstrebes å velge løsninger som er bærekraftige for massedisponering/-håndtering

2 Redegjørelse for undersøkelser

Fra Miljødirektoratets pålegg:

Samlet redegjørelse for resultatene fra tidligere og nye målinger på lufthavnen. Det er viktig at Avinor bestemmer mengder og utbredelse av PFOS i grunnen ved BØF 1 og 2, samt alle relevante spredningsveier og mekanismer. Mengde PFOS i grunnen og årlig spredning må bestemmes utfra målinger i felt.

Redegjørelse for resultatene fra supplerende undersøkelser fra BØF 3, der det kartlegges hvordan PFOS og 6:2 FTS spres fra brannøvingsfeltet til biota. Dersom supplerende prøvetaking viser uakseptable nivåer av forurensning i henhold til miljømålene for området, må det gjøres en tiltaksvurdering også for dette området.

Det er gjennomført en rekke undersøkelser av jord, vann og biota ved Kristiansand lufthavn. Pålegg om tiltaksplan er basert på følgende datagrunnlag:

- "Resultatrapport, PFC i biota" av 27. november 2012 utarbeidet av Sweco på vegne av Avinor
- "Miljøprosjektet DP2, Miljøtekniske grunnundersøkelser, Kristiansand lufthavn, Kjevik" av 14. desember 2012

Det er i det videre kort gjort rede for omfang og resultater fra undersøkelsene, samt synliggjort hva som er utført i tiden etter utarbeidelsen av grunnlaget nevnt over. Undersøkelser og resultater er kartfestet i Vedlegg 1. For detaljert informasjon henvises det til risikovurderingsrapporten (Norconsult og Sweco, 2015).

2.1 UNDERSØKELSESONOMFANG

2.1.1 **Jord**

Prinsippet for de miljøtekniske grunnundersøkelsene ved brannøvingsfeltene (utført i DP2) var sjaktning, nedsetting av grunnvannsbrønner, og prøvetaking i fire retninger i forhold til selve brannøvingsfeltet. Det ble sjaktet ned til grunnvann der dette var mulig, samt nedsatt miljøbrønner i utvalgte sjakter. Det ble supplert nedborede brønner på BØF 1 og BØF 2 hvorfra det også ble tatt ut jordprøver for analyse. Utover det som ligger til grunn for DP2-rapport (2012) er det i 2014 og 2015 analysert på 26 lagrede jordprøver fra til sammen 18 punkter på BØF 1 og BØF 2 for ytterligere avgrensning av forurenset område. Resultatene er oppsummert og kartfestet i Vedlegg 1.

2.1.2 **Vann**

Ved Kristiansand lufthavn ble det i 2011 og 2012 utført analyser av overflatevann og grunnvann ved alle tre brannøvingsfelt. Basert på disse resultatene, ble det valgt ut prøvepunkter for vann for ytterligere dokumentasjon i 2012 - 2014. Tre av brønnene og fire av overflatevannspunktene ble videreført fra de tidligere undersøkelsene. I tillegg ble det etablert og prøvetatt syv nye brønner og

fem nye overvannspunkter ble lagt til. I 2015 er det tatt supplerende prøver i seks punkter. Resultatene er oppsummert og kartfestet i Vedlegg 1.

Det er utført manuell måling av grunnvannsnivå med ujevne mellomrom i perioden etter etablering av brønnene. Det er i februar-april 2015 utført kontinuerlig måling av vannnivå i brønner, øvre del av bekk på BØF 2 og i Topdalselva. Et utvalg av målinger for illustrasjon av samvariasjon er vist Figur 2-4, og kotekart for middel lavvannssituasjon og middel høyvannssituasjon i måleperioden er gitt i henholdsvis Figur 2-5 og Figur 2-6.

2.1.3 Biota

Feltarbeid har vært gjennomført i flere omganger; april 2012, oktober 2012, juli – oktober 2013 og i august 2014. Det ble samlet inn «påvisningsprøver»; organismer som lever i grøft nedstrøms BØF2 og elvas strandsone utenfor BØF2. I tillegg ble det samlet inn organismer på land, i Topdalselva for øvrig, i marint miljø og på referansestasjoner. Det ble ikke samlet inn marin biota etter 2012.

Det innsamlede materialet av terrestriske organismer som det er gjort analyser på har omfattet friske blader fra trær, mus og meitemark. I ferskvannsresipienter/overgang til sjø er det analysert på flere fiskearter (skrubbe, stingsild, sjørøtt og stasjonær ørret), samt strandlopper og småreker. I marin resipient er det analysert på torsk, skrubbe, lomre, steinbit, sei, rødspette, slettvar og knurr. I tillegg er det analysert på prøver av kuskjell og taskekrabber.

På den marine referansestasjonen ble det fanget og analysert på to dyregrupper; krepsdyr (strandlopper og taskekrabber) og fisk (skrubbe og torsk). For utfyllende beskrivelse av hva som ble samlet inn hvor, henvises det til risikovurderingen fra Kjevik lufthavn (Norconsult & Sweco, 2015).

2.2 OPPSUMMERING AV RESULTATER

Det er i det følgende oppsummert resultater fra utførte undersøkelser i jord, grunnvann og overflatevann på BØF 1, BØF 2 og BØF 3. Alle prøvepunkter og sammenstilte analyseresultater for utvalgte parametere er gitt i vedlegg 1.

2.2.1 BØF 1 – jord og grunnvann

Sentralt og nordvest ved det eldste brannøvingsfeltet er det påvist PFOS-konsentrasjoner opp til 15 ganger normverdien på 100 µg/kg i både overflatemasser (0-10 cm) og dypereliggende masse (10 – 160 cm). Det er påvist både jevn og ujevn fordeling av PFOS-konsentrasjoner vertikalt i massene på feltet. Det er ellers påvist spor av andre PFAS-forbindelser i enkelte prøver (Sweco & Norconsult, 2015). Ved etablering av grunnvannsbrønn (BR15) sentralt på feltet ble det påvist PFOS i massene i flere dybder. Kote terreng ved BR 15 er ca. 12 moh. Det ble ikke påvist PFOS over normverdien ned til 200 cm, men for hver 100 cm fra 300 – 500 cm ble det påvist ca. 350 µg/kg PFOS. Mellom 500 – 600 cm ble det igjen ikke påvist PFOS over normverdien. Deretter er det påvist PFOS opp til ca. 280 µg/kg i masser fra 600 – 800 cm under terreng. I massene fra 800-900 cm er påviste PFOS-konsentrasjoner under normverdi. Det ble ikke påvist grunnvannsspeil i BR15. Dette tyder på at det ved BØF-1 er en tykk umettet sone med PFOS-forurensning. Videre sydøst for BR15, er det i forbindelse med geotekniske undersøkelser for ny rv. 41/ rv. 451 tatt jordprøver i flere dyp i skråning mot (pkt. 801, vedlegg 1), og ved etablering av grunnvannsbrønn BR42 nær elven. Det er ikke påvist PFAS i disse prøvene.

De analyserte overflateprøvene tyder på at brannøving med skum ikke har ført til vidtrekkende spredning av skum i terrenget. Ut i fra historiske flyfoto kan det se ut til at det har vært utfylling mot sør en gang mellom 2005 og 2009, og mot øst en gang mellom 2011 og 2014, uten at det er mer kjent hvor massene er hentet fra.

Det er etablert to brønner (BR41 og BR42) langs Topdalselva nedstrøms BØF 1. Den sydligste brønnen (BR42) fanger opp avrenning fra BØF 1. Grunnvannsnivå i brønnene viser høy grad av samvariasjon med nivå i Topdalselva og ligger generelt noe høyere enn elva. Dette er vist for et utvalg av målte brønnivåer på BØF 1 og BØF 2 i Figur 2-4. Måleserier for BR41 og BR42 i perioden februar-april 2015 viser at grunnvannsnivå i begge brønnene ligger noe høyere enn elvenivå og samvarierer med tidevannsvariasjoner i elva. Amplitude for variasjon i grunnvannsnivå er noe mindre enn for elva, og har en liten forsinkelse (ca. én time) i forhold til denne. Dette gjør at det ved avtakende elvenivå, og på lavvann, er høyere grunnvannsnivå enn elvenivå, mens det motsatte forholdet tidvis er tilfelle ved stigende tidevann og på svært høy elvevannstandvann. Datamaterialet gir ikke grunnlag for å generere grunnvannskotekart for BØF 1, men forventes å ha hovedstrømningsretning mot Topdalselva. Strømning i mer sydlig retning kan ikke utelukkes da terrenget faller raskt i denne retningen sør for BØF 1. Det kan heller ikke utelukkes prefererte strømningsveger som følge av avsetningshistorien til massene, slik som tidligere elveløp, skrålag og grovere avsetningslag.

I 2011 ble det påvist høy PFOS-konsentrasjon i BR42 (2800 ng/l), mens det i 2012 ble målt PFOS-konsentrasjon på 1040 ng/l i tillegg til PFHxS og PFNA. Det ble ikke påvist 6:2 FTS i 2012, men PFHxS og PFNA. Prøvetaking av brønnen ble ikke videreført, men er gjenopptatt våren 2015. Resultatene viser tilsvarende PFAS-sammensetning som i 2012, men i lavere konsentrasjoner.

Resultatene fra prøvetakingen av BR41 i 2013 og 2014 viser tilsvarende lave konsentrasjon (<250 ng/l) av PFOS/PFAS som ved prøvetakingen i 2011 og 2012. Forbindelsene 6:2 FTS eller 8:2 FTS ble heller ikke påvist her, men som i BR42 påvises PFHxS. Konsentrasjonen av PFAS varierer noe i brønnen, og dette kan blant annet skyldes ulik påvirkning fra elva ved de ulike prøvetidspunktene.

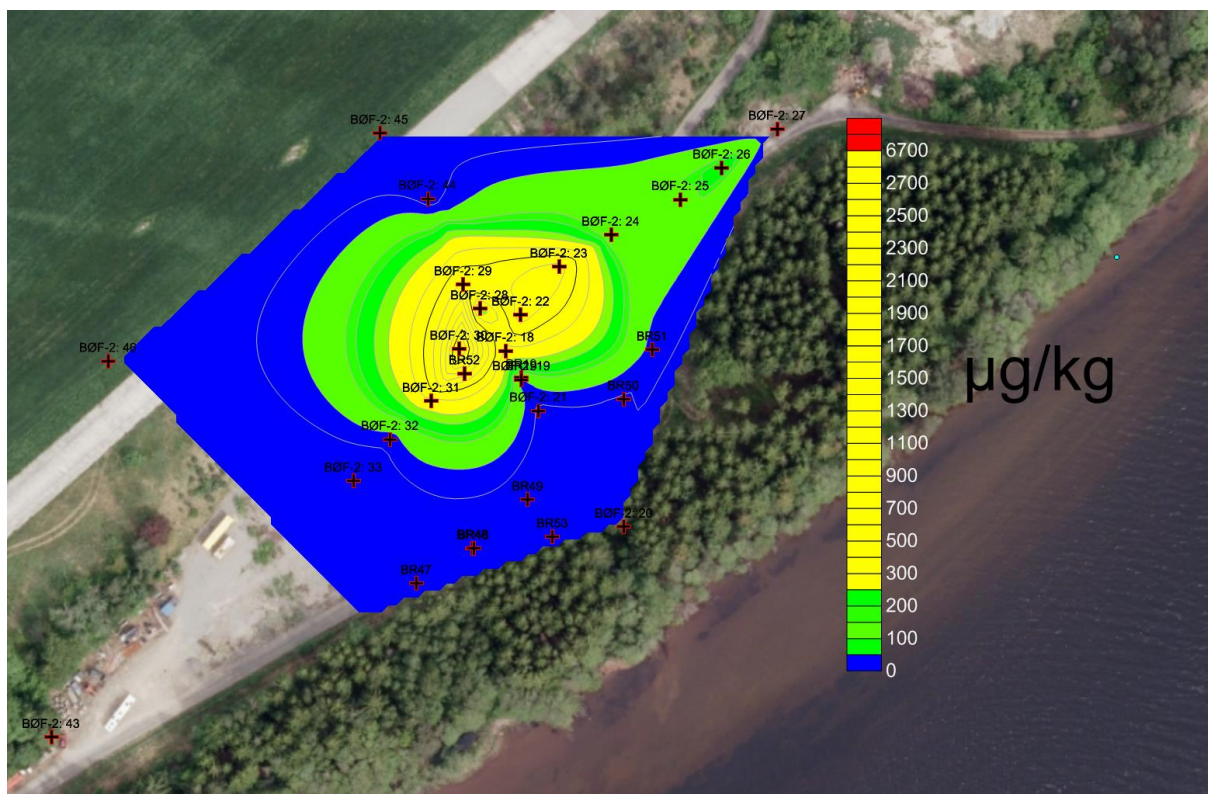
2.2.2 BØF 2 – jord og grunnvann

Ved det nyeste av de to nedlagte feltene er det sentralt funnet konsentrasjoner av PFOS ca. 24 ganger høyere enn normverdien. Den høyeste konsentrasjonen for PFOS er funnet i overflaten ved plattformen. Det er påvist 6:2 FTS i et fåtall jordprøver, samt PFOA, PFHxS og enkelte andre PFAS i noen punkter. Høyeste konsentrasjoner av 6:2 FTS (31,4 og 31,8 µg/kg) er funnet i jorden ved plattformen (hhv. BØF 2: 22 og 30), og er en god del lavere enn for PFOS. Det er funnet PFOS i overflateprøver ca. 50 m nord for senter av feltet, men lave konsentrasjoner tyder likevel på at brannøving med skum ikke har ført til vidtrekkende spredning av PFOS i terrenget. Det vises til risikovurderingsrapporten (Norconsult & Sweco, 2015) for ytterligere detaljer.

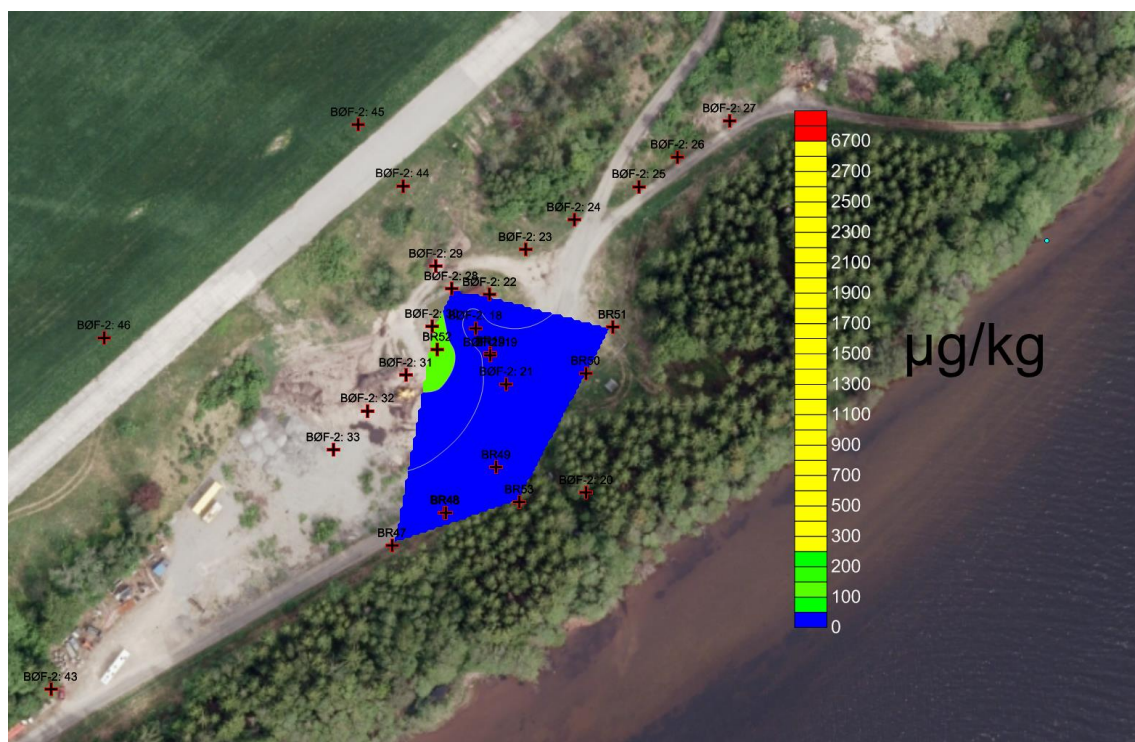
Brønnene ved BØF 2 er prøvetatt flere ganger, men med noe ulik prøvetakingshyppighet. Analyseresultatene viser generelt betydelige konsentrasjoner (>20 000 ng/l, med enkeltprøver >200 000 ng/l) av PFOS/PFAS ved senter av brannøvingsfeltet (BR18 og 52). I disse brønnene er det påvist konsentrasjoner av alle analyserte PFAS, med dominans av 6:2 FTS, perfluorheksansulfonat (PFHxS), perfluorheksansyre (PFHxA), Perfluorpentansyre (PFPeA) og til dels perfluoroktansyre (PFOA). I brønnene øst/nordøst for feltet (BR 19, 51, 50 og 21), som ligger nærmere Topdalselva og nord for dreneringsgrøfta, er det påvist PFOS/PFAS-konsentrasjoner >10 000 ng/l. I brønnene BR49, 53, 48 og 47 sør for dreneringsgrøfta er det påvist lavere konsentrasjoner (<10 000 ng/l).

Videre viser resultatene at PFOS/PFAS-konsentrasjonene ved de ulike prøvetakingene varierer innenfor de enkelte brønner. Resultatene viser godt samsvar i høye/lave konsentrasjoner i brønnene ved de samme prøvetakingstidspunktene. Det er ukjent om dette er en reell endring i konsentrasjon, eller kan tilskrives systematisk ulikhet i prøvetaking.

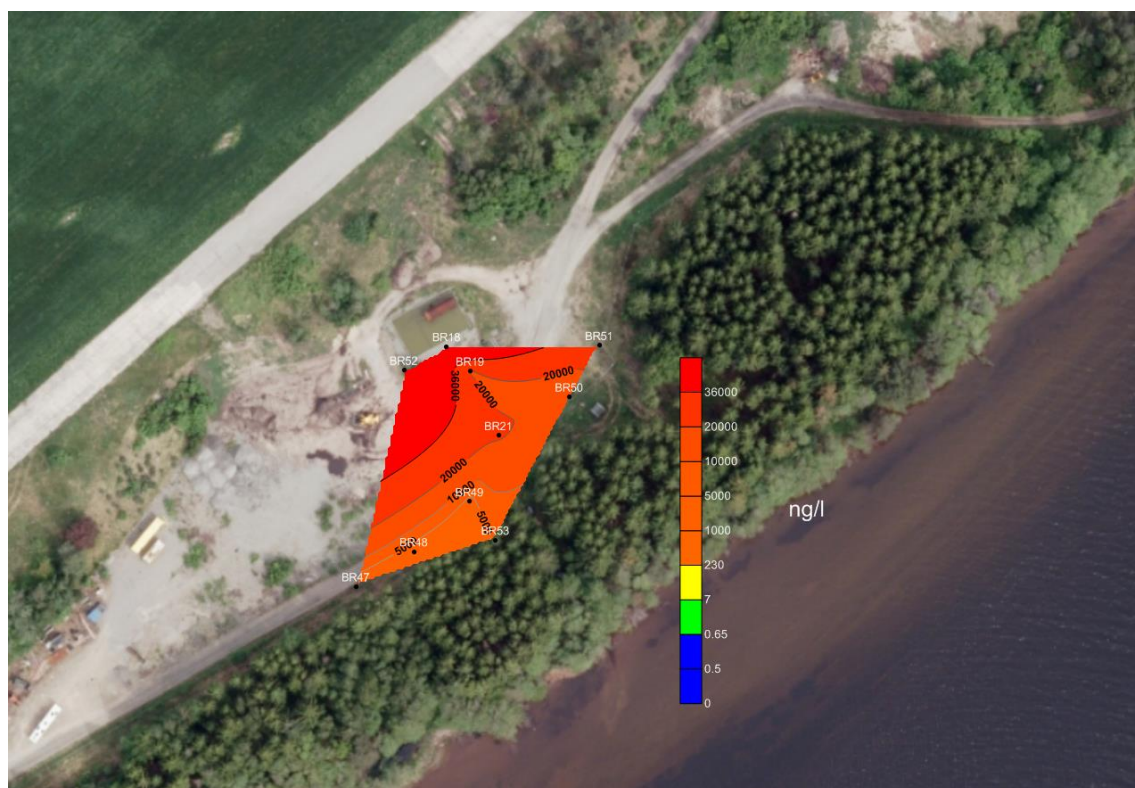
En sammenstilling av analyseresultater for PFOS i jord for umettet og mettet sone, samt i grunnvann, basert på interpolasjon av målte konsentrasjoner, er gitt i henholdsvis Figur 2-1 og Figur 2-2. Det bemerkes at det er få analyser av jord i mettet sone, sammenliknet med umettet sone. I tillegg er det gitt en interpolasjon av grunnvannskonsentrasjonene i Figur 2-3.



Figur 2-1: Viser en interpolasjon av PFOS-konsentrasjon i umettet sone for BØF-2.

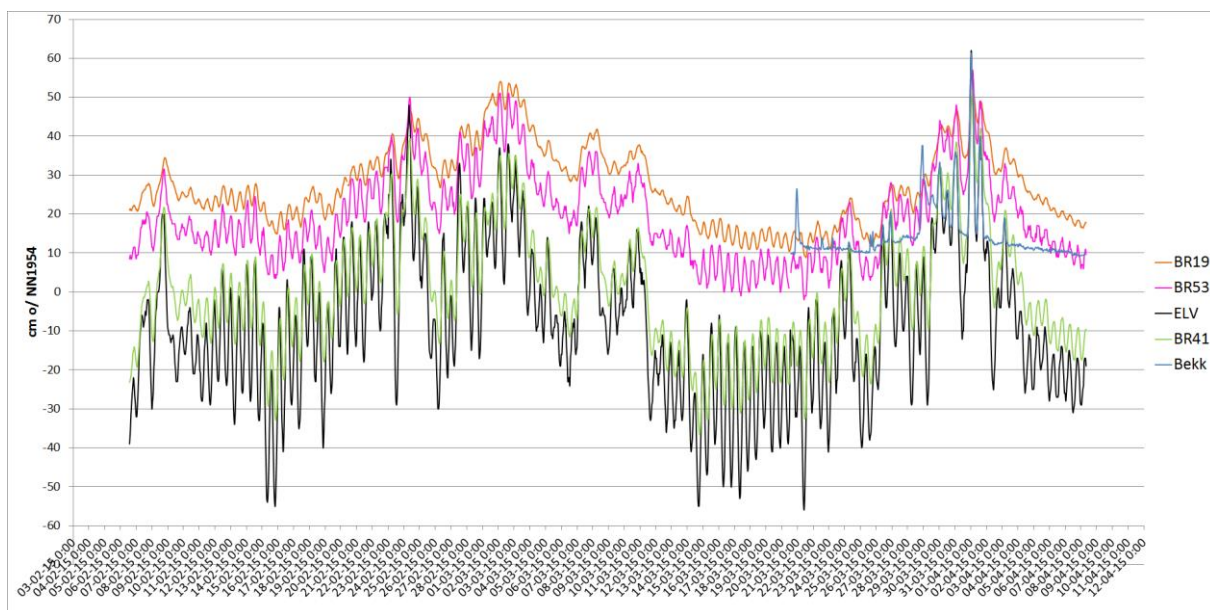


Figur 2-2: Viser en interpolasjon av PFOS-konsentrasjon i jord i mettet sone fra prøver dypere enn 2 meter under terreng.



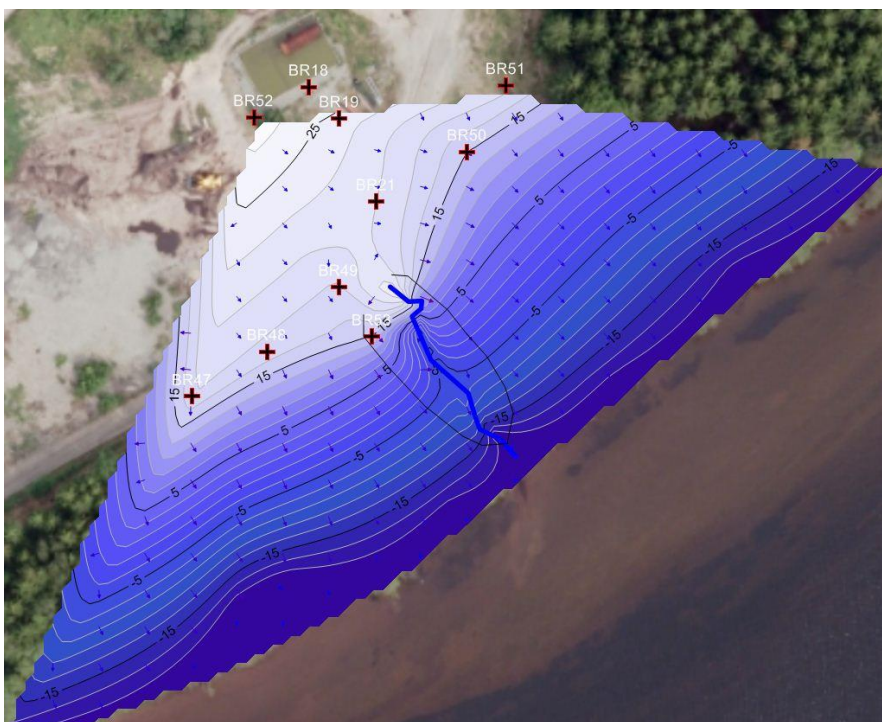
Figur 2-3 Interpolasjon av PFOS-konsentrasjon i grunnvann, basert på gjennomsnittskonsentrasjon i hvert punkt.

Det er etablert 10 brønner på BØF 2. I tillegg til manuelle målinger, er utført nivåmåling med automatiske loggere i 8 av brønnene i februar-april 2015. Det er ikke etablert brønner nærmere elva enn ca. 60 m og det mangler således observasjoner nær denne. Det er imidlertid grunn til å tro at situasjonen er som for BR41 og BR42 ved BØF 1. Grunnvannsnivå i brønnene på BØF 2 viser høy grad av samvariasjon med nivå i sjø/Topdalselva, og viser - med få unntak under svært høy elvevannstand - nivå høyere enn elva (Figur 2-4). Nivå i brønnene viser noen få timer forsinkelse i forhold til variasjonene i elva.

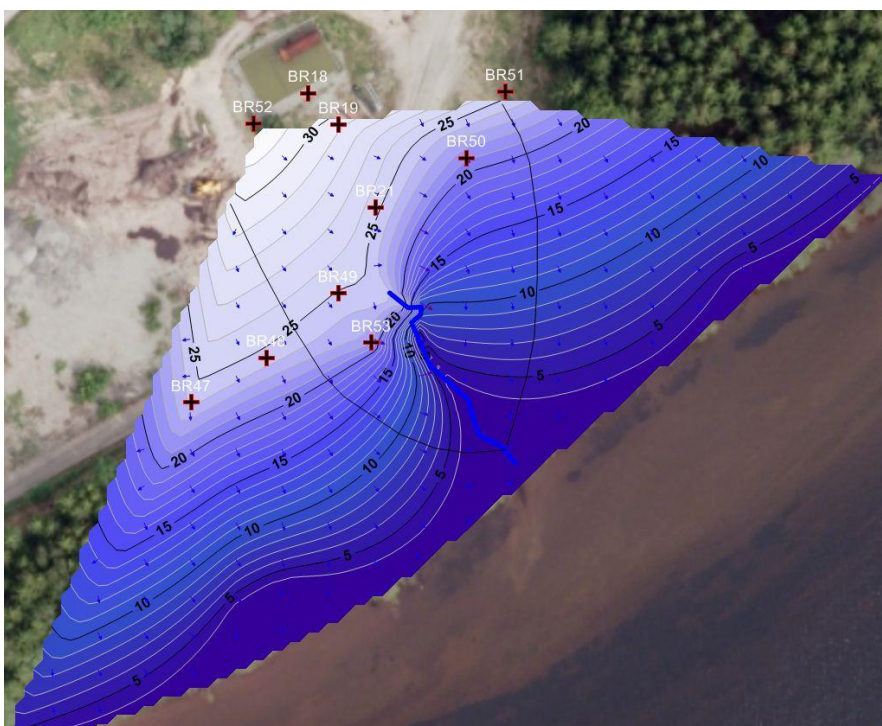


Figur 2-4: Resultat fra automatisk logging av grunnvannstand og nivå i Topdalselva relativt til NN1954. BR41 og BR 42 (ikke vist) står ved BØF 1, øvrige ved BØF 2. Det er kun vist et utvalg av hensyn til lesbarhet. Øvrige målte brønner (BR42 og BR47-BR52) viser samme grad av samvariasjon med elve-/havnivå. Logger øverst i bekk på BØF 2 viser samvariasjon når elve-/havnivå overstiger bekketerskel nedstrøms målepunktet, men følger ikke nivå ned under denne.

Kotekart for grunnvannsnivå for middel lav- og høyvannssituasjon, basert på måleperioden 2015-02-06 til 2015-04-08, er vist i henholdsvis Figur 2-5 og Figur 2-6. Området som gir grunnvannsstrømning til bekken er større under høyvannssituasjon enn under lavvannssituasjon. Målinger av bekkenivå øverst i bekken viser at bekkenivå følger elve-/havnivå når dette går over en gitt terskelhøyde i bekken nedstrøms målepunktet, men følger ikke elve-/havnivå ned under denne terskelen på grunn tilførsel av overvann via rør. Siden brønnivåer forøvrig varierer opp og ned med elve-/havnivå betyr dette at strømningsgradienten for grunnvann mot øvre del av bekken avtar på lavvann og øker på høyvann. Det bemerkes at havnivå for Kjevik i måleperioden ligger under det som statistisk sett er middel lav- og høyvann for området (se havnivå.no). Reell middelsituasjon for grunnvanns-/bekkesystemet forventes derfor generelt å ligge noe høyere.



Figur 2-5 Grunnvannsnivå ved middel lavvannssituasjon i måleperioden 2015-02-06 til 2015-04-08. Sorte linjer normalt på grunnvannskotene indikerer lokalt grunnvannsskille.



Figur 2-6 Grunnvannsnivå ved middel høyvannssituasjon i måleperioden 2015-02-06 til 2015-04-08. Sorte linjer normalt på grunnvannskotene indikerer lokalt grunnvannsskille.

2.2.3 Overflatevann BØF 1, BØF 2 og Topdalselva

Grunnvann fra både BØF 1 og 2 strømmer mot Topdalselva. I 2012 ble det tatt prøver langs elvekanten av Topdalselva (V1, V2 og V4), samt i dreneringsgrøfta/bekken som renner ut ved BØF 2 (V3/bekk). V1 er tatt oppstrøms BØF 1, V2 er tatt nedstrøms BØF 1 og V4 er tatt nedstrøms bekk/grøft fra BØF 2. Alle prøver er tatt fra land.

I 2014 ble det etablert nye punkter oppstrøms og nedstrøms i Topdalselva (hhv. Top. oppstrøms og Top. nedstrøms). I tillegg ble, det tatt vannprøver (CN 1 - 10) på ulike områder i Topdalselva i forbindelse med biotaundersøkelsene. Resultatene viser at det ikke ble påvist PFOS/PFAS i Topdalselva oppstrøms og nedstrøms brannøvingsfeltene (Top. oppstrøms og Top. nedstrøms) i juli og desember 2014. Tilsvarende ble det i ikke påvist PFOS/PFAS i vannprøvene i Topdalselva tatt i forbindelse med biota-undersøkelsene med unntak av prøve CN-9 hvor påvist konsentrasjon tilsvarer rapporteringsgrensen (LOQ) for PFOS i desember-prøvetakingen av punktene Top. oppstrøms og Top. nedstrøms. Senere prøvetaking i CN-9 i 2015 viser PFOS-konsentrasjoner varierende fra ca. 20 til >1300 ng/l.

I prøver tatt i Topdalselva på høyde med nordøstlige ende av rullebanen (Top1 v/bru, CN-3, V1, 4 og CN-2), er det kun ved enkelte prøvetakinger påvist PFOS/PFAS opp mot hhv. 40 og 90 ng/l. Ellers er det ikke påvist PFOS/PFAS over rapporteringsgrensene.

Overvann fra lufthavnområdet som renner ut av overvannsrøret til bekk/grøft ved BØF 2 er analysert 6 ganger. Det er generelt lave konsentrasjoner av PFOS/PFAS (ca. 10 ng/l eller lavere), og er ikke påvist over rapporteringsgrensen i halvparten av prøvene. I selve bekken/grøfta er det påvist markant konsentrasjon (744 og 2800 ng/l) av PFOS/PFAS i to prøver, mens prøver tatt på lavvannssituasjon i februar og mars 2015, viste konsentrasjoner <6 ng/l. Konsentrasjoner lenger ned i bekken er noe høyere (ca. 50 ng/l), også på lavvann. Dette viser at vannet i dreneringsgrøfta inneholder PFOS/PFAS-forurenset grunnvann fra BØF 2, men at det kan være store variasjoner. Årsaken til variasjonene antas å ha sammenheng med forholdet til tidevannspåvirkning i grunnvann, tidevannspåvirkning i bekken i forhold til terskler i denne, samt tilførsel av overvann fra lufthavnen.

Resultatene fra punktene 2 og V4, hhv oppstrøms og nedstrøms utløpet av dreneringsgrøfta fra BØF 2, viser innhold av PFOS/PFAS i varierende konsentrasjon. Ved siste prøvetaking (2015) ble det påvist signifikant høyere konsentrasjon av PFOS i punktet 2 enn ved de foregående prøvetakingene, mens det i V4 var lave konsentrasjoner ved siste prøvetaking februar og mars 2015. Det ble på samme tidspunkt tatt ytterligere tre prøver (V7, V8 og V9) i Topdalselva nedstrøms utløp av bekken. Samtlige viste lave konsentrasjoner. Samtidige prøver i Topdalselva videre oppstrøms mot BØF 1 (CN 9, V2 og V6) viser konsentrasjon i størrelsesorden 360-1300 ng/l. Dette er markant høyere enn i tidligere målinger (CN 9 og V2). Samtlige vannprøver i februar 2015 er tatt på lav vannstand i Ålefjærfjorden, uten flopåvirkning oppover i Topdalselva, mens prøver tatt i mars 2015 er tatt på henholdsvis lav- og høyvann samme dag. Det er ikke noe entydig mønster for konsentrasjonsforskjeller i prøver i strandsonen tatt på lavvann sammenliknet med prøver tatt på høyvann.

2.2.4 BØF 3

Ved det aktive brannøvingsfeltet er det tatt få jordprøver. Dette skyldes at feltet i noe grad er sprengt inn i fjell (mot nord og øst), og at det i liten grad er løsmasser tilgjengelig for prøvetaking. Ved det aktive brannøvingsfeltet er det funnet PFOS under normverdi i kun en overflateprøve for jord (pkt. BØF-3: 54; 10,7 µg/kg) ca. 40-50 m sørøst for feltet. Dette tyder på at test av

skumkanoner i liten grad har ført til vidtrekkende spredning av PFOS i terrenget. Det er ikke påvist 6:2 FTS i prøvene.

Ved det aktive brannøvingsfeltet ble det i 2012 tatt prøve av overvann fra et større rør (V5) og til sjø fra feltet. Det ble påvist lav konsentrasjon av PFOS, noe perfluorheksansyre (PFHxA) og perfluorpentansyre (PFPeA), samt høyere konsentrasjon av 6:2 FTS. I desember 2014 ble det tatt en ny vannprøve det samme røret, samt fra to mindre rør (V5 Rør 1 og V5 Rør 2) på samme lokalitet. Det ble ikke påvist PFOS i noen av prøvene tatt i 2014. PFAS ble påvist i lave konsentrasjoner (<55 ng/l) og bestod av perfluorheksansyre (PFHxA) og perfluorpentansyre (PFPeA).

I august 2014 ble det tatt prøve av sjøvann i strandkanten utenfor det aktive brannøvingsfeltet (CN-11). Prøven viser ikke innhold av PFOS, mens konsentrasjonen av PFAS ligger på 16,3 ng/l og består av 6:2 FTS, perfluorheksansyre (PFHxA) og perfluorpentansyre (PFPeA). I desember 2014 ble det tatt en sjøvannsprøve noe lengre ut i bukten utenfor det aktive brannøvingsfeltet (Sjø BØF-3). Resultatene viser PFOS-konsentrasjoner på 15 ng/l, mens konsentrasjonen av PFAS ligger på 82,2 ng/l og består av 6:2 FTS, perfluorheksansyre (PFHxA) og perfluorpentansyre (PFPeA). Konsentrasjonene må anses som signifikant høyere enn i CN-11 prøven, men det bemerkes at prøvene ikke er tatt på samme tid og kun én prøvetaking (øyeblikksbilde).

Det aktive brannøvingsfeltet i Kristiansand er tilknyttet en oljeutskiller med påslipp til kommunalt nett på Odderøya og derfra ut i Kristiansandsfjorden. Avløpsvann fra oljeutskiller er prøvetatt en gang under øvelse i 2013 og en gang i mai 2014 hvor det ikke var øvelse. Resultatene viser høye konsentrasjoner av PFOS/PFAS ved øvelsessituasjonen i 2013. Konsentrasjonen av 6:2 FTS er høyere enn PFOS, som er naturlig ved et aktivt brannøvingsfelt. Når det ikke er øvelse på feltet, er det betydelig lavere konsentrasjon av PFOS/PFAS i vannet. Konsentrasjonen av PFAS domineres av 6:2 FTS. Beregninger er basert på de vannmengder som benyttes ved Avinors egne øvelser tilsier en årlig utlekking på 10 g PFOS og 30 g PFAS fra oljeutskilleren til kommunalt nett.

2.2.5 **Biota – limniske arter**

Ferskvannsarter

I Topdalselva, rett utenfor grøfta som drenerer det forurensede området ved brannøvingsfeltene og i selve grøfta, ble det påvist PFAS over EQS_{biota} i alle analyserte prøver som ble samlet inn i april 2012. I dreneringsgrøfta ble det fanget tre- og nipigget stingsild. I strandkanten av Topdalselva rett utenfor og nedstrøms utløpet av bekken ble det fanget skrubbe og reker. I alle prøvene dominerte PFOS, og i alle fiskeprøvene var konsentrasjonen langt over EQS_{biota} (ca. 100-200 ganger høyere målt i blandprøver fra hel skrubbe). I reker var nivået 8,2 µg/kg, rett under EQS_{biota} på 9,1 µg/kg.

Ørreten og skrubbene som ble fanget i juli i 2013, i grøfta som drenerer lufthavnområdet, hadde også svært høye verdier av PFAS. Høyest verdi (3671 µg/kg) ble funnet i blandprøven av de 24 individene av skrubbe. Dette er mer enn 400 ganger normverdien.

På referansestasjon Vesbekken som ligger på andre siden av Topdalselva og ca. 500 m oppstrøms utløpet av dreneringsgrøfta ved BØF 2, ble det påvist PFOS over rapporteringsgrensen i blandprøver av både reke, skrubbe i utløpsområdet og trepigget stingsild i selve bekken. I skrubbe og rekene var det et moderat innhold av PFOS (hhv. 8,4 µg/kg og 2,1 µg/kg), mens i trepigget stingsild var konsentrasjonen (11,0 µg/kg) over EQS_{biota} (9,1 µg/kg). Om disse fiskene har vandret opp i elva via det forurensede området ved brannøvingsfeltene, for så å vandre over elva og opp til Vesbekken, eller om de har fått i seg forurensing fra andre kilder er ikke mulig å si noe om.

I muskelprøver fra sjøørreter fanget i nedre del av Topdalselva i perioden august til oktober 2013, ble det av PFAS, kun påvist PFOS. I tre av totalt ti analyserte fisker, ble det påvist PFOS-verdier som lå lavere enn EQS_{biota}. I de resterende syv ble det ikke funnet PFAS i muskel. Gjennomsnitts-, maksimums- og minimumsverdien var henholdsvis 0,6, 2,9 og <1,0 µg/kg våtvekt. Det ble ikke påvist noen sammenheng mellom fiskelengde og mengde PFOS i fiskekjøttet. I leveren av de to største individene (485 og 401 mm) og i en blandprøve av de øvrige 8 individene ble det påvist PFOS i alle prøvene, henholdsvis 17, 15 og 20 µg/kg våtvekt. Gjennomsnittsverdien av PFAS var størst i blandprøven fra de åtte minste individene. I en stasjonær ørret som ble fanget langt opp i vassdraget ble det ikke påvist PFAS.

Marine arter på hovedstasjonen utenfor flyplassen

Muslinger

Av ti kuskjell som ble analysert ble det påvist lave konsentrasjoner av PFOS (gjsn. $0,4 \pm 0,7$, maks. 1,5 og min. <1,0 µg/kg våtvekt) i tre individer. Det ble ikke påvist andre PFAS.

Krepsdyr

Det ble ikke påvist PFAS i zooplanktonprøvene fra sjøen rett ut for flyplassen verken i april eller oktober 2012. I krabbesmør av taskekrabbe fanget i samme området ble det imidlertid gjort funn av PFAS i alle de ni individene som ble fanget i april (gjsn. $3,3 \pm 1,7$, maks. 7,1 og min. 1,1 µg/kg våtvekt) og i tre av fem individer som ble fanget i oktober (gjsn. $2,9 \pm 4,7$, maks. 11,1 og min. < 0,1 µg/kg våtvekt).

Fisk

Det ble fanget fem torsk i sjøen utenfor flyplassen i april 2012. I kun et av disse individene ble det påvist PFOS (1,5 µg/kg våtvekt) og ingen andre forbindelser. I leverprøvene fra de samme individene ble det påvist PFOS i alle prøvene (gjsn. $7,4 \pm 2,8$, maks. 11 og min. 3,5 µg/kg våtvekt). I fem individer som ble fanget og analysert i oktober samme år ble det ikke påvist PFAS.

Av i alt 13 individer av skrubbe fanget i april 2012 ble det påvist PFAS i muskelprøver fra 12 fisk. I ett av disse individene ble det påvist en verdi over normverdien, mens i de øvrige lå verdien lavere. Gjennomsnitts-, maksimums- og minimumsverdien lå henholdsvis på $3,5 \pm 2,9$, 10 µg/kg våtvekt og under deteksjonsgrensen. Det ble påvist lave verdier av PFOS i fire individer fanget i oktober 2012 (gjsn. $1,3 \pm 0,14$, maks. 1,5 og min. 1,2 µg/kg våtvekt).

PFOS ble påvist i både knurr og steinbitt, men her var prøveantallet lavt (ett individ) og kan ikke vektlegges.

Det ble tatt muskelprøver av tre, og leverprøver av ti individer av slettvar fanget i sjøen utenfor flyplassen i april 2012. Muskel- og leverprøvene ble bare analysert for PFOA og PFOS. Kun PFOS ble påvist, med en gjennomsnitts-, maksimums- og minimumsverdien på henholdsvis på $2,5 \pm 1,5$, 4,2 og 1,4 µg/kg våtvekt i fiskekjøttet og $10,8 \pm 14,9$, 51 og 2,3 µg/kg våtvekt i leveren.

I lomre ble kun PFOS påvist, i fire av fem individer i april 2012. Gjennomsnitts-, maksimums- og minimumsverdien var på henholdsvis på $2,2 \pm 1,5$, 3,7 og < 1,0 µg/kg våtvekt i fiskekjøttet. I oktober 2012, ble PFOS analysert i fire av fem individer uten at det ble gjort funn. I ett individ ble det påvist 14,0 µg PFOS /kg våtvekt.

Marine arter på referansestasjonen i Kongsfjorden

I Kongsfjorden ble det fanget og analysert to dyregrupper i april 2012; krepsdyr (copepoder og taskekrabber) og fisk (skrubbe og torsk).

Krepsdyr

I zooplanktonprøven fra Kongsfjorden ble det ikke påvist noen PFAS. I krabbesmør av taskekrabbe fanget i samme området og til samme tid som zooplanktonprøven, ble det imidlertid gjort funn av PFAS i alle de 9 individene som ble analysert (gj.sn. $4,8 \pm 4,1$, maks. 13,7 og min. 1,3 $\mu\text{g/kg}$ våtvekt).

Fisk

Det ble påvist PFOS i 5 av 10 torsk, hvor gjennomsnittsverdien for de 10 individene var $1,3 \pm 0,7$ $\mu\text{g/kg}$ våtvekt, og maks. og min. var henholdsvis 1,7 og $<0,7$ $\mu\text{g/kg}$ våtvekt. Av i alt 3 individer av skrubbe i sjøen utenfor flyplassen i april 2012, ble det påvist PFOS i muskelprøver fra 2 fisk. Gjennomsnitt-, maksimums- og minimumsverdien lå henholdsvis på $1,1 \pm 1,0$, 1,9 og $<0,1$ $\mu\text{g/kg}$ våtvekt. I leverprøvene ble det påvist PFOS over normverdien i alle de tre individene (gj.sn. 12,7, maks. 13 og min. 12 $\mu\text{g/kg}$ våtvekt).

2.2.6 Biota - terrestriske arter

Følgende beskrivelse om resultater fra analyser i terrestriske arter er hentet fra risikovurderingen ved Kjevik lufthavn (Norconsult & Sweco, 2015).

Vegetasjon

Det ble gjort funn av PFAS i syv av åtte prøver av blader fra bjørk og svartor, noe som viser at disse treslagene tar opp forbindelsene. PFOA forekom i alle prøvene der det ble gjort funn, mens PFOS kun forekom i tre av fire prøver, alle fra bjørk. Kun i en av prøvene lå konsentrasjonen av PFOS (100 $\mu\text{g/kg}$ vv) over EQS biota (9,1 $\mu\text{g/kg}$ vv). PFDA (én prøve) og PFHxS (to prøver) forekom også med konsentrasjoner over EQS biota.

Generelt lå konsentrasjonen i alle prøvene av bjørkeblader høyere enn i blader av svartor, noe som kan tyde på at de to artene responderer forskjellig med hensyn på opptak av PFAS. Hvordan det forholder seg med annen vegetasjon er ikke undersøkt. Høye konsentrasjoner i lever hos stor skogmus som lever av plantekost og særlig frø, tyder imidlertid på at også annen vegetasjon i området rundt brannøvingsfeltene inneholder PFAS.

Vest for BØF 2 ble det tatt prøver av bjørkeblader fra tre trær som sto henholdsvis 80, 120 og 190 m sørvest for senter av dette øvingsfeltet. Bjørka som sto nærmest øvingsfeltet hadde den høyeste konsentrasjonen (181,8 PFAS $\mu\text{g/kg}$ vv), mens konsentrasjonen avtok i en gradient med økende avstand til brannøvingsfeltet. Dette viser at forurensingen er spredt til biota utenfor selve kildeområdet, og at avstand til kilden synes å ha betydning for hva som påvises av PFAS i bladene. Et annet forhold kan være at konsentrasjonen er større i store trær som har større rotsystem enn mindre trær. Treet som sto nærmest kildeområdet hadde en stammediameter på 40 cm, mens de to som sto lenger unna bare hadde en diameter på 5 cm. De ulike konsentrasjonene kan derfor også være et uttrykk for at store trær suger opp mer vann fra grunnen og derved større mengder av PFAS. Et annet bjørketre som sto bare ca. 60 m syd for BØF 2 og mellom BØF og elva hadde en diameter på 30 cm og den laveste konsentrasjonen (13,4 $\mu\text{g/kg}$ vv). Grunnvannets strømningsretning i området går fra brannøvingsfeltets senter mot Topdalselva. Det kunne derfor forventes at forholdet mellom påvisninger av PFAS i bjørkeblader mot vest og syd skulle være motsatt dersom innhold i

bjørkeblader har direkte sammenheng med konsentrasjonen i grunn/grunnvann. Det er imidlertid ikke tatt prøver av jord/grunnvann i området ved prøven 9-12, men i en jordprøve (BØF 2-31-2) noe syd for treet ble det påvist en konsentrasjon av PFOS på 352 µg/kg, noe som viser moderate jordverdier (klasse III) i området.

Prøveserien av bjørk indikerer at dette er en egnet art for å avdekke om PFAS finnes i vegetasjonen rundt øvingsfeltene. Konsentrasjonene som ble påvist i bjørk kan tyde på at det skjer en biomagnifisering i forhold til nivåene som ble påvist i jord og grunnvann for BØF 2.

Funn av PFAS like under EQS biota i referanseprøven fra bjørk lokalisert ca. 7,5 km oppstrøms lufthavna viser at det er andre kilder til denne typen forurensing.

Meitemark

Det ble funnet PFAS over EQS biota i alle de tre prøvene av meitemark som ble analysert, også i referanseprøven som ble tatt i samme området der referansen av bjørk ble samlet inn. I begge prøvene som ble samlet inn sydøst for BØF 1 og BØF 2 var konsentrasjonene høye, henholdsvis 317,6 og 385 µg/kg vv. Høyest konsentrasjon ble funnet i marken sydøst for BØF 2. Denne prøven ble tatt bare ca. 40 m fra senter av øvingsfeltet. Den andre prøven ble tatt ca. 105 m fra senter av BØF 1 og viser at konsentrasjonen i mark var høy også mer enn 100 m fra kildeområdet. Meitemark lever av planterester som blader fra trær. Høye konsentrasjoner i begge prøvene viser at mark biomagnifiserer PFAS i stor grad, og at opptaket er stort forholdsvis langt fra kilden. Selv om det var noe lavere konsentrasjon i prøven av mark som lå lengst unna kildeområdet er det vanskelig å konkludere med at konsentrasjonen avtar med økende avstand ut fra kun to prøver. Som for bjørk kan det godt tenkes at opptaket er avhengig av prøvestedet. Men, også meitemark synes å være en egnet art for å påvise PFAS. Meitemark spises av blant annet fugler, piggsvin og grevling.

Storskogmus

Det ble fanget 10 storskogmus i skogsområdet mellom brannøvingsfeltene og Topdalselva.. PFAS ble påvist i lever i alle de ti individene. Minimum, maksimum og gjennomsnittskonsentrasjonene lå på henholdsvis 9,9, >192,5 og >134,4 µg/kg vv. PFOS forekom i alle leverprøvene av mus, med en konsentrasjon mellom 9,9 til >100 µg/kg vv. I syv av prøvene lå konsentrasjonene på mer enn 10 ganger EQS biota. Konsentrasjonen av PFOS lå imidlertid utenfor kalibreringsområdet for analysemetoden for disse syv individene, og siden leverprøvene var små, kunne de ikke reanalyseres. Det er dermed usikkert hvor høye konsentrasjonene av PFOS egentlig var. I tillegg til PFOS ble det påvist ytterligere fem forbindelser hvorav fire av dem, PFNA, PFDA, PFHxS og FTS-8:2, forekom i ett eller flere individer med konsentrasjoner over EQS biota. FTS-6:2 ble påvist i to individer med konsentrasjoner under EQS biota.

3 Spredning og risikovurdering – dagens situasjon

3.1 SPREDNING FRA BØF 1 OG BØF 2

I risikovurderingsrapport for Kjevik Lufthavn (Norconsult & Sweco, 2015) er det beregnet samlet spredning av PFOS fra BØF-1 og BØF-2 på ca. 250 gram per år. Spredningsestimatet er basert på målte verdier i grunnvann og en estimert vannmengde som drenerer fra feltene til Topdalselva.

For BØF-1 er det estimert en restmengde PFOS i størrelsesorden 15 ± 10 kg og en årlig spredningsmengde på 20 g PFOS/år. Her er det en tykk umettet sone som vil føre til at det er en forsinket utlekking av PFOS fra feltet. Det er store usikkerheter forbundet med dette estimatet da det er få prøver fra dypere enn 3 meter under terreng, og ingen grunnvannsbrønner i kildeområdet, i et område med ca. 10 m umettet sone. I tillegg er forurensningen ikke godt avgrenset i nordøst og i sørvest.

For BØF-2 er det estimert en restmengde PFOS i størrelsesorden 8 ± 3 kg og en årlig spredningsmengde på ca. 230 g/år. I tillegg kommer PFOS i mettet sone som for BØF-2 er estimert til 1,9-3,8 kg (Tabell 3-1), og for BØF-1 er beregnet til ca. 0,1 kg (store usikkerheter på grunn av lite prøver av grunnvann på BØF-1). Arealene i tabell 3-1 er området hvor det er sannsynlig at det er forurensset grunnvann. Gjennomsnittskonsentrasjon PFOS er gjennomsnittet av alle brønnene på henholdsvis BØF-1 og BØF-2. Kd er basert på litteraturverdier for sandige masser (Johnson m.fl. 2007 og Ahrens et. al. 2011), samt målte konsentrasjoner i grunnvann og jord i mettet sone på BØF 2. Tabell 3-1: Viser estimat av mengde PFOS i vann mettet sone og i jord mettet sone.

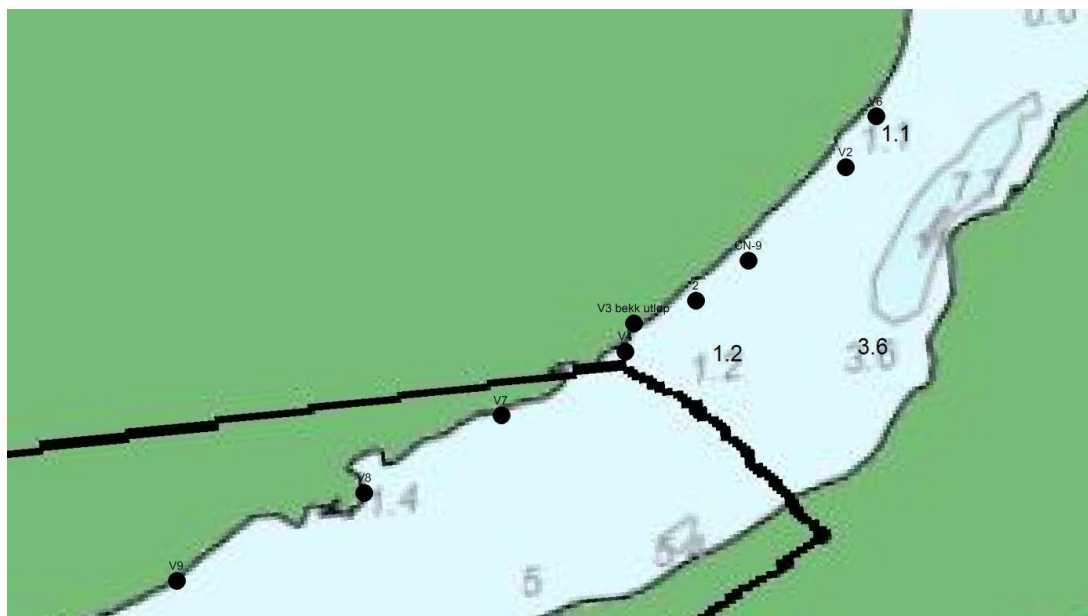
BØF-2			BØF-1		
mektighet transportsone	1.0	m	mektighet transportsone	1.0	m
areal	21 000	m ²	areal	20 000	m ²
gjennomsnittskonsentrasjon PFOS i grunnvann (alle brønner)	20 196	ng/l	gjennomsnittskonsentrasjon PFOS i grunnvann (veldig usikker)	743	ng/l
volum vann (porøsitet 0.3)	6 300 000	liter	volum vann (porøsitet 0.3)	6 000 000	liter
PFOS i vann mettet sone	0.13	kg	PFOS i vann mettet sone	0.004	kg
Kd	15-30		Kd	15-30	
PFOS i jord i mettet sone	1.9-3.8	kg	PFOS i jord i mettet sone	~0.1	kg
PFOS i umettet sone	8 ± 3	kg	PFOS i umettet sone	15 ± 10	kg
totalt brukt PFOS	65	kg	totalt brukt PFOS	30	kg

Tabell 3-2 viser gjennomsnittskonsentrasjoner for prøvepunkter i strandsonen på Topdalselva utenfor BØF-1 og BØF-2 (se vedlegg 1 for plassering av punktene).

Tabell 3-2: Viser gjennomsnitts konsentrasjoner i prøvepunkt i strandsonen på Topdalselva utenfor BØF-1 og BØF-2.

Prøvepunkt	PFOS ng/l	Prøvepunkt	PFOS ng/l
V2	166	V7	19
V6	240	V8	5
CN-9	409	V9	15.4
2	370	V10	9.5
V3 Bekk utløp	209	V11	4.0
V4	584	V12	2.3

Figur 3-1 viser målt bunnprofil i sjøkart utenfor brannøvingsfeltene. Ca. 60 meter ut fra land er det målt 1,2 meters dybde. Nærmere land enn 60 meter er det sannsynlig at det er mindre enn 1 meters dyp. Flyfoto over området viser også at det foregår en tydelig sedimentering av masser i dette området.

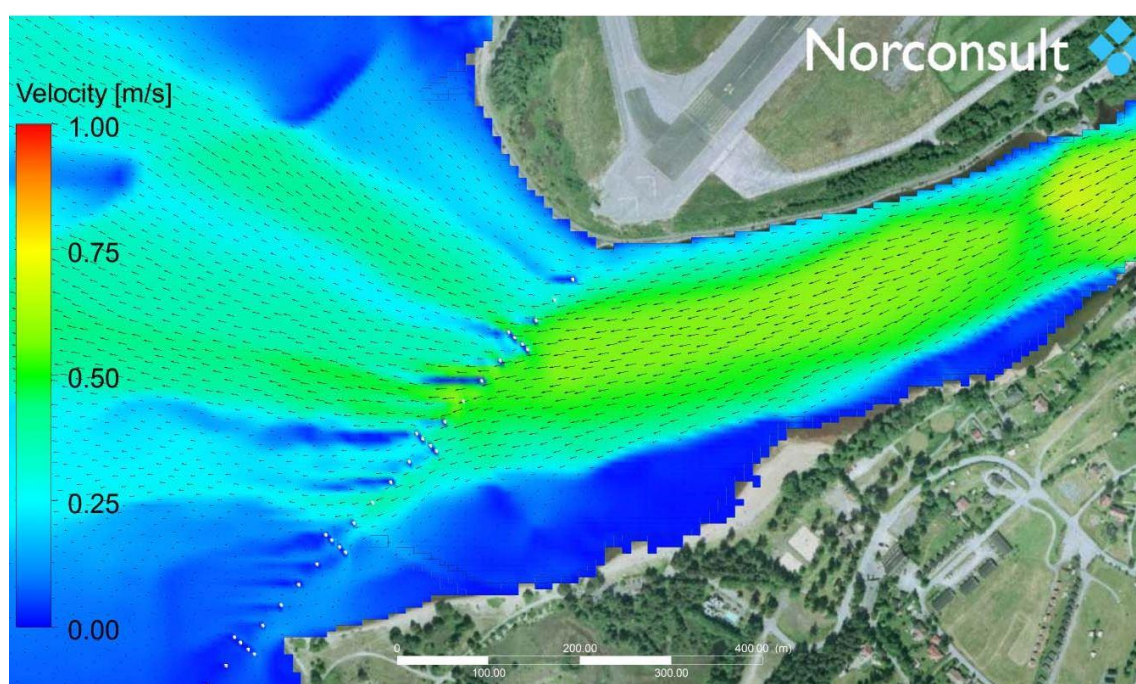


Figur 3-1: Målt bunnprofil i sjøkart. Analysepunkter er vist med sorte sirkler.

Figur 3-2 viser en modellering av vannhastighet i overflaten i nedre del av Topdalselva. Modellens startpunkt er ca. 150 meter nedstrøms BØF 2 ved middel vannføring på 50 m³/s. Denne modelleringen ble gjort av Norconsult i 2010 på oppdrag fra Avinor i forbindelse med forlengelse av

rullebane på Kjevik ut i munningen av Topdalselva (Norconsult, 2010). Figuren viser at hastigheten på vannet er liten inne ved land, men at den raskt øker når det blir noe dypere. Vannvolumet per tid blir dermed betraktelig høyere lenger fra land enn inne ved strandsonen. Dette er forventet å være tilsvarende også utenfor brannøvingsfeltene BØF 1 og BØF 2.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for PFOS målt i vann i punktene i Tabell 3-2 er 250 ng/l. Punktene plassering, samt gjennomsnittskonsentrasjon for hvert punkt, er vist i vedlegg 1. Målingene i strandsonen i Topdalselva viser at konsentrasjonen er høyest utenfor BØF-2 og at den avtar raskt nedstrøms i punktene V7, V8, V9, V10, V11 og V12. På grunn av laminær strømning vil sannsynligvis PFOS transporteres i størst grad langs land nedover Topdalselva. PFOS som kommer lenger ut i elva vil fort tynnes ut til lave konsentrasjoner og antas å være tilnærmet lik null ca. 50 meter ut fra land.



Figur 3-2: Hastighet i overflate Topdalselva nedstrøms brannøvingsfeltene ved middel vannføring ($50 \text{ m}^3/\text{s}$)

3.2 ØKOSYSTEM OG RISIKO

For limniske resipienter viser konklusjoner i risikovurderingen fra Kjevik lufthavn at forurensningen hovedsakelig gjør seg gjeldende i drenggrøfta på BØF 2, men at spredningssonen fra det forurensede området også brer seg et begrenset stykke ut i Topdalselva og at miljøtilstanden der er dårlig sammenlignet med de kategorier som er benyttet i risikovurderingen (Norconsult & Sweco, 2015). Resultatene viser også at det skjer en betydelig biomagnifisering i fisken som oppholder seg i eller i tilknytning til denne drenggrøfta. I reker som befinner seg på et lavere trofisk nivå er biomagnifiseringen betydelig lavere. Videre antas det at fugl og pattedyr som befinner seg på et høyere trofisk nivå, og som ernærer seg av fisk og bunndyr fra dette området, også kan inneholde høye konsentrasjoner av PFAS og være utsatt for risiko. Det konkluderes imidlertid med at det forurensede området ikke strekker seg langt ut i Topdalselva, noe som gjenspeiler seg i lave PFOS-verdier ($<EQS_{\text{biota}}$) i sjørret fanget ute i elva og i reker og skrubbeflyndrer fanget i Vesbekken på motsatt side og oppstrøms i Topdalselva. Riktignok ble det påvist $11,0 \mu\text{g}$ PFAS/kg

vv i trepigga stingsild og 8,4 µg PFAS/kg vv i skrubbe fra Vesbekken. Om disse fiskene har vandret opp i elva via det forurensede området ved brannøvingsfeltene, for så å vandre over elva og opp til Vesbekken, eller om de har fått i seg forurensing fra andre kilder konkluderer ikke risikovurderingen med.

Antallet fisk som oppholder seg i forurenset område i grøfta og i berørt område av Topdalselva er lite i forhold til det en kan regne med av samlet fiskebestand i det tilgrensende økosystemet. Påvirkningen på økosystemet fra fisk, reker og andre næringsorganismer som bærere av PFAS synes derfor i utgangspunktet å være beskjeden. Konsentrasjonene av PFAS i individene som er analysert viser ifølge risikovurderingen verdier som trolig ikke er høye nok til å gi uheldige effekter på økosystemet, slik det er beskrevet i internasjonal litteratur (Loi et al., 2011; Xu et al., 2014 – referert i Norconsult & Sweco, 2015).

I marint miljø ble det på bakgrunn av konsentrasjoner i muskel og lever i fisk, definert en moderat miljøtilstand for resipienten utenfor Kjevik lufthavn. Av fisk ble det analysert på torsk, skrubbe, lomre, slettvar, knurr og steinbit. Alle konsentrasjonene av PFAS i muskelprøver fra fisk var lavere enn 9,1 µg PFAS /kg våtvekt (med unntak av i én skrubbe og i én lomre), både i april og oktober 2012. Selv om ikke så mange arter fra lavere trofisk nivå er analysert, så konkluderer risikovurderingen med det ser ut som om organismer lavt i næringskjeden inneholder forholdsvis lave verdier av PFAS.

Oppsummert viser analysene av biota at det terrestriske miljøet i området nedstrøms BØF 2 er påvirket i en slik grad at området gis kategorien *dårlig miljøtilstand*. Det ble og samlet to prøver av bjørk sørvest for BØF 2, og en prøve av meitemark og en av bjørk på en referansestasjon et stykke oppstrøms lufthavnen. Prøvene av bjørk i området ved BØF 2 viser konsentrasjoner av PFAS som tilsvarer *moderat miljøtilstand*. På referansestasjonen viste konsentrasjonen av PFAS i meitemark også verdier som tilsvarer *moderat miljøtilstand*, mens konsentrasjonen i bjørkebladene lå lavere og antyder *god miljøtilstand*.

PFAS i jord dekker et område som er litt større enn arealet av selve brannøvingsfeltene. Det er spredning til grunnvannet under og nedstrøms feltene, og det påvises PFAS i strandkanten i Topdalselva utenfor BØFene (vedlegg 1). Området er likevel relativt lite og konsentrasjonene av PFAS synes å avta ganske fort når en kommer utenfor dette området.

Utover de organismene som ble undersøkt finnes trolig en rekke andre dyrearter i tilgrensende økosystem. Dette kan for eksempel være insektsarter, en rekke musearter og fuglearter, hare, rådyr og elg, oter og mink, som alle kan være mottakere av forurensingen via næringskjeden. Det er godt kjent at PFAS-forurensingene akkumuleres oppover i næringskjeden. Konsentrasjonene som er påvist i biota innfor området med påvist forurenset jord og/eller vann er til dels høye. Men, om ny litteratur på dette feltet legges til grunn for vurdering av effekter på de individene som er involvert synes det ikke være grunnlag for å si at uheldige effekter kan forventes på bakgrunn av målte konsentrasjoner i biota (Loi et al., 2011; Xu et al., 2014, referert i Norconsult & Sweco, 2015). I studiene av meitemark (*Eisenia fetida*) der det ble påvist at PFOS og PFOA var skadelig for meitemarkens reproduksjonsevne skjedde dette når nivået i jorda oversteg henholdsvis 10 og 16 mg/kg (redusert antall avkom, lav vekt på avkom) (Stubberud, 2006, referert i Norconsult og Sweco, 2015). Det viser at konsentrasjonen i jord må være svært mye høyere enn det som er observert i nærområdet til brannøvingsfeltene. Det er imidlertid ikke gjennomført langvarige studier av PFAS-virkninger på organismer, og således er det heller ikke grunnlag for å si at uheldige effekter ikke kan oppstå.

Et annet moment knyttet til at dette er et lite område, er at det er begrenset antall terrestriske arter og få individer til stede. I et økosystemperspektiv er det altså relativt få individer som kan påvirke tilgrensende økosystem. I forhold til gjeldende internasjonal kunnskap om toksiske effekter av PFAS på ulike organismer kan dette bety at effekten av spredning av PFAS via biota fra forurenset område ved BØF 1 og 2 ved Kristiansand lufthavn kan være av relativt beskjedne karakter, og at risiko for skade på tilgrensende terrestriske økosystem er lav

3.3 MATBIOTA OG RISIKO

Området rundt de gamle brannøvingsfeltene på Kristiansand lufthavn er avstengt, og det er ikke kjent at noen foretar innsamling av vekster, bær eller sopp til konsum innenfor det avstengte området. Risikoen for at mennesker får i seg PFAS fra kilde- og spredningsområdet gjennom vekster er derfor svært liten. Det foregår imidlertid grasproduksjon inne på flyplassområdet, og det bør avklares om dette graset blir benyttet som fôr til husdyr. I følge de som arbeider på lufthavna finnes det rådyr og ulike jaktbare fuglearter i området. Om disse kan ha tatt opp PFAS gjennom beite er ukjent.

Av de artene som ble fanget i Topdalselva og i dreneringsgrøfta som renner ut nedenfor de eldste brannøvingsfeltene, er det kun ørret som benyttes til human konsum. Av de 10 individene av sjørørrer fra Topdalselva som ble analysert, ble det påvist lave konsentrasjoner av PFOS og ingen andre PFAS i 3 av 10 individer. Gjennomsnitt konsentrasjon av PFAS var 0,6 µg/kg vv, som er langt lavere enn grensen for god vannkvalitet (9,1 µg/kg vv) som settes av Miljødirektoratet og EU gjennom Vanddirektivet. 9,1 µg/kg vv er 10 % av tolerabelt daglig inntak av PFOS (TDI). Ørreten på ca. 0,5 kg som ble fanget i dreneringsgrøfta fra brannøvingsfeltet viste konsentrasjon i kjøttet på 128,4 µg/kg vv.

Den homogeniserte prøven av 17 små individer av ørret fanget i den samme dreneringsgrøfta hadde en konsentrasjon av PFAS på 577,2 µg/kg vv, noe som viser at ørret som oppholder seg i dette området kan få høye konsentrasjoner. De høye konsentrasjonene i forhold til i fiskekjøtt hos den større ørreten henger sammen med at lever, nyrer og andre blodrike vev inngår i de homogeniserte prøvene.

I sjøen utenfor Kristiansand lufthavn ble det påvist PFAS i ett eller flere individer i muskel eller leverprøver av alle de fiskeartene som ble analysert. Av disse artene benyttes følgende til human konsum: taskekrabbe, skrubbe, slettvar, lomre, torsk (muskel og lever), steinbit og muligens knurr. I tillegg er kuskjell tatt med i vurderingen. Gjennomsnittskonsentrasjonene og konsentrasjonen i enkeltindivider (gråsteinbit og knurr) er under EUs grense for god vannkvalitet på 9,1 µg PFAS/kg vv, og følgelig også langt under det innholdet (91,3 µg/kg vv) som kan gi 100 % av TDI ved normalt fiskekonsum.

På referansestasjonen i marint miljø ble det også funnet konsentrasjoner av PFAS som lå i samme størrelsesorden som det som ble funnet i resipienten rundt lufthavna, men heller ikke på referansestasjonene overskrides EUs krav til god vannkvalitet.

3.3.1 Mattrygghet

Avinor har anmodet Mattilsynet om vurdering av analyseresultatene presentert i denne rapporten, opp mot mattrygghet. I 2013 har Mattilsynet gjennomført sine vurderinger for Kristiansand Lufthavn Kjevik basert på analyser av biota fra 2012. Resultatene fra innsamling av matbiota fra 2013 er

ennå ikke vurdert. I hovedsak gjelder dette ett eksemplar av stasjonær ørret fanget i grøfta som drenerer BØF 1 og 2.

I 2013 skriver Mattilsynet blant annet om Kristiansand lufthavn (Mattilsynet 2013, vedlegg 6):

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

På bakgrunn av de vurderte analyseresultatene konkluderer Mattilsynet om Kristiansand lufthavn som følger:

Det er «ikke grunnlag for advarsel/kostholdsråd for filet av ferskvannsfisk eller sjømat på grunn av PFOS».

4 Akseptkriterier

Fra Miljødirektoratets pålegg:

Redegjørelse for Avinors akseptkriterier for eiendommen. Disse kan ikke bygge på de tilstandsklasser som er utelukkende basert på human helse. Akseptkriteriene kan bestemmes i form av jord-, vann- og biotakonsentrasjoner, samt årlig spredningsmengde fra området.

4.1 BAKGRUNN

I forslaget til endring av Vannforskriften som gjelder miljøkvalitetsstandarder for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer, inngår PFOS i vurdering av kjemisk tilstand fra og med 22. desember 2018, og fristen for miljømåloppnåelse (god kjemisk tilstand) for PFOS er satt til 22. desember 2027. Det er foreslått en AA-QS_{ferskvann} på 0,65 ng PFOS/l. Dette er utledet fra en verdi på QS_{biota, hh} = 9,1 µg PFOS/kg, og denne gjenspeiles i Avinors miljømål om god vannkvalitet og gode livsbetingelser for berørte arter.

Som bakgrunn for utarbeidelse av akseptkriterier for spredning til Topdalselva fra BØF 1 og 2 tas det utgangspunkt i at ferskvannsbiota med høye verdier av PFOS i liten grad konsumeres av mennesker (eksempelvis små individer av "stasjonær" skrubbe på grunna nær land og i bekk), mens det er lave konsentrasjoner under QS_{biota, hh} i konsumfisk som sjørørret. Prøvene fra sjørørret som er en attraktiv matfisk, som er fanget i Topdalselva, ligger alle under QS_{biota, hh}.

Risikovurderingen (Norconsult & Sweco, 2015) viser at biota i hovedvannstrømmen i Topdalselva ikke/i liten grad påvirkes av utlekking av PFAS fra Avinors brannøvingsfelt. Det settes ikke et eget akseptkriterie for dette området utover Avinors miljømål.

Med foreliggende konsentrasjonsnivå av PFAS målt i biota og med utgangspunkt i internasjonal litteratur, konkluderer risikovurderingen (Norconsult & Sweco, 2015) at det ikke er grunnlag for å fastslå at forurensingen av PFAS fra Kristiansand lufthavn gir uheldige økologiske konsekvenser, men fordi det ikke foreligger gode studier som belyser dette over tid, kan det heller ikke utelukkes. Et moment som bør nevnes i denne sammenheng er at PFAS-forurensing i referanseprøver både i ferskvann, i terrestrisk biota og i marin biota peker i retning av at det er andre kilder til PFAS både langs vassdraget og til sjøen, som gir konsentrasjoner i biota opp mot de som påvises i biota i tilgrensende økosystemet til Kristiansand lufthavn.

I marin resipient var alle konsentrasjonene av PFAS i muskelprøver fra fisk lavere enn 9,1 µg /kg våtvekt (med unntak av i en av én skrubbe og i en av én lomre). Prøvematerialet fra marine arter ved «hovedstasjon» utenfor Kristiansand lufthavn ligger i samme nivå som derfor i all hovedsak innenfor et akseptabelt nivå allerede i dag, og det er ikke knyttet risiko verken til konsum eller økotoksitet i disse artene.

PNEC_{ferskvann} (Predicted No Effect Concentration) er beregnet til 0,23 µg/l basert på resultater fra en kronisk test med *Chironomus tentans*, NOEC 2,3 µg/l, og sikkerhetsfaktor 10, der NOEC (No Observed Effect Concentration) er målt i kroniske toksisitetstester for vannlevende organismer (Klif & Aquateam, 2012).

$PNEC_{ferskvann} = 230 \text{ ng/l}$ legges derfor til grunn ut i fra hensynet til økologi i strandsonen.

4.2 UTARBEIDELSE AV AKSEPTGRENSER BASERT PÅ SPREDNINGSVURDERING

Det er beregnet forholdstall mellom målte PFOS konsentrasjoner i Topdalselva (strandsonen utenfor brannøvingsfeltene) og grunnvann. Det blir også beregnet forholdstall mellom målte PFOS konsentrasjoner i jord på brannøvingsfeltene og grunnvann. Disse forholdstallene benyttes til å beregne konsentrasjoner i grunnvann og jord. Forholdstallene inneholder usikkerheter (se avsnitt 4.3).

I tiltaksplanen skal det gjennomføres en kost-/nyttevurdering, og det vil derfor også bli beregnet konsentrasjoner i grunnvann/jord for en langt strengere grenseverdi – vannkonsentrasjon AA-QS = $0,65 \text{ ng/l}$ - i strandsonen utenfor BØFene. Dersom det i en kostnadsvurdering vises at et foreslått tiltak som oppnår AA-QS har kostnader tilsvarende et annet tiltak som oppnår PNEC, vil tiltaket med best miljøeffekt velges.

Det vurderes som formålstjenlig å knytte akseptkriterier opp mot en samlet spredning av PFOS per tid fra brannøvingsfeltene. Konsentrasjoner i grunnvann og jord er å betrakte som snittverdier som vil gi akseptabel tilstand i strandsonen i Topdalselva ut fra gitte målkriterier. Ved å se på spredning av PFOS fra brannøvingsfeltene ved nåsituasjonen og sammenligne med spredning av PFOS etter tiltak kan kost/nytte av tiltak vurderes.

4.2.1 BØF-2

4.2.1.1 Forholdstall mellom PFOS-konsentrasjon i grunnvann og overflatevann BØF-2

Gjennomsnittskonsentrasjonen for PFOS målt i brønnene BR21, BR19, BR47, BR48, BR49, BR50, BR51, BR53 på BØF-2 er $10\,980 \text{ ng/l}$. Disse brønnene står i en rekke med ganske lik avstand til Topdalselva (se Vedlegg 1 for plassering). Brønnene BR21, BR19, BR49 og BR50 antas å drenere til bekken og får derfor en raskere transporttid til Topdalselva enn brønnene BR47, BR48 og BR51. Gjennomsnittskonsentrasjonen for PFOS målt i prøvepunktene nærmest BØF-2 (V4, V3 Bekk utløp, CN-9 og 2) er 393 ng/l . Dette gir et forholdstall mellom grunnvann og ellevann på 28. Dette forholdstallet er en forenkling og inneholder usikkerheter.

4.2.1.2 Forholdstall mellom PFOS-konsentrasjon i grunnvann og jord på BØF-2

Brønnene BR18 og BR52 er plassert sentralt på BØF-2 og har analyser av PFOS-konsentrasjoner i jord i tillegg til analyser av grunnvannet. Gjennomsnittskonsentrasjonen for PFOS målt i brønnene BR52 og BR18 er $70\,000 \text{ ng/l}$. Gjennomsnittskonsentrasjonen for PFOS i jord i samme prøvepunkter er 800 µg/kg . Dette gir et forholdstall på 11.

4.2.1.3 Gjennomsnittskonsentrasjoner i jord og grunnvann

Basert på forholdstallene over er det beregnet gjennomsnittskonsentrasjoner i jord og grunnvann som teoretisk vil gi henholdsvis $0,65 \text{ ng/l}$ og 230 ng/l i vann i strandsonen.

Scenarioer:

1. Vannkonsentrasjon for PFOS på $0,65 \text{ ng/l}$ i strandsonen ved punktene V4, V3 Bekk utløp, 2, CN-9, V6 og V2

Årlig gjennomsnittskonsentrasjon i grunnvann: $0,65 \text{ ng/l} * 28 = 18 \text{ ng/l}$.
Gjennomsnittskonsentrasjon i jord umettet sone: $18 \text{ ng/l} * 11 = 0,21 \text{ µg/kg}$.

2. Vannkonsentrasjon for PFOS på 230 ng/l i strandsonen ved punktene V4, V3 Bekk utløp, 2, CN-9, V6 og V2.

Årlig gjennomsnittskonsentrasjon i grunnvann $230 \text{ ng/l} * 28 = 6\,430 \text{ ng/l}$.
Gjennomsnittskonsentrasjon i jord umettet sone på $6\,430 \text{ ng/l} * 11 = 73 \text{ µg/kg}$.

Konsentrasjonene for jord er under normverdi, men det bemerkes at normverdi ikke er satt med hensyn til de gitte akseptgrenser i resipient. Slik akseptgrensen her er beregnet er den å forstå som en gjennomsnittlig tillatt konsentrasjon innenfor et lokalt nedbørsfelt rundt en kilde. Høyere verdier innenfor delområder i nedbørsfeltet vil kunne være akseptable.

4.2.2 BØF-1

4.2.2.1 Forholdstall

BØF-1 mangler egnede data til å beregne forholdstall mellom grunnvann/overflatevann og mellom grunnvann/jordkonsentrasjoner. PFOS-forurensning i nord og sørvest er ikke godt avgrenset. Grunnvannsnivå BR41 og BR42 er omtrent som i Topdalselva, noe lavere ved høyvannstopper, noe høyere ved lavvann. I tillegg er punktet V2 som er nærmest brønnen BR42 så langt som 85 meter nedstrøms. Dette punktet kan være påvirket fra BØF-2 på grunn av tidevann. Umettet sone på BØF-1 er trolig mellom 9-10 meter tykk, og det mangler analyser av PFOS i jord lenger ned enn 3 meter under terreng med unntak av BR15 som har prøver fra hver meter 9 meter ned under terreng.

Da grunnforholdene antas å være relativt like mellom BØF-2 og BØF-1 brukes forholdstall og gjennomsnittskonsentrasjoner fra BØF-2 også på BØF-1.

4.2.3 BØF 3

BØF-3 mangler egnede data til å beregne forholdstall mellom grunnvann/overflatevann og mellom grunnvann/jordkonsentrasjoner. Umettet sone har liten mektighet, og foreliggende datagrunnlag med jordprøver i overflaten viser PFOS-konsentrasjon under normverdi. PFOS-problematikk anses i første rekke å være knyttet til påslipp av vann til kommunalt avløpsnett, og det bør gjennomføres systematisk prøvetaking som grunnlag for beregning og vurdering av årlig belastning.

4.3 USIKKERHETER

Det er usikkerheter i forholdstallene for PFOS-konsentrasjon mellom grunnvann/overflatevann og grunnvann/jord.

Det er utfordrende å få representative vannprøver. Vannprøvene er tatt som stikkprøver og vil ha varierende konsentrasjon av PFOS bl.a. etter værforhold, grunnvannsnivå, flo/fjære og prøvetakingsmetode. Det er sannsynlig at det lekker ut mest PFOS når det er mye nedbør eller snøsmelting, eller ved fysiske inngrep.

Analysene fra brønnene viser at konsentrasjonen av PFOS varierer mye i hver enkelt brønn. Dette vil igjen føre til at konsentrasjonen i Topdalselvas strandsonen langs BØFene vil variere.

Grunnvannsprøvene representerer situasjonen i brønnen ved prøvetidspunktet. Det vil ta tid før grunnvannet (som ikke går i bekken) når Topdalselva, avhengig av avstand og dreneringsforhold. Det betyr at forholdstallet mellom grunnvann og overflatevann vil inneholde en usikkerhet i form av at grunnvannet som når Topdalselva er en del eldre enn grunnvannet i brønnene.

5

Vurdering av alternative oppryddingstiltak

5.1 AKTUELLE TILTAKSLØSNINGER

Fra Miljødirektoratets pålegg:

Vurdering av alternative oppryddingstiltak samt kostnadsoverslag for disse, med forslag til hvilket som bør velges. Miljøeffekter og kost/nytte vurderinger skal fremgå.

Redegjørelse for hvordan forurensede masser skal disponeres. Dersom forurensede masser fraktes ut av eiendommen, må disse leveres til godkjent mottak eller behandlingsanlegg som kan håndtere PFOS-forurensset jord.

Utgangspunktet for anbefalt tiltaksløsning er konsentrasjoner i strandsonen i Topdalselva på henholdsvis 0,65 ng/l og 230 ng/l, som beskrevet i Kap.4. Vi anbefaler at akseptkriterie med tilsvarende tiltaksløsninger velges etter en økologisk, helse og kost-nytte vurdering. Kost/nytte-vurderingen har fokus på effekter for stor-samfunnet. I det følgende vurderes tre ulike tiltakskombinasjoner for å oppnå henholdsvis 0,65 ng/l og 230 ng/l, med medfølgende kostnader.

5.1.1 Faktorer som legger føringer for valg av tiltak

Brannøvingsfeltene BØF1 og BØF2 er tatt ut av regulær drift for lufthavnen, og det foregår ingen øvelser ved feltene i dag. Aktuelle tiltaksløsninger kan derfor omfatte opprydningsinstallasjoner som skal stå i mange år.

Brannøvingsfeltene inneholder enkelte installasjoner i grunnen som må ivaretas ved planlegging av tiltaksløsning. Drenering av banesystemene på elveterassen oppstrøms BØF2 dreneres via overvannsavløp under øvingsfeltet, til grøft/bekk og derfra videre til Topdalselva. Det er ikke kjent hvilke masser dreneringsrøret er lagt i eller om røret er intakt. Overvannsutløpet (V3/rør, se Vedlegg 1 for plassering) kommer ut innerst i bekken mot Topdalselva. I år 2000 ble det etablert tett dekke under simulatoren som er plassert sentralt på øvingsfeltet BØF2. Fangdammen til øvingsfeltet har ikke avløp. Før år 2000 er det ingen kjennskap til at det har vært tett dekke på BØF2. Det er per i dag ikke kjente systemer for avløp fra BØF 1. På BØF 2 ble det i 2002 etablert system med oljeutskiller med mulighet for pumping videre til kommunalt nett. Systemet har ifølge driftspersonell på Kjevik lufthavn aldri vært i bruk. Det er overløp fra oljeutskiller til elv, men lokalisering av utslippspunktet til elv er ikke kjent. Det er heller ingen kjente systemer for nedgravd infrastruktur som tennere, gasstilførsel eller tanker på BØF1 eller BØF2.

Mektigheten av umettet sone er vesentlig større på BØF 1 enn BØF 2. Dette kan være med å påvirke valg av løsning, bl.a. fordi volumet masser som tiltak i umettet sone kan måtte omfatte er betydelig større, samt at avstand til grunnvann fra terreng varierer.

BØF 3 er av langt nyere dato og har tett dekke på øvingsplattformen, dreneringssystem og oljeavskiller på overvannet fra øvingsfeltet.

Andre faktorer som kan påvirke valg av løsning, er i hvilken grad det aksepteres at grunnvannet i en periode inneholder konsentrasjoner som overskrider akseptgrensene frem til effekten av tiltak synliggjøres.

5.1.2 Mulige tiltak

Med utgangspunkt i litteratur, pilotskala- og fullskalaforøk, er det gitt en oversikt over mulige tiltaksløsninger som er vist å ha en positiv effekt på rensing av PFOS (Tabell 5-1). Enkelte av tiltakene har effekt på flere av de tilknyttede perfluorerte forbindelsene, mens andre har liten eller ingen effekt på andre perfluorerte forbindelser som 6:2 FTS eller 8:2 FTS. Flere av løsningsforslagene i Tabell 5-1 er ikke separat sett tilstrekkelig for å oppnå målsetningen på Kjevik lufthavn. Hensikten med tabellen er kun å synliggjøre tiltaksløsninger som har vist positiv effekt for fjerning av PFOS og som kan være mulige å iverksette på henholdsvis BØF1 og BØF2 utfra lokale forhold.

BØF3 skiller seg fra de to andre øvingsfeltene ved at feltet er relativt nytt og har oppsamlingsløsninger for vannet og skum fra feltet. Tiltaksløsninger for BØF3 er ikke vist i tabellen.

Tabell 5-1: Mulige tiltaksløsninger som, i henhold til kjent litteratur, pilotskala- og fullskalaforsøk, er vist å ha positiv effekt på rensing av PFOS.

		Metode	Egnethet for PFOS	BØF1	BØF2
Umettet sone	Fjerning	Oppgraving	Egnet	Lite egnet som eneste tiltak da forekomsten ligger for dypt i løsmasseavsetningen. Mulig aktuelt med utgraving av mindre kildeområde	Egnet
		Capping/tildekking	Trolig egnet	Egnet	Egnet
	In situ løsninger	Stabilisering	Egnet	Egnet, forutsetter grunnvannsrensing i anleggsfase	Egnet, forutsetter grunnvannsrensing i anleggsfase
		Gjennomskylling til mettet sone	Trolig egnet	Egnet kun dersom grunnvannet er ivaretatt/renses	Egnet kun dersom grunnvannet renses
		Naturlig utvasking	Trolig egnet	Egnet kun dersom grunnvannet er ivaretatt/renses. Tidkrevende	Trolig egnet, forutsetter grunnvannsrensing, tidkrevende
		Termisk behandling	Egnet	Kun aktuelt hvis masser graves ut	Egnet, men ukjent om metode er tilgjengelig som mobilt utstyr og energibehov
	Massehåndtering	Vasking	Egnet	Kun aktuelt hvis masser graves ut	Trolig egnet. Bør gjennomføres pilotskalaforsøk.
		Deponering internt	Egnet	Kun aktuelt hvis masser graves ut	Egnet
		Deponering eksternt	Egnet	Kun aktuelt hvis masser graves ut	Egnet. Forutsetter dokumentert sigevannskontroll på mottaket. Avstand til mottaket og miljøregnskap kan gjøre løsningen mindre egnet
Mettet sone	Fjerning	Fysisk fjerning av masser i mettet sone og overgang til denne	Egnet	Lite aktuelt	Egnet. Forutsetter grunnvannsrensing i anleggsfase
	Grunnvannsrensing	Pump and treat av grunnvannet, reinfiltrasjon	Egnet	Egnet. Må sikre tilstrekkelig avstand til Topdalselva for å unngå for høyt innsig fra elva.	Egnet. Må sikre tilstrekkelig avstand til Topdalselva for å unngå for høyt innsig fra elva.
		Grunnvannsrensing i grøft	Egnet	Egnet	Egnet
		In situ kjemisk oksidasjon	Udokumentert effekt		

5.1.3 Tiltaksløsninger vurdert for BØF 1 og BØF 2

Vurderte tiltaksløsninger i dette kapittelet tar utgangspunkt i dagens situasjon med spredning og vurdering av risiko forbundet med denne (Kap. 2 og 3), og består av ulike kombinasjoner av tiltak i umettet og mettet sone. Til sammenligning med foreslått akseptkriterie for strandsonen utenfor brannøvingsfeltene ($PNEC_{\text{ferkvann}} = 230 \text{ ng/l}$), er det i vurderingen inkludert kostnadsberegninger for grenseverdi som i forslag til Vannforskriften ($AA-QS_{\text{biota}} = 0,65 \text{ ng/l}$).

Antall vurderte tiltaksløsninger er et utvalg av mulige løsninger for å oppnå de foreslåtte konsentrasjonene i strandsonen i Topdalselva. Dette anses å gi grunnlag for å vurdere kost/nytte for ulike tiltak i mettet og umettet sone på skissenivå. Det er ikke gjort ytterligere kost-/nyttevurdering av andre tiltak, eller redusert omfang av foreslåtte tiltak, der de foreslåtte konsentrasjonene i strandsonen ikke nås. Det synes imidlertid klart at redusert omfang av ett eller flere foreslåtte tiltak vil kunne gi redusert kostnad, og samtidig ta PFOS ut av kretsløpet, men at dette må innebære aksept for overskridelse av de foreslåtte konsentrasjonene for strandsonen i Topdalselva. Ytterlige vurdering av slike forhold kan vurderes belyst i påfølgende planfase..

Forurensningssituasjonen i strandsonen mot Topdalselva, basert på analyserte vannprøver (Tabell 3-2 og vedlegg 1), viser ut fra foreliggende analyseresultater at tiltak i mettet sone kun er nødvendig på BØF 2 for akseptkriteriet 230 ng/l i strandsonen. For BØF 1 viser målinger i strandsonen at dagens tilstand er akseptabel. Tiltak i umettet sone for å begrense ytterligere utlekking til grunnvann videre til Topdalselva, anses derfor tilstrekkelig.

Det er foreslått tiltaksløsninger for grunnvannet for å oppnå konsentrasjonene $0,65 \text{ ng/l}$ og 230 ng/l i strandsonen. Disse er beskrevet og skissert i henholdsvis Kap. 5.1.3.1 og Kap.5.1.3.2. Grunnvannstiltakene er kombinert med ulike tiltak i umettet sone for å hindre videre spredning fra denne til grunnvann, og dermed er med å forkorte driftstiden for grunnvannstiltaket. Det er i den forbindelse gjort beregninger for alternative horisontale avgrensinger av tiltak i mettet sone slik at snittkonsentrasjonen tilfredsstiller akseptkriteriene uten å måtte gjøre tiltak i hele området med påvist PFOS i jord. For BØF 2 tilfredsstiller en slik hot- spot-tankegang, som beskrevet og vist i Kap.5.1.3.2, akseptkriteriet basert på 230 ng/l i strandsonen. For BØF 1 er forurensset område for dårlig avgrenset til å kunne gi en tilsvarende vurdering. Å oppnå $0,65 \text{ ng/l}$ i strandsonen utenfor brannøvingsfeltene er ikke mulig uten å inkludere hele området med påvist PFOS-forurensing. Datagrunnlaget har ikke god nok oppløsning til en vertikal oppdeling av tiltak i umettet sone.

Ved en permeabilitet på $1e^{-4} \text{ m/s}$ (sannsynlig for sandige masser) og en K_d mellom 15 til 30 vil det kunne ta 30 ± 10 år for restene av PFOS som allerede finnes i grunnvannet (som ikke drenerer til bekken) å bli transportert ut til Topdalselva (usikkerhetene er store da permeabiliteten til massene kan variere mye). Transporttiden anses å være i samme størrelsesorden for både BØF-1 og BØF 2.

Det er vurdert seks tiltakskombinasjoner for kost/nytte. Disse kombinasjonene er vurdert som de mest sannsynlige for å oppnå $0,65 \text{ ng/l}$ og 230 ng/l i strandsonen utenfor brannøvingsfeltene. Tiltakskombinasjonene er oppsummert i Tabell 5-2 under.

Uten tiltak antas forurensningssituasjonen å være uendret i lang tid da det meste av PFOS-forurensingen befinner seg i umettet sone og vil fortsette å lekke ut til grunnvannet, videre til Topdalselva. Anslåtte mengder er gitt i Tabell 3-1. Risikovurderingen anslår at det tar ca. 20-50 år før all PFOS er lekket ut på BØF 2, og betydelig lenger for BØF 1 (Norconsult & Sweco, 2015). I følge risikovurderingsrapporten forventes utlekkingsrate å avta med tid, og det er således knyttet

usikkerhet til estimert tid før all PFOS er lekket ut, og det kan ikke utelukkes at denne kan være >50 år.

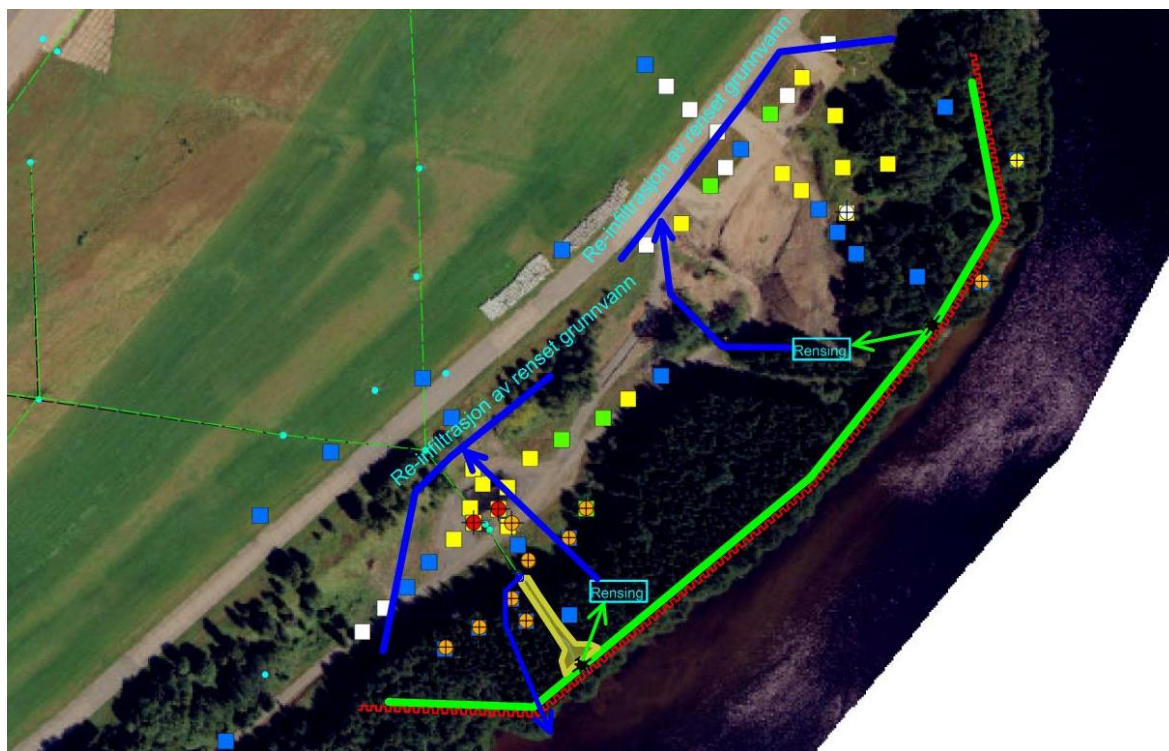
Tabell 5-2 Ulike tiltakskombinasjoner vurdert for BØF 1 og BØF 2.

Akseptgrense i strandsonen	Tiltaks-kombinasjo	Sone	Tiltak - beskrivelse	
			BØF 1	BØF 2
(1) 0.65	1.1	Mettet	Spunt, samlegrofter og pumping til renseløsning, felles BØF 1 og BØF 2	
		Umettet	Tildekking	Tildekking
	1.2	Mettet	Spunt, samlegrofter og pumping til renseløsning, felles BØF 1 og BØF 2	
		Umettet	Bortgraving	Bortgraving
	1.3	Mettet	Spunt, samlegrofter og pumping til renseløsning, felles BØF 1 og BØF 2	
		Umettet	Kalksementstabilisering	Kalksementstabilisering
(2) 230	2.1	Mettet	Ingen	Spunt, samlegrofter, renseløsning i eksisterende bekk
		Umettet	Tildekking	Tildekking
	2.2	Mettet	Ingen	Spunt, samlegrofter, renseløsning i eksisterende bekk
		Umettet	Tildekking	Bortgraving
	2.3	Mettet	Ingen	Spunt, samlegrofter, renseløsning i eksisterende bekk
		Umettet	Kalksementstabilisering	Bortgraving

5.1.3.1 Bakgrunn og beskrivelse av tiltakskombinasjoner for å oppnå 0,65 ng/l i strandsonen

Felles for alle foreslåtte tiltakskombinasjoner for å oppnå konsentrasjonen 0,65 ng/l i strandsonen utenfor brannøvingfeltene er grunnvannstiltak som dekker både BØF 1 og BØF 2. Det legges opp til en grunnvannsbarriere som stopper og samler PFOS-holdig grunnvann, med videre pumping til rensetrinn. For å hindre videre utlekking fra umettet til mettet sone, og dermed begrense nødvendig driftstid for grunnvannstiltaket, kombineres grunnvannstiltaket med tiltak i umettet sone slik det fremgår av Tabell 5-2. Med de ulike tiltakskombinasjonene forventes nødvendig driftstid for grunnvannstiltaket å være 30±10 år. Dette forutsetter tiltak i umettet sone fortsetter å hindre utlekking av PFOS etter at grunnvannstiltaket er fjernet.

Prinsipp-skisse for grunnvannsbarriere, opp-pumping av grunnvannet til renseanlegg, re-infiltrasjon av grunnvannet oppstrøms de forurensede områdene, samt omlegging av overvann fra OV-ledningen på BØF2 til Topdalselva er vist i Figur 5-1.



Figur 5-1: Forslag til tiltak for grunnvann for å oppnå PFOS-konsentrasjon 0,65 ng/l i strandsonen i Topdalselva utenfor brannøvingfeltene. Tett barrierer (rødt), Grunnvanns-drensgroft (grønt), Pumpekum i drensgroft (sort), Renseanlegg for PFOS-holdig grunnvann (lyseblått), Re-infiltrasjons-groft/brønn

Tiltaket for grunnvann består av en tett grunnvannsbarriere, som også hindrer elvevann å strømme forbi barrieren. Barrieren består av C-kant peler ned til 10 m dybde, med påbygging 1m over terreng for å hindre elven å strømme på innsiden av barrieren. C-kantpeler gir en tilstrekkelig tett barriere.

Overvannet er påvist rent, og trenger ikke å bli rensed. Overvannsledningen som føres til bekkeløpet videreføres i rør til siden for bekkeløpet, og føres gjennom barrieren (tett gjennomføring), og har utløp til elva.

På innsiden av barrieren etableres en drensgroft med fiberduk, drenspukk, drensledning og spylekummer til en pumpekum. Det etableres 2 stk. slike pumpekummer, en for hver av BØFene. Groftene drenerer grunnvannet til et nivå lavere enn middellavvann i elva.

Pumpene fører grunnvannet til hvert sitt renseanlegg. Det er behov for 2 stk. renseanlegg for å kunne håndtere de små vannmengdene på en praktisk måte (1-3 l/s fra hvert av anleggene).

Renset grunnvann føres oppstrøms hver av BØFene for re-infiltrasjon. Re-infiltrasjon hever grunnvannet noe for raskere grunnvannsstrømning, samt etablerer en hydraulisk grense for det forurensede grunnvannsområdet.

For å sikre at grunnvannssiget til bekkeløpet strømmer lett til drensgroften, samt for å sikre økologien for PFOS-holdig bekkevann, graves bekken ut til samme nivå i hele bekkens lengde, og fylles med drenerende pukk som dekker området. Utgravde sedimenter håndteres på samme måte som øvrige forurensede masser til ekstern deponering.

Grunnvannstiltaket kombineres med tiltak i umettet sone; henholdsvis tett dekke, oppgraving og kalksementstabilisering, som angitt i Tabell 5-2. Det forutsettes at tiltakene i umettet sone må opprettholde sin funksjon med å hindre videre utlekking til mettet sone, også etter at grunnvannstiltaket er fjernet. De ulike løsningene vil kreve ulik grad av vedlikehold, samt gi ulike føringer for fremtidig utnyttelse av eiendommen. Tett dekke vil ikke fjerne forurensingen, og senere håndtering av massene vil kunne mobilisere PFOS ned til grunnvannet. Dette kan gi økte grunnvannskonsentrasjoner og medføre behov for forlenget grunnvannstiltak.

Kalksementstabilisering innebærer skovlboring med innblanding av kalksement som litifiserer løsmassene og gir en lav permeabilitet tilnærmet leire. Stabiliserte masser vil i fremtiden kunne fjernes uten mobilisering av PFOS. Det er imidlertid usikkerheter rundt etablering av tiltaket med hensyn til massefortrenging og mobilisering av PFOS ved stabilisering nær mettet sone. Som sikringstiltak mot mobilisering bør grunnvannsrensing i etableringsfasen vurderes. Dette er forhold som bør utredes nærmere, og evt. testes ut, i videre prosjekteringsfase før etablering av fullskala tiltak. Bortgraving vil fjerne forurensingen permanent. Arealer og volum som må inngå i tiltak i umettet sone, basert på forholdstall og akseptgrenser gitt i Kap.4, er oppsummert under:

- For BØF1, er estimert jordareal som må tildekkes for å oppnå konsentrasjon 0,65 ng/l i vann = 20.000 m² (stor usikkerhet da forurensningen ikke er veldig godt avgrenset)
- For BØF1 er estimert jordvolum som må fjernes /kalksementstabiliseres for å oppnå konsentrasjon 0,65 ng/l i vann = 180.000 m³
- Estimert jordareal som må tildekkes ved BØF2 for å oppnå konsentrasjon 0,65 ng/l i vann = 21.000 m².
- Estimert jordvolum som må fjernes/kalksementstabiliseres ved BØF2 for å oppnå konsentrasjon 0,65 ng/l i vann = 42.000 m³

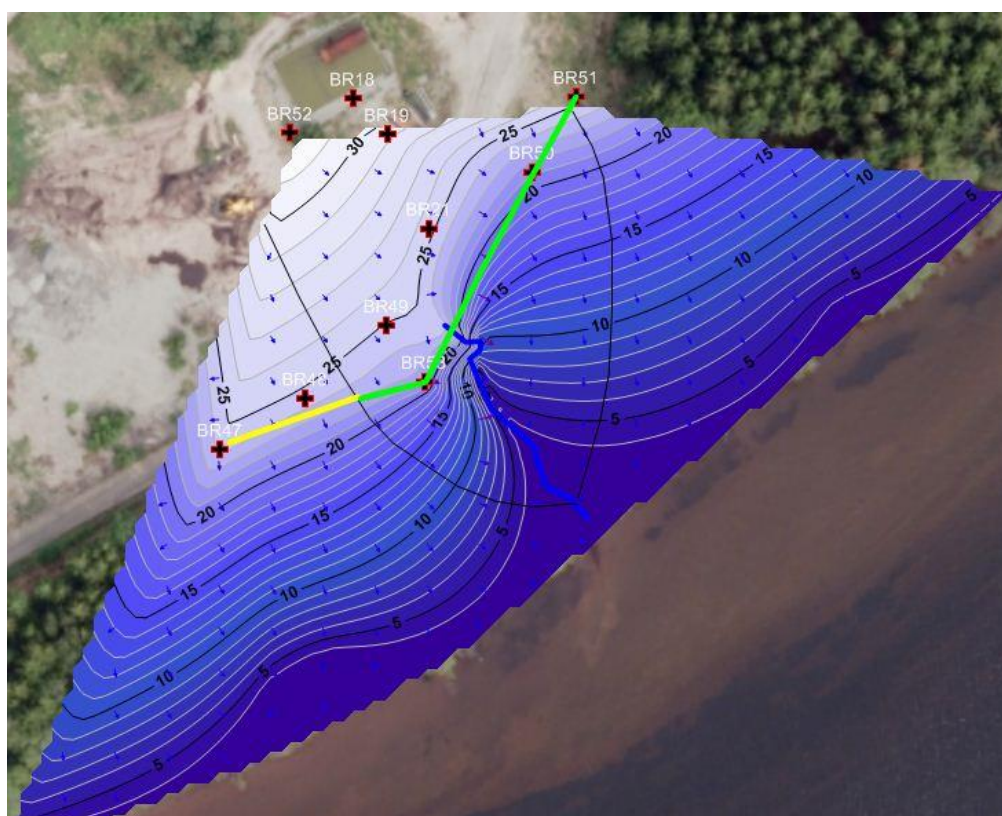
5.1.3.2 Bakgrunn og beskrivelse av tiltakskombinasjoner for akseptkriteriet 230 ng/l

Ut fra foreliggende analyseresultater er grunnvannstiltak kun nødvendig på BØF 2 for akseptkriteriet 230 ng/l i strandsonen. Dette fordi dagens situasjon viser akseptabel tilstand i strandsonen ved BØF 1 vurdert mot dette kriteriet.

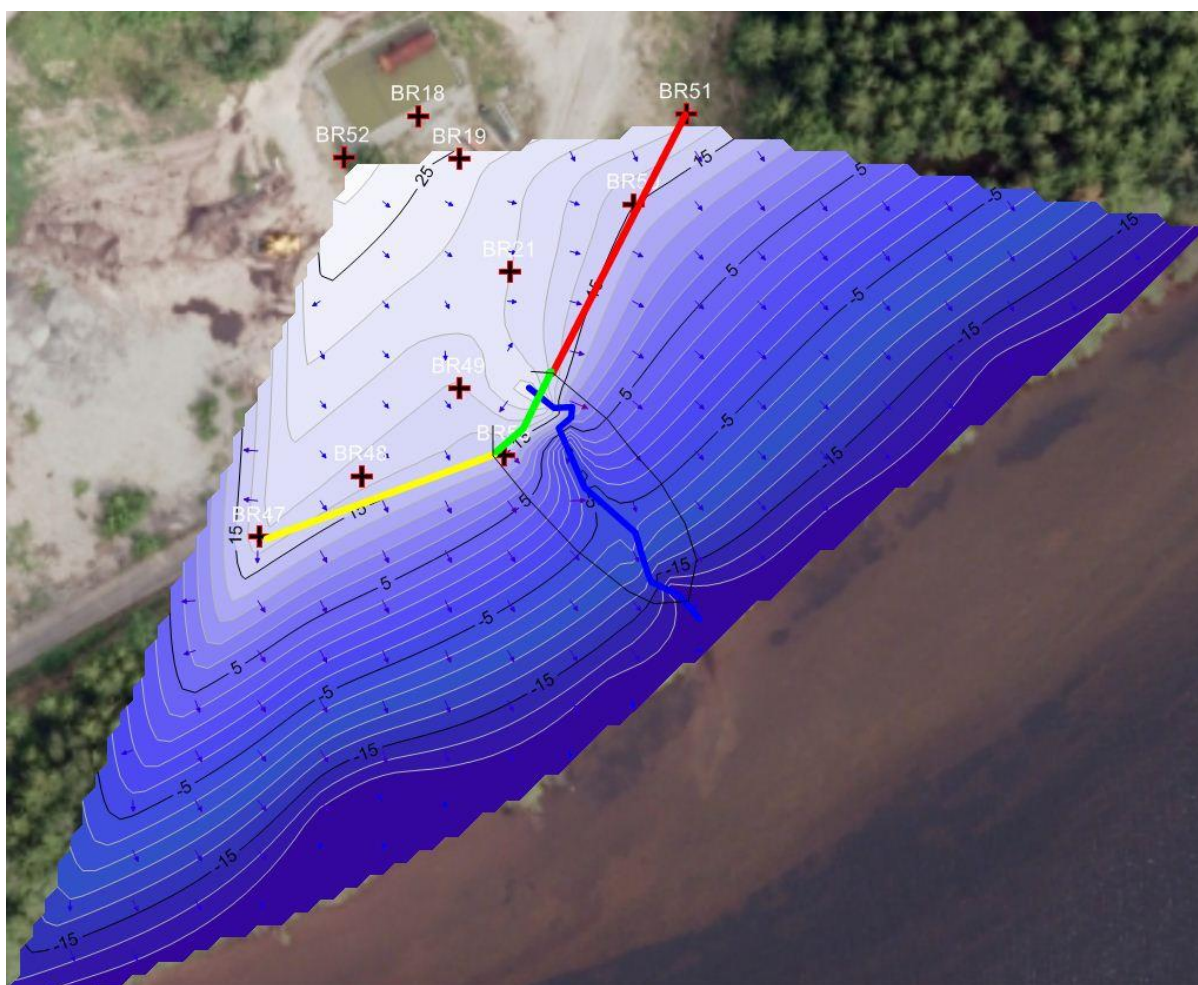
BØF 2 har i dag en drenerende bekk hvor mye av grunnvannet strømmer til. Grunnvannskoter og angivelse av andel grunnvann som i dag strømmer til bekken, basert på dagens kunnskap om forurensningssituasjonen i grunnvann (Tabell 5-3), er vist for middel middels høyvannssituasjon og middel lavvannssituasjon i henholdsvis Figur 5-2 og Figur 5-3. Kotenivåer er basert på målinger med automatiske loggere i perioden 6.2.2015 til 20.2.2015, og er vist for middel høyvann og middel lavvann i denne perioden.

Tabell 5-3: Viser gjennomsnittskonsentrasjoner i brønnene på BØF-2. Brønnene er prøvetatt med ulik hyppighet.

Prøvepunkt	PFOS ng/l
BR18	63 433
BR21	21 250
BR19	18 800
BR47	673
BR48	1 827
BR49	3 194
BR50	17 137
BR51	22 614
BR52	74 120
BR53	5 249

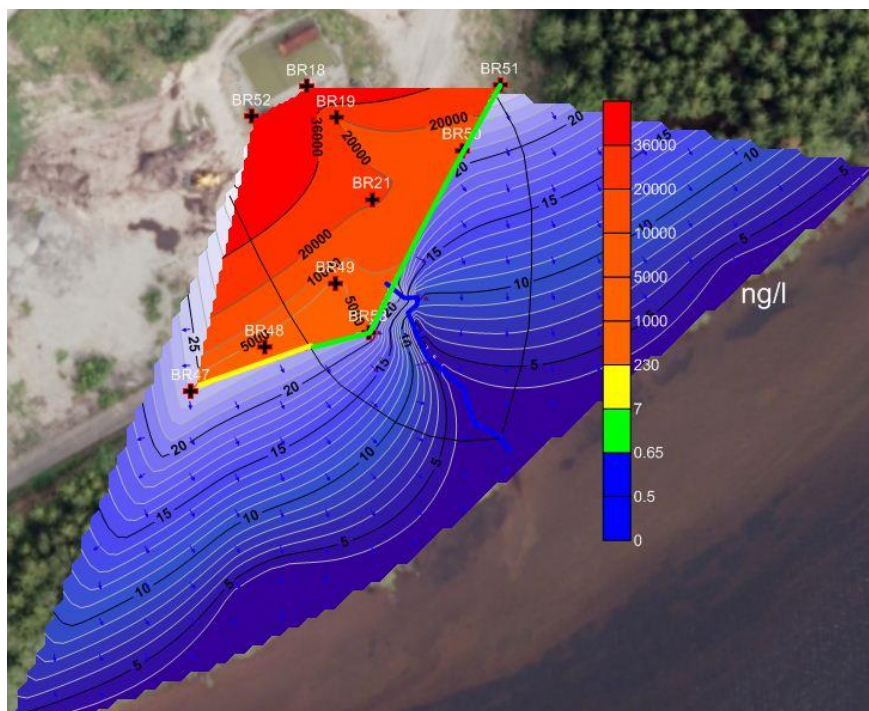


Figur 5-2: Grunnvannskoter basert på målinger av grunnvannsnivå med automatiske loggere i brønnene (sorte/røde kryss) i perioden 6.2.2015 – 20.2.2015 ved middel høyvann. Blå piler gir strømningsretning. Sorte streker normalt på grunnvannskotene markerer hvor det lokale vannskillet går. Grønn strek markerer vann som trolig vil gå til bekken mens gul strek markerer grunnvann som kanskje vil gå utenom bekken frem til Topdalselva. Koter for grunnvannsnivå er vist i cm (NN1954).

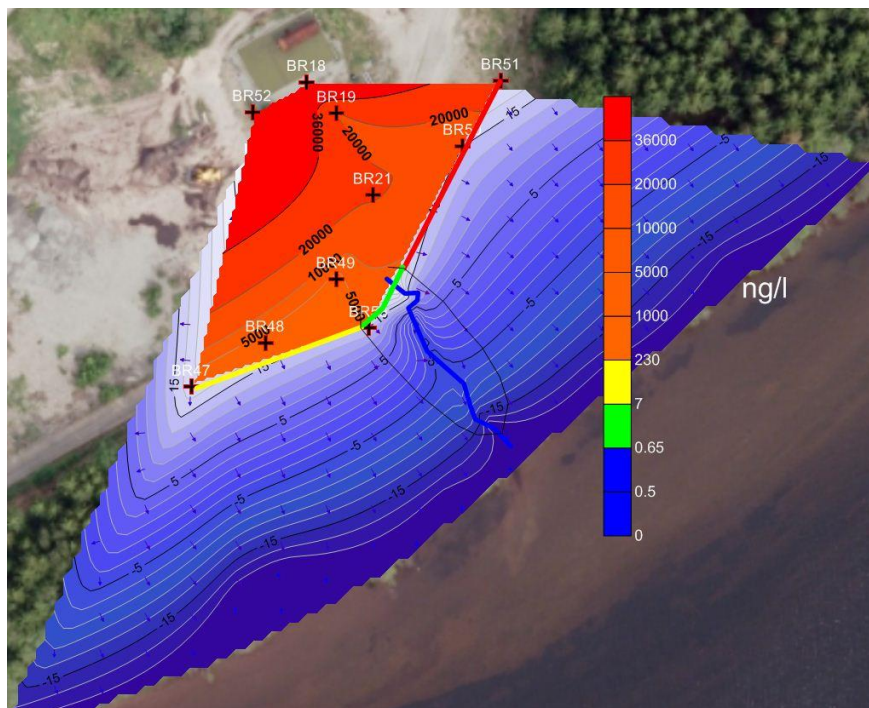


Figur 5-3: Grunnvannskoter basert på målinger av grunnvannsnivå med automatiske loggere i brønnene (sorte/røde kryss) i perioden 6.2.2015 – 20.2.2015 ved middel lavvann. Sorte piler gir strømningsretning. Sorte streker normalt på grunnvannskotene markerer hvor det lokale vannskillet går. Grønn strek markerer vann som tro trolig vil gå til bekken mens gul og rød strek markerer grunnvann som kanskje vil gå utenom bekken frem til Topdalselva. Koter for grunnvannsnivå er vist i cm (NN1954).

Den relative andelen PFOS som går til bekken for middel lavvannssituasjon og middel høyvannssituasjon er illustrert i henholdsvis Figur 5-4 og Figur 5-5. Ved å bruke grid-info funksjonalitet i programvaren Surfer ble det funnet at ca. 90 % av påvist PFOS-forurensingen vil drenere til bekken og ca. 10 % vil ledes utenfor ved middel høyvann. Ved middel lavvann drenerer bekken en langt mindre del av grunnvannet. Dette skyldes at terskler i bekken holder grunnvannsnivået ved bekken oppe på lavvann, mens grunnvannsnivået ellers følger Topdalselvas nivå ned. Dette resulterer i avtakende gradient mellom grunnvann og bekk, og dermed mindre tilstrømningsområde, i bakkens øvre deler.



Figur 5-4: Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i grunnvannet på BØF-2 med middel høyvannssituasjon for grunnvannsnivå i bakgrunn. Grønn strek markerer vann som trolig vil gå til bekken mens gul strek markerer grunnvann som trolig vil gå utenom bekken frem til Topdalselva ved middel høyvann. Bekken er markert med blå linje.



Figur 5-5: Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i grunnvannet på BØF-2 med middel lavvannssituasjon for grunnvannsnivå i bakgrunn. Grønn strek markerer vann som trolig vil gå til bekken mens gul og rød strek markerer grunnvann som trolig vil gå utenom bekken frem til Topdalselva ved middel lavvann. Bekken er markert med blå linje.

Grunnvannstiltak på BØF 2 er illustrert i Figur 5-6. Hensikten med tiltaket er å rense forurenset grunnvann i bekkeløpet, basert på naturlig gradienter mot bekkeløpet. For å sikre drenering fra størst mulig område, også på lavvann, graves bekkeløpet ut slik at dette har samme nivå uten terskler i hele bekkens lengde. Ved å fjerne terskler i bekken vil bunnen av bekken ligge lavere, og dermed fange opp grunnvann også i lavvannssituasjon. Da vil sannsynlig strømningsretning gå mot bekken slik som illustrert for høyvannssituasjonen i Figur 5-4.

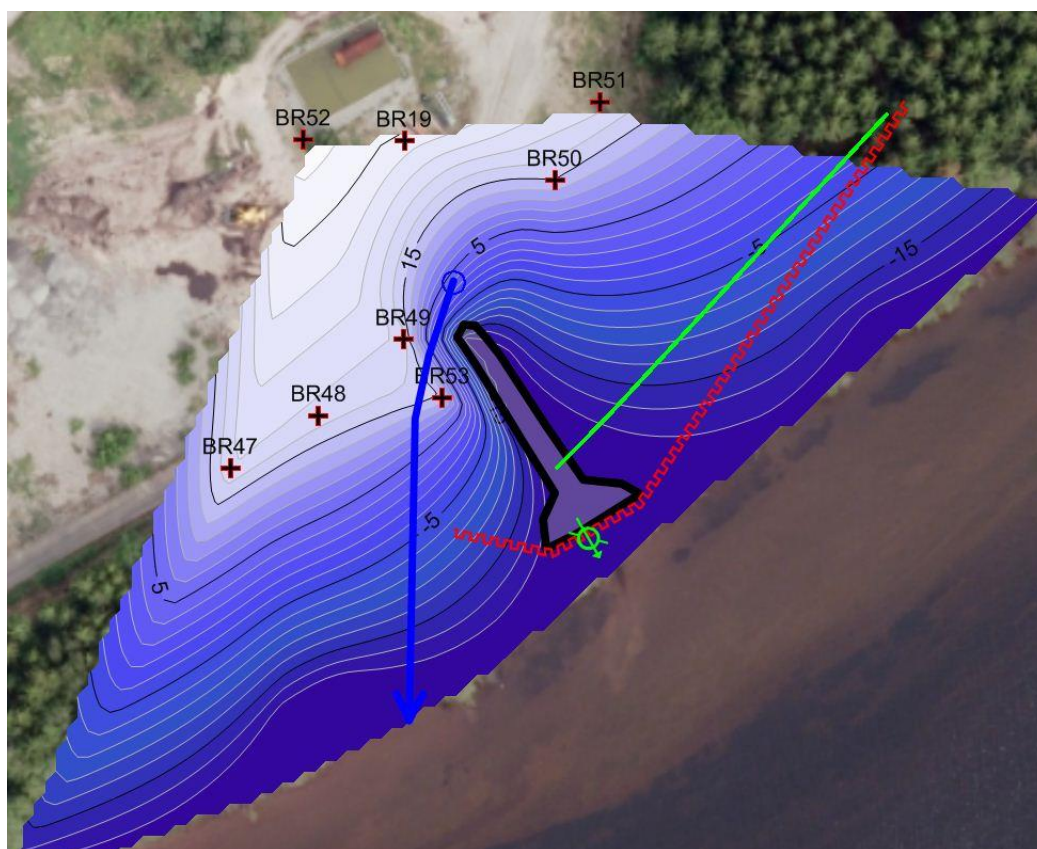
For å hindre direkte innstrømning i bekkeløpet fra Topdalselva etableres det en tett spuntvegg i munningen til bekken ned til 6 m dybde. Da det er relativt høye konsentrasjoner av PFOS i BR51 og noe usikker utbredelse av PFOS i umettet sone (PFOS i jord) i samme område (Figur 2-1) kan det ikke utelukkes at det kan være PFOS-forurensning i nordøstlig del av brannøvingsfeltet som ikke er registrert. Grunnet denne usikkerheten, samt målte nivåer over akseptgrensen i strandsonen, etableres en grunnvannsbarriere mot NØ ved å forlenge spuntten ved bekkeløpet. På innsiden av barrieren etableres en drengroft med fiberduk, drengpukk, drengledning og spylekum.

Vannet i bekkeløpet fylles med PFOS-holdig grunnvannstilsig. Bekkeløpet fylles med grovkornig aktivt kull, slik at PFOS bindes til kullet. Mengde kull i bekkeløpet begrenses, og byttes ut regelmessig. For å beholde grunnvannstrømning til og ut av bekkeløpet, installeres en en-veis ventil i den tette spuntveggen, slik at ved lav vannstand i elven, vil rensed grunnvann strømme gjennom ventilen til elven. Ved vannstandsstigning i elven, stenges ventilen. Vannstand oppstrøms barrieren stiger noe, men tømmes igjen ved lavvann i elven.

Det er estimert at ca. 90 % av PFOS, innenfor det området som per i dag er kjent å ha PFOS i grunnvannet, drenerer til renseløsningen. Dette medfører at ca. 210 g PFOS/år vil bli fanget opp av et tiltak som stenger/reenser bekken mens ca. 20 g PFOS/år lekker ut med grunnvann utenom bekken og tilliggende drengroft. Estimaten inneberer usikkerhet da forurensingen ikke er tydelig avgrenset. Estimerte mengder vil derfor måtte justeres etter supplerende undersøkelser, og det kan ikke utelukkes at estimerte mengder som ikke fanges opp av tiltaket kan være noe høyere enn det som fremgår over. Det anses likevel sannsynlig at hovedandelen fanges av skissert tiltak. Overvannet fra andre deler av lufthavnen, som i dag føres ut i bekken, ledes utenom bekken slik at dette vannet ikke trenger å renses.

På BØF 2 kombineres grunnvannstiltaket med tiltak i umettet sone, mens det for BØF 1 kun foreslås tiltak i umettet sone; henholdsvis tett dekke, oppgraving og kalksementstabilisering, som angitt i Tabell 5-2. For BØF 2 forutsettes det at tiltakene i umettet sone må opprettholde sin funksjon med å hindre videre utlekking til mettet sone, også etter at grunnvannstiltaket er fjernet. De ulike løsningene vil kreve ulik grad av vedlikehold, samt gi ulike føringer for fremtidig utnyttelse av eiendommen, som beskrevet i kapittel 5.1.3.1.

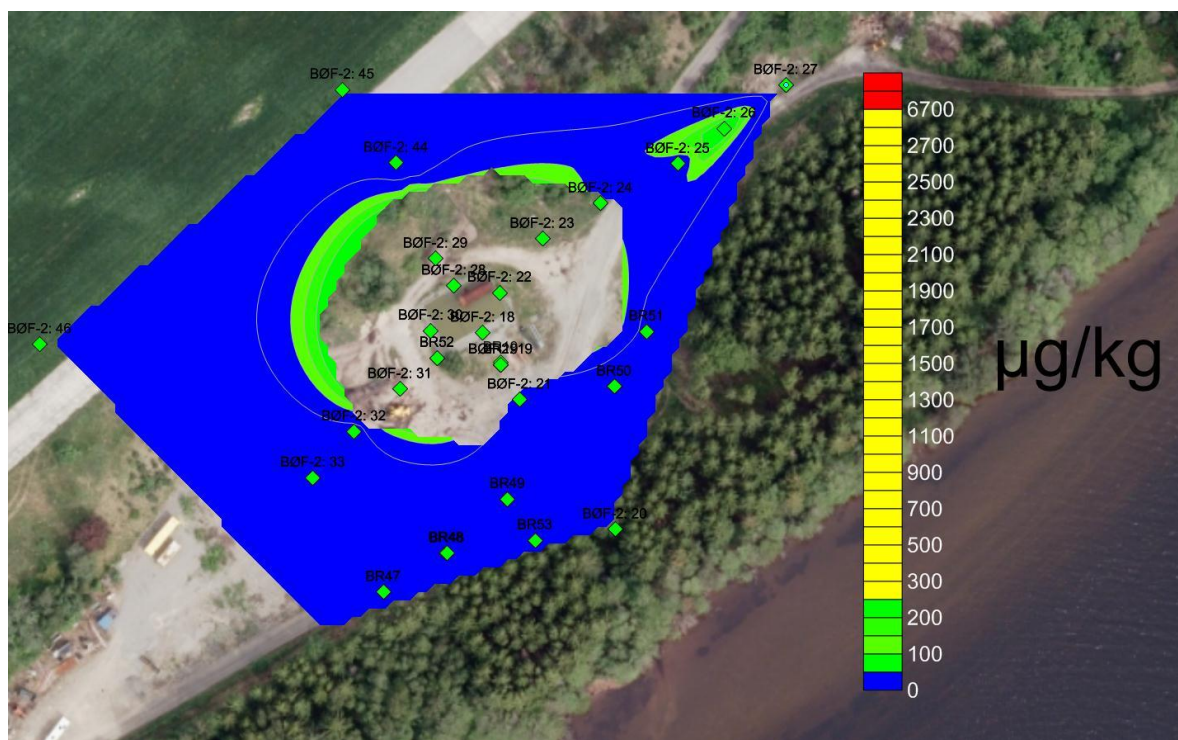
Omfanget av tiltaket i umettet sone kan begrenses som angitt i Figur 5-7 og likevel oppnå akseptkriterium 230 ng/l i strandsonen.



Figur 5-6: Foreslått grunnvannsrensetiltak på BØF 2 for å oppnå akseptkriteriet 230 ng/l i strandsonen. Grunnvannskoter illustrerer middel lavvannssituasjon med definert nivå for utgravd bekk, basert på målte nivåer i brønner og elv i perioden februar-april 2015. Strømningsbildet er sammenliknbart med dagens middel høyvannssituasjon og viser at utgraving i bekk gir økt tilstrømningsområde også under lavvann. Grøft mot nordøst vil fange det som strømmer utenom bekken i dette området. Rød linje = spunt, grønn linje = drenerende grøft mot rensetiltak i bekken, sort polygon = rensetiltak i bekk med aktivt kull i nedre del, blå pil = bortledning av overvann fra lufthavnen, grønn sirkel med pil = enveisventil i spuntvegg.

Arealer og volum som må inngå i tiltak i umettet sone, basert på forholdstall og konsentrasjoner gitt i Kap.4, er oppsummert under

- For BØF1, er estimert jordareal som må tildekkes for å oppnå akseptgrense 230 ng/l i vann = 10.000m² (stor usikkerhet da forurensningen ikke er veldig godt avgrenset)
- For BØF1 er estimert jordvolum som må fjernes /kalksementstabiliseres for å oppnå akseptgrense 230 ng/l i vann = 90.000m³
- Estimert jordareal som må tildekkes ved BØF2 for å oppnå akseptgrense 230 ng/l i vann = 4.000 m².
- Estimert jordvolum som må fjernes/kalksementstabiliseres ved BØF2 for å oppnå akseptgrense 230 ng/l i vann = 8.000m³



Figur 5-7 Tiltak i umettet sone må omfatte område uten skravur, tilsvarende ca. 4.000 m². Gjenværende masser vil ha en gjennomsnittlig forurensningsgrad som tilfredsstillende et akseptkriterium tilsvarende 230 ng/l i strandsonen.

5.1.4 Kostnadsestimerer på ulike tiltakskombinasjoner

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

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

- Tiltaksløsningen er basert på et gjennomsnitt av eksisterende analyser som foreligger i umettet- og mettet sone
- Det er ikke gjennomført utlekkings tester, målinger av TOC innhold, kornfordeling eller pilottester av noen løsningsforslag

- Det er forutsatt at det ikke ligger nedgravd infrastruktur eller andre installasjoner som kommer i konflikt med foreslåtte løsninger
- Det er forutsatt uendret arealbruk for de aktuelle tiltaksområdene

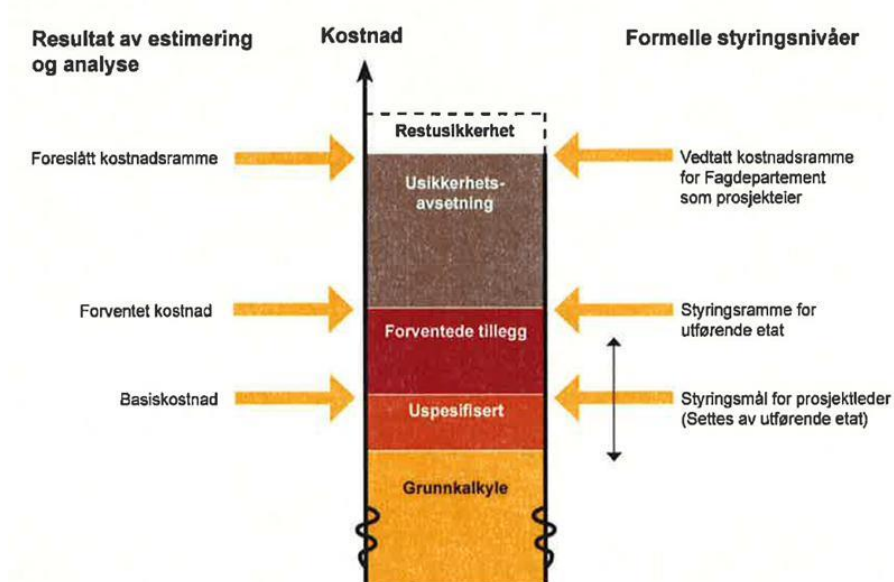
Grunnkalkylen er basert på en forenklet versjon av anbudsbeskrivelse med priser fra Norsk Prisbok 2014. De postene i tiltaksløsningene som ikke er beskrevet i Norsk Prisbok er hentet enten fra erfaringstall eller mer usikre estimater. Basiskalkylen består av en grunnkalkyle med definerte poster og mengder eller rundsumposter, samt uspesifiserte kostnader. Sistnevnte er kostnader vi vet vil komme, men som vi nødvendigvis ikke kan sette navn på.

Følgende kostnader til basiskalkylen er ikke inkludert:

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

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

Skjematisk fremstilling av trinnvis oppbygning av kalkylen er gitt i Figur 5-8.



Figur 5-8: Utdrag fra Finansdepartementets veileder nr. 2.

Usikkerhetsavsetning - 85%

Usikkerhetsavsetningen eller prosjektreserven er definert som avsetning for å oppnå sikkerhet mot overskridelse av en gitt kostnadsramme. Kostnadsrammen er i denne sammenheng definert som

et kostnadstall som det er 85 % sannsynlighet for ikke blir overskredet (P85-verdi). Restusikkerheten utgjør dermed 15 %. Skisseprosjektet er beheftet med store usikkerheter og det er derfor valgt og kun synliggjøre forventet kostnad (P50).

I kalkylen er det benyttet et 30 års perspektiv på grunnvannsrensingen, levetid på et renseanlegg er satt til 15 år. Det er lagt inn et 100 års behov når det gjelder tildekking. Det bemerkes at det flere løsninger for tildekking, og at andre kan ha lenger levetid enn det som er lagt til grunn i kostnadsberegningene her.

Forventede kostnader (P50) for foreslåtte tiltak på BØF1, BØF2 og BØF3 er gitt i henholdsvis Tabell 5-4 og Tabell 5-5.

Tabell 5-4: Kalkyle BØF 1 og BØF2. Kostnadsestimater for aktuelle løsninger for konsentrasjonene 0,65ng/l og 230ng/l i strandsonen i Topdalselva utenfor brannøvingsfeltene. Tiltakskombinasjoner refererer til Tabell 5-2.

Tiltakskombinasjon	Tiltakskombinasjon 1.1		Tiltakskombinasjon 1.2		Tiltakskombinasjon 1.3	
	Grunnvannsrenseanlegg + tildekking BØF1 og BØF2		Grunnvannsrenseanlegg + tildekking BØF1 og oppgraving BØF2		Grunnvannsrenseanlegg + stabilisering BØF1 og BØF2	
	0,65ng/l		0,65ng/l		0,65ng/l	
	BØF1	BØF2	BØF1	BØF2	BØF1	BØF2
Felleskost investering- umettet sone	5,049,460	5,304,740	5,053,200	6,117,050	2,169,200	689,600
Felleskost investering- mettet sone	5,314,309	5,418,747	5,316,809	5,418,747	5,316,809	5,418,747
Umettet sone- oppm/rydding- investering	54,600	85,400	92,000	92,000	92,000	92,000
Umettet sone- rydding- drift	0	0	0	0	0	0
Umettet sone- tildekking- investering	11,240,000	11,802,000	11,240,000	0	0	0
Umettet sone- tildekking- drift	39,200,000	41,160,000	39,200,000	0	0	0
Umettet sone- oppgraving- investering	0	0	0	61,078,500	0	0
Umettet sone- oppgraving- drift	0	0	0	0	0	0
Umettet sone- stabilisering- investering	0	0	0	0	21,600,000	6,804,000
Umettet sone- stabilisering- drift	0	0	0	0	0	0
Mettet sone- omlegging OV dren- investering	0	367,412	0	367,412	0	367,412
Mettet sone- omlegging OV dren-drift	0	0	0	0	0	0
Mettet sone- tiltak bekk- investering	0	331,970	0	331,970	0	331,970
Mettet sone- tiltak bekk-drift	0	0	0	0	0	0
Mettet sone- grunnvannsrensning- investering	16,888,090	17,233,090	16,913,090	17,233,090	16,913,090	17,233,090
Mettet sone- grunnvannsrensning- drift	36,255,000	36,255,000	36,255,000	36,255,000	36,255,000	36,255,000
Grunnkalkyle inkl/felleskostnader	114,001,459	117,958,359	114,070,099	126,893,769	82,346,099	67,191,819
Basiskalkyle	131,101,678	135,652,113	131,180,614	145,927,835	94,698,014	77,270,592
P50- Forventet kostnad	157,322,013	162,782,536	157,416,737	175,113,401	113,637,617	92,724,710

Tiltakskombinasjon	Tiltakskombinasjon 2.1		Tiltakskombinasjon 2.2		Tiltakskombinasjon 2.3	
	Grøfterensning BØF2+ tildekking BØF1 og BØF2		Grøfterensning BØF2+ tildekking BØF1 og oppgraving BØF2		Grøfterensning BØF2+ stabilisering BØF1 og oppgraving BØF2	
	230ng/l		230ng/l		230ng/l	
	BØF1	BØF2	BØF1	BØF2	BØF1	BØF2
Felleskost investering- umettet sone	2,363,160	948,120	2,363,160	624,120	975,160	624,120
Felleskost investering- mettet sone	0	347,892	0	347,892	0	347,892
Umettet sone- oppm/rydding- investering	31,600	41,200	31,600	41,200	31,600	41,200
Umettet sone- rydding- drift	0	0	0	0	0	0
Umettet sone- tildekking- investering	4,000,000	1,600,000	4,000,000	0	0	0
Umettet sone- tildekking- drift	19,600,000	7,840,000	19,600,000	0	0	0
Umettet sone- oppgraving- investering	0	0	0	6,200,000	0	6,200,000
Umettet sone- oppgraving- drift	0	0	0	0	0	0
Umettet sone- stabilisering- investering	0	0	0	0	9,720,000	0
Umettet sone- stabilisering- drift	0	0	0	0	0	0
Mettet sone- omlegging OV dren- investering	0	367,412	0	367,412	0	367,412
Mettet sone- omlegging OV dren-drift	0	0	0	0	0	0
Mettet sone- tiltak bekk- investering	0	331,970	0	331,970	0	331,970
Mettet sone- tiltak bekk-drift	0	537,300	0	537,300	0	537,300
Mettet sone- grunnvannsrensning- investering	0	1,973,584	0	1,973,584	0	1,973,584
Mettet sone- grunnvannsrensning- drift	0	268,650	0	268,650	0	268,650
Grunnkalkyle inkl/felleskostnader	25,994,760	14,256,128	25,994,760	10,692,128	10,726,760	10,692,128
Basiskalkyle	29,893,974	16,394,547	29,893,974	12,295,947	12,335,774	12,295,947
P50- Forventet kostnad	35,872,769	19,673,456	35,872,769	14,755,136	14,802,929	14,755,136

Tabell 5-5: Kalkyle BØF 3. Kostnadsestimat for rensing av avløpsvann.

Felleskostnader	4,954,200
Vannrensing	49,542,000
Grunnkalkyle	54,496,200
Basiskalkyle	62,670,630
Forventet kostnad (85%)	75,204,756

5.1.5 Kostnads- og nyttevurdering

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

Det er tatt utgangspunkt i investeringskostnaden og årlige driftskostnader for de 6 forskjellige alternativene, og beregnet nåverdien av kostnadene. Alternativene 1.3 og 2.3 oppnår full effekt i løpet av 30 år, og beregningen for disse alternativene er derfor gjort over 30 år. De andre alternativene krever jevnlig behandling i uoverskuelig framtid, og det er derfor inkludert 100 års drift i disse alternativene.

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

5.1.5.1 Forutsetninger

Kostandsforutsetningene for de ulike tiltaksalternativene i umettet og mettet sone for henholdsvis BØF 1 og BØF 2 er i gitt i Tabell 5-6, Tabell 5-7, Tabell 5-8 og Tabell 5-9. Det er lagt til 15 % for spesifiserte kostnader, samt 20 % usikkerhet (P50 forventet kostnad), på delsummer fra grunnkalkylen, tilsvarende som for totalsummer (hhv. Basiskalkyle og P50 forventet kostnad) i Tabell 5-4.

Tabell 5-6: Kostnadsforutsetninger for BØF 1, umettet sone. Investeringene skjer i år 1, mens rydding drift gjøres hvert år i 30 år, og tildekking drift har en større kostnad hvert 10. år i 100 år, men ingen kostnad i årene i mellom.

Forutsetninger	Hvert x år	Totalt år	Tiltaks-kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.3 230ng/l
Investering			22,554,803	22,611,576	32,928,456	8,824,769	8,824,769	14,802,929
Umettet sone- rydding- drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Umettet sone- tildekking- drift	10	100	5,409,600	5,409,600	0	2,704,800	2,704,800	0
Umettet sone- oppgraving- drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Umettet sone- stabilisering- drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Levetid prosjekt (år)			100	100	30	100	100	30
Realavkastningskrav	4 %							

Tabell 5-7: Kostnadsforutsetninger for BØF 1, mettet sone. Investeringene skjer i år 1, mens grunnvannsrensingen får en reinvestering i år 15 fordi renseanlegget da må skiftes ut. De andre driftskostnadene påløper årlig i 30 år.

Forutsetninger	Hvert x år	Totalt år	Tiltaks- kombinasjon 1 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 2 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 3 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 1 230ng/l	Tiltaks- kombinasjon 2 230ng/l	Tiltaks- kombinasjon 3 230ng/l
Investering			30,639,311	30,677,261	30,677,261	0	0	0
Mettet sone- omlegging OV dren-drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Mettet sone- tiltak bekk-drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Mettet sone- grunnvannsrensning-drift	1	30	1,391,730	1,391,730	1,391,730	0	0	0
Mettet sone- grunnvannsrensning-reinvestering	15	30	8,280,000	8,280,000	8,280,000	0	0	0
Levetid prosjekt (år)			30	30	30	30	30	30
Realavkastningskrav	4 %							

Tabell 5-8: Kostnadsforutsetninger for BØF 2, umettet sone. Investeringene skjer i år 1, mens rydding drift gjøres hvert år i 30 år, og tildekking drift har en større kostnad hvert 10. år i 100 år, men ingen kostnad i årene i mellom.

Forutsetninger	Hvert x år	Totalt år	Tiltaks- kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks- kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks- kombinasjon 2.3 230ng/l
Investering			23,725,153	92,856,819	10,468,128	3,573,262	9,474,142	9,474,142
Umettet sone- rydding- drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Umettet sone- tildekking- drift	10	100	5,680,080	0	0	1,081,920	0	0
Umettet sone- oppgraving- drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Umettet sone- stabilisering- drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Levetid prosjekt (år)			100	30	30	100	30	30
Realavkastningskrav	4 %							

Tabell 5-9: Kostnadsforutsetninger BØF 2, mettet sone. Investeringene skjer i år 1, mens grunnvannsrensingen får en reinvestering i år 15 fordi renseanlegget da må skiftes ut. De andre driftskostnadene påløper årlig i 30 år.

Forutsetninger	Hvert x år	Totalt år	Tiltaks- kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks- kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks- kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks- kombinasjon 2.3 230ng/l
Investering			32,224,682	32,224,682	32,224,682	4,168,783	4,168,783	4,168,783
Mettet sone- omlegging OV dren-drift	1	30	0	0	0	0	0	0
Mettet sone- tiltak bekk-drift	1	30	0	0	0	24,716	24,716	24,716
Mettet sone- grunnvannsrensning-drift	1	30	1,391,730	1,391,730	1,391,730	12,358	12,358	12,358
Mettet sone- grunnvannsrensning-reinvestering	15	30	8,280,000	8,280,000	8,280,000	0	0	0
Levetid prosjekt (år)			30	30	30	30	30	30
Realavkastningskrav	4 %							

Forventede utslippsreduksjoner ved ulike tiltak er gitt i Tabell 5-10. Den samlede effekten for hver tiltakskombinasjon innenfor samme akseptkriterium er lik. Dette fordi grunnvannstiltaket er likt for alle kombinasjoner, samt at ulike tiltak i umettet sone har et omfang som skal tilfredsstille samme konsentrasjon i resipient uavhengig av metode som anvendes.

Tabell 5-10: Forventet utslippsreduksjon ved ulike tiltak (avrundet til nærmeste 0,1 kg). Tallene tar utgangspunkt i estimerte mengder gitt i Tabell 3-1.

Redusert utslipp i løpet av levetid (kg)	Tiltaks-kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.3 230ng/l
BØF 1 Umettet	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
BØF 1 Mettet	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
BØF 2 Umettet	8.0	8.0	8.0	4.0	4.0	4.0
BØF 2 Mettet	2.9	2.9	2.9	2.6	2.6	2.6
Totalt	26.0	26.0	26.0	21.6	21.6	21.6

For grunnvannstiltakene er forskjellen i mengden PFOS som tas ut for å oppnå konsentrasjonene på henholdsvis 0,65 ng/l (BØF 1 og BØF 2) og 230 ng/l (kun BØF 2) liten, og også samlet sett svært liten sammenliknet med tiltak i umettet sone. Dette har sammenheng med de mengder som antas å befinne seg i henholdsvis mettet og umettet sone i dag (Tabell 3-1).

Det bemerkes at kunnskapen omkring BØF 1 er svært usikker, grunnet begrenset datagrunnlag.

Effektene av alle tiltakene som gjør at det oppnås 0,65 ng PFOS/l i strandsonen i Topdalselva utenfor brannøvingsfeltene, er en reduksjon på 26 kg PFOS i løpet av levetiden i forventet case. For tiltakene som er vurdert nødvendig for å nå akseptgrensen på 230 ng/l, er reduksjonen 21.6 kg i løpet av levetiden. Det er ansett å være en betydelig ekstrakostnad knyttet til å fjerne overskytende ~4,5 kg PFOS som skiller oppnåelse av henholdsvis 0,65 ng/l og 230 ng/l i strandsonen i Topdalselva utenfor brannøvingsfeltene. Effekten hvis tiltakene har lavere eller høyere effekt enn ventet, som følge av usikkerhet i estimert restmengde, er vist under usikkerheter i Kap. 5.1.5.3.

5.1.5.2 Resultater

Som vist i tabellene nedenfor, er det tiltakskombinasjon 2.1 som gir laveste nåverdikostnad pr kg utslippsreduksjon, med en kostnad på ca. 1,1 millioner kroner pr kg redusert PFOS, og med en total nåverdi av investeringer og drift på 24,3 millioner kroner. Hvis tiltaks målet er 0,65 ng/l, er det billigste tiltaket pr redusert kg utslipp alternativ 1.3, med en total nåverdikostnad på ca. 160 millioner kroner og en kostnad på ca. 6,1 millioner kroner per redusert kg utslipp. For å oppnå en konsentrasjon på 0,65 ng/l øker investeringen med ca. 445 % (5.45 ganger så dyrt) sammenliknet med målet på 230 ng/l. Kostnaden pr kg redusert utslipp er 5,5 ganger så høyt med tiltaks målet 0,65 ng/l sammenliknet med et tiltaks mål på 230 ng/l.

Tabell 5-12 viser også med tydelighet at hvis målet er å nå en konsentrasjon under 0.65 ng/l, så er tiltakene i mettet sone betydelig dyrere pr kg redusert utslipp enn tiltak i umettet sone. Man ser at spesielt i BØF 1 er kostnadene per kg utslippsreduksjon svært høye for mettet.

Tabell 5-11: Nåverdi- og annualisert kostnad sammenliknet med redusert utslipp i løpet av forventet levetid.

Netto nåverdi kostnad	Tiltaks-kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.3 230ng/l
BØF 1 Umettet	32,728,545	32,783,134	31,661,977	14,005,972	14,005,972	14,233,585
BØF 1 Mettet	58,124,307	58,160,798	58,160,798	0	0	0
BØF 2 Umettet	34,405,943	89,285,403	10,065,508	5,644,075	9,109,752	9,109,752
BØF 2 Mettet	59,648,703	59,648,703	59,648,703	4,649,525	4,649,525	4,649,525
Totalt	184,907,499	239,878,038	159,536,985	24,299,572	27,765,249	27,992,862

Tabell 5-12: Kostnad per redusert kg utslipp av PFOS for de forskjellige mulige utfallene.

Kost pr kg redusert i løpet av levetid (kr/kg)	Tiltaks-kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.3 230ng/l
BØF 1 Umettet	2,181,903	2,185,542	2,110,798	933,731	933,731	948,906
BØF 1 Mettet	581,243,072	581,607,976	581,607,976	0	0	0
BØF 2 Umettet	4,300,743	11,160,675	1,258,188	1,411,019	2,277,438	2,277,438
BØF 2 Mettet	20,929,370	20,929,370	20,929,370	1,812,680	1,812,680	1,812,680
Totalt	7,125,530	9,243,855	6,147,861	1,126,806	1,287,514	1,298,069

5.1.5.3 Usikkerhetsanalyse

Det er stor usikkerhet til effekten av tiltakene, ref. usikkerheter i estimerte mengder i Tabell 3-1. Forventet utslippsreduksjon ved lav og høy effekt er gitt i henholdsvis Tabell 5-13 og Tabell 5-14, mens kostnad per kg redusert PFOS ved lav og høy effekt er gitt i henholdsvis Tabell 5-15 og Tabell 5-16. Lav og høy effekt referer til usikkerhet i estimert restmengde. For et høyere/lavere anslag for restmengde legges det til grunn tilsvarende høyere/lavere effekt i løpet av tiltakets levetid, og dermed lavere/høyere kostnad per kg PFOS fjernet/immobilisert.

Tabell 5-13: Forventet utslippsreduksjon ved lav effekt (avrundet til nærmeste 0,1 kg).

Redusert utslipp i løpet av levetid (kg)	Tiltaks-kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.3 230ng/l
Lav effekt						
BØF 1 Umettet	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
BØF 1 Mettet	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
BØF 2 Umettet	5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	2.0
BØF 2 Mettet	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.7
Totalt	12.0	12.0	12.0	8.7	8.7	8.7

Tabell 5-14: Forventet utslippsreduksjon ved høy effekt (avrundet til nærmeste 0,1 kg).

Redusert utslipp i løpet av levetid (kg)	Tiltaks-kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.3 230ng/l
Høy effekt						
BØF 1 Umettet	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
BØF 1 Mettet	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
BØF 2 Umettet	11.0	11.0	11.0	6.0	6.0	6.0
BØF 2 Mettet	3.8	3.8	3.8	3.4	3.4	3.4
Totalt	39.9	39.9	39.9	34.4	34.4	34.4

Tabell 5-15: Kostnad per kg redusert utslipp av PFOS ved lav effekt.

Kost pr kg redusert i løpet av levetid (kr/kg)	Tiltaks-kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.3 230ng/l
Lav effekt						
BØF 1 Umettet	6,545,709	6,556,627	6,332,395	2,801,194	2,801,194	2,846,717
BØF 1 Mettet	581,243,072	581,607,976	581,607,976	0	0	0
BØF 2 Umettet	6,881,189	17,857,081	2,013,102	2,822,038	4,554,876	4,554,876
BØF 2 Mettet	31,394,054	31,394,054	31,394,054	2,719,021	2,719,021	2,719,021
Totalt	15,408,958	19,989,837	13,294,749	2,789,848	3,187,744	3,213,876

Tabell 5-16: Kostnad per kg redusert utslipp av PFOS ved høy effekt.

Kost pr kg redusert i løpet av levetid (kr/kg)	Tiltaks-kombinasjon 1.1 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.2 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 1.3 0,65ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.1 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.2 230ng/l	Tiltaks-kombinasjon 2.3 230ng/l
Høy effekt						
BØF 1 Umettet	1,309,142	1,311,325	1,266,479	560,239	560,239	569,343
BØF 1 Mettet	581,243,072	581,607,976	581,607,976	0	0	0
BØF 2 Umettet	3,127,813	8,116,855	915,046	940,679	1,518,292	1,518,292
BØF 2 Mettet	15,697,027	15,697,027	15,697,027	1,359,510	1,359,510	1,359,510
Totalt	4,634,273	6,011,981	3,998,421	705,972	806,660	813,273

6 Anbefalte tiltaksløsning

Fra Miljødirektoratets pålegg:

Den samlede belastningen av tiltakets påvirkning på økosystemet skal vurderes. Det vil si at tiltaksplanen må vurdere de negative effektene tiltaket har på naturmangfold og forurensningsnivå i tiltaksfasen, veiet opp mot den langsiktige belastningen som forurensingen har på naturen hvis den forurensede jorden blir liggende urørt

En vurdering av i hvilken grad de foreslåtte tiltakene vil bidra til å oppfylle miljømålet for vannforekomstene etter kravene som følger av vannforskriften, det vil si "god tilstand før 2020". Det inkluderer en redegjørelse av hva som eventuelt vil være fortsatt påvirkning på vannforekomsten etter at det foreslåtte tiltaket er gjennomført.

I forslaget til endring i Vannforskriften som gjelder miljøkvalitetsstandarder for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer, inngår PFOS i vurdering av kjemisk tilstand fra og med 22. desember 2018, og fristen for miljømåloppnåelse (god kjemisk tilstand) for PFOS er satt til 22. desember 2027.

Så langt kjent er mengden PFAS benyttet på Kjevik lufthavn begrenset sammenliknet med enkelte andre lufthavner. Ressurser brukt på tiltaksløsninger på Kjevik bør derfor ses i forhold til den samlede PFOS-belastningen fra Avinors lufthavner, og fra andre kilder nasjonalt, for vurdering av størst mulig nytteoptimalisering. Hverken total nasjonal belastning, eller den samlede belastning fra Avinors lufthavner, er behandlet i denne tiltaksplanen.

Hvis den overordnede vurderingen tilsier at det skal iverksettes tiltak på Kjevik så er det vår anbefaling at løsningen der PFOS-konsentrasjonen i Topdalselva kommer under PNEC-grensen velges. Det anbefales tiltakskombinasjon 2.2 for dette tiltaksålet (ref. Tabell 5-2). Dette sikrer både menneskelig helse og økologien i resipient. Denne anbefalingen baseres på dagens kunnskap om forurensingen ved BØF 1 og BØF 2.

6.1 BESKRIVELSE AV ANBEFALTE TILTAKSLØSNINGER

6.1.1 BØF 1

Avgrensning av forurensing på BØF 1 er uklar. Dette gjelder både i umettet og mettet sone. Det er således forbundet store usikkerheter til beslutningsgrunnlaget. Datagrunnlaget med analyser av vann i strandsonen tilsier at tilstanden i dag tilfredsstillende et akseptkriterium på 230 ng/l. Estimert mengde PFOS i umettet sone er 15±10 kg. Usikkerheten i anslaget er betydelig. Det legges derfor opp til tiltak i form av tildekking for å begrense videre utlekking til grunnvann fra umettet sone, og dermed en potensiell forverring av situasjonen i strandsonen. Et slikt tiltak vil kunne gi stor nytte på kort sikt, og vil hindre videre utlekking til strandsonen på lang sikt. Kostnad per redusert kg utslipp av PFOS er lavere enn for tiltakskombinasjon med kalksementstabilisering. Tildekking imidlertid gir behov for jevnlig vedlikehold, og medfører fare for utlekking til grunnvann ved senere inngrep i massene. Kalksementstabilisering vil kunne gi fordeler på lang sikt da det forventes å kunne grave/spreng ut de litifiserte massene ved senere endring i arealbruk, uten mobilisering av PFOS.

Metoden innebærer imidlertid usikkerhet rundt mulig massefortrenging og mobilisering av PFOS under etablering, med mulig medfølgende behov for grunnvannsrensing i etableringsfasen.

6.1.2 BØF 2

Anbefalt tiltaksløsning for oppnåelse av akseptkriterium 230 ng/l i strandsonen i Topdalselva ved brannøvingsfeltene innebærer grunnvannsrensetiltak for BØF 2 som beskrevet og skissert i Kap. 5.1.3.2, kombinert med tiltak i umettet sone i en avgrenset del av brannøvingsfeltet. For å sikre drenering til bekkeløpet også under lavvannsforhold graves denne ut ned til dagens munningsnivå i hele bekkens lengde. Det er funnet til dels høye konsentrasjoner i grunnvann mot nordøst, og forurensingsbildet har ingen sikker avgrensing i denne delen av feltet. Det kan ikke utelukkes at PFOS-konsentrasjoner over akseptgrensen i strandsonen i dag kan tilskrives forurensing i nordøstre del av feltet. Det anlegges derfor avskjærende spunt mot nordøst med oppstrøms samlegrøft som leder vannet mot rensetiltak i bekkeløpets nedre del. Grunnvannstiltaket vil avskjære, samle og rense hovedmengden av PFOS som i dag spres med grunnvann til strandsonen i Topdalselva. Det antas en driftstid for grunnvannstiltaket på 30 år

Det legges opp til oppgraving i umettet sone, begrenset til området skissert i Figur 5-7. Massene fraktes ut av lufthavnen til godkjent eksternt mottak. Gjenværende masser innenfor området med påvist PFOS forurensing vil ha en gjennomsnittskonsentrasjon hvor fra samlet utlekking ikke skal gi overskridelse av 230 ng/l i strandsonen. Kostnad per redusert kg utslipp av PFOS er lavere for tiltakskombinasjon med tildekking. Tildekking gir imidlertid behov for jevnlig vedlikehold, og medfører fare for utlekking til grunnvann ved senere inngrep i massene. Mobilisering av PFOS i anleggsfasen kan ikke utelukkes, og det bør derfor vurderes etablering av grunnvannsbarriere og rensetiltak før tiltak i umettet sone startes.

6.1.3 BØF 3

Datagrunnlaget for BØF 3 er svært begrenset, og gir ikke grunnlag for å konkludere vedrørende spredningsveier, forurensingsbelastning eller tiltaksløsninger. Det antas at hovedspredningsveier for PFAS fra feltet er i) via oljeutskiller videre til sjø via kommunalt nett på Odderøya og derfra ut i Kristiansandsfjorden, og ii) til sjø via overvannsledning/rør. Fordeling av vann til oljeutskiller under øvelse og regnvann til overvannsledning/rør utenom øvelse styres via bakkekraner som vist i Figur 1-2. Basert på tilgjengelig informasjon om dagens drift og antatt spredning forbundet med brannøvingsfeltet bør følgende tiltak vurderes:

- Fase ut fluorholdig brannskum, i den grad dette fortsatt benyttes
- Bakkekraner låses slik at vannet ledes mot oljeutskiller
- Systematisk overvåkning av vannkonsentrasjoner i punktet CN-11/BØF 3 sjø
- Prøvetaking i strandsone i Ålefjærfjorden/ved eventuelle avløpsrør mot nord og syd for feltet, for å kunne identifisere mulige andre utslippspunkt
- Vurdere historisk informasjon om innhold i deponi som ligger i kort avstand sydvest for BØF 3 og med potensiell avrenning mot sjø.
- Legge inn rensetrinn for PFOS etter oljeutskiller. Krever ekstra rensing av olje før rensetrinn for PFOS. Evt. fase ut bruk av olje som brennstoff under øvelse. Det bemerkes at kostnadsestimatet for tiltaket (Tabell 5-5) er svært høy sammenholdt mot estimert årlig utlekking av PFOS gitt i Kap. 2.2.4. Videre overvåkning for å avklare

forurensningssituasjonen, og dermed rensebehovet, bør derfor utføres før dette tiltaket vurderes videre.

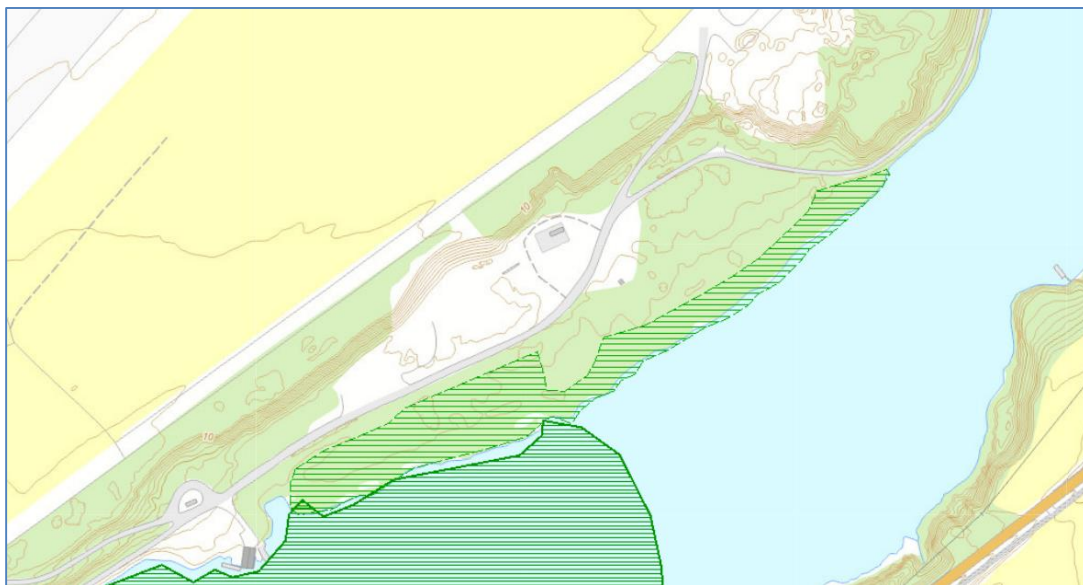
6.2 VURDERING AV MÅLOPPNÅELSE FOR TILTAKENE

6.2.1 BØF 1, BØF 2 og Topdalselva

I dag er konsentrasjonen hos skrubbe i Topdalselva, rett utenfor grøfta: 1041 µg PFAS/kg vv (blandprøve av flere individer), som tilsvarer i størrelsesorden 100-200 µg/kg i muskel.

Konsentrasjonene av PFAS i individene som er analysert viser imidlertid verdier som ikke er høye nok til å gi uheldige effekter slik det er beskrevet i internasjonal litteratur (Norconsult & Sweco, 2015). Ved et scenario der det renses slik at PNEC_{ferskvann} nås, vil det kunne forventes at konsentrasjonen i skrubbe blir lavere enn dagens. Rensekravet som skal til for å oppnå PNEC_{ferskvann} ivaretar således et nivå som er akseptabelt med hensyn på økotoksitet for skrubbe og sjøørret i Topdalselva. Resuspensjon av PFOS-forurensede sedimenter, for eksempel i forbindelse med flomsituasjoner, vil kunne gi perioder med økt PFOS-konsentrasjon i vannmassene. Effekten av slike hendelser på biota er ikke vurdert, og kvantifisering av variasjoner i vannmassene under slike hendelser vil kreve målrettet prøvetakingsstrategi for dette formålet.

Fordi dreneringsgrøfta avsnøres, vil ikke fisk lenger ha tilgang til denne, og heller ikke eksponeres for PFOS herfra. Det er ikke registrert rødlistede arter i tilknytning til dreneringsgrøfta (www.artskart.no). Hele strandsonen til Topdalselva utenfor brannøvingsfeltene er avmerket som Rik sump- og kildeskog, utforming Rikere strandskog (verdi C-lokalt viktig) i naturbase (figur under). Bekken huser ørret (sannsynligvis sjøvandrende) vil miste sin funksjon som gyte- og oppvekstområde når denne avstenges. Bekken er svært liten og verdien vurderes som tilsvarende lav for ørreten i Topdalselva.



Figur 6-1. Hele strandsonen til Topdalselva utenfor flystripa er avmerket som rik sump- og kildeskog, utforming rikere strandskog (verdi C - lokalt viktig) (www.naturbase.no).

Fordi fisk i marine resipienter allerede har lave verdier (<9,1 µg/kg) er også grunn til å hevde at situasjonen blir uendret eller bedre ved dette scenarioet.

6.2.1.1 Spredning fra brannøvingsfeltene etter tiltak

Det er beregnet at det før tiltak spres ca. 230 g PFOS/år fra BØF-2. I Kap. 5.1.3.2 er det beregnet at ved å stoppe spredning av PFOS via bekk vil ca. 90 % av PFOS forurensningen fra BØF-2 elimineres. Dette betyr at spredningen av PFOS etter tiltaket fra BØF-2 blir ca. 20 g/år.

Det er beregnet at det før tiltak spres ca. 20 g PFOS/år fra BØF-1.

PFOS forurensningen som allerede har nådd grunnvannet vil fortsette å lekke ut. Ved å legge transporthastigheten på PFOS i grunnvann beregnet i Kap. 5.1.3 på 2-4 m/år til grunn vil det ta ca. 20-40 år før PFOS fra feltene har lekket ut (transportavstand fra brannøvingsfeltene senter til Topdalselva er for begge feltene ca. 100 meter, dette estimatet har usikkerheter).

Etter tiltak vil sannsynligvis punktene utenfor BØF-1 (V6 og V2) ha de tilsvarende konsentrasjoner som nå (gjennomsnitt PFOS ca. 200 ng/l), og avtakende med tiden etter tiltaksetablering i umettet sone. Tiltak i umettet sone etableres for å imøtegå usikkerhet i datagrunnlaget, og derigjennom forhindre eventuell fremtidig økt utlekking uten tiltak.

Ved å redusere kjent utlekkingen fra BØF 2 med 90 % ($230 \text{ g/år} \cdot 0,9$), og gitt at utlekkingen fra BØF 1 (20 g/år) fortsetter, vil total reduksjon i utlekking bli $(230 \text{ g/år} \cdot 0,9)/(230 \text{ g/år} + 20 \text{ g/år}) \cdot 100 = 85 \%$.

6.3 KONTROLL, OVERVÅKNING OG BEREDSKAP

Fra Miljødirektoratets pålegg:

Redegjørelse for hva som blir iverksatt av kontroll, overvåkning og beredskap før, under og etter gjennomføringen av tiltaket, og hvordan dette skal rapporteres/verifiseres.

6.3.1 Supplerende undersøkelser før detaljprosjektering av tiltak

Det vises til vedlegg 1 og beskrivelse under Kap. 2 for oversikt over eksisterende datagrunnlag.

For BØF 1 gir datagrunnlaget per i dag begrenset kunnskap om umettet sone da analyserte jordprøver, med unntak av ett punkt (BR 15), er begrenset til øvre 2-3 m under terreng. Det er også mangelfull begrenning horisontalt da analyserte prøver lengst unna senter BØF ligger over normverdi for jord. Det er liten kunnskap om PFOS i mettet sone, samt grunnvannsnivå, utover to punkter nær Topdalselva.

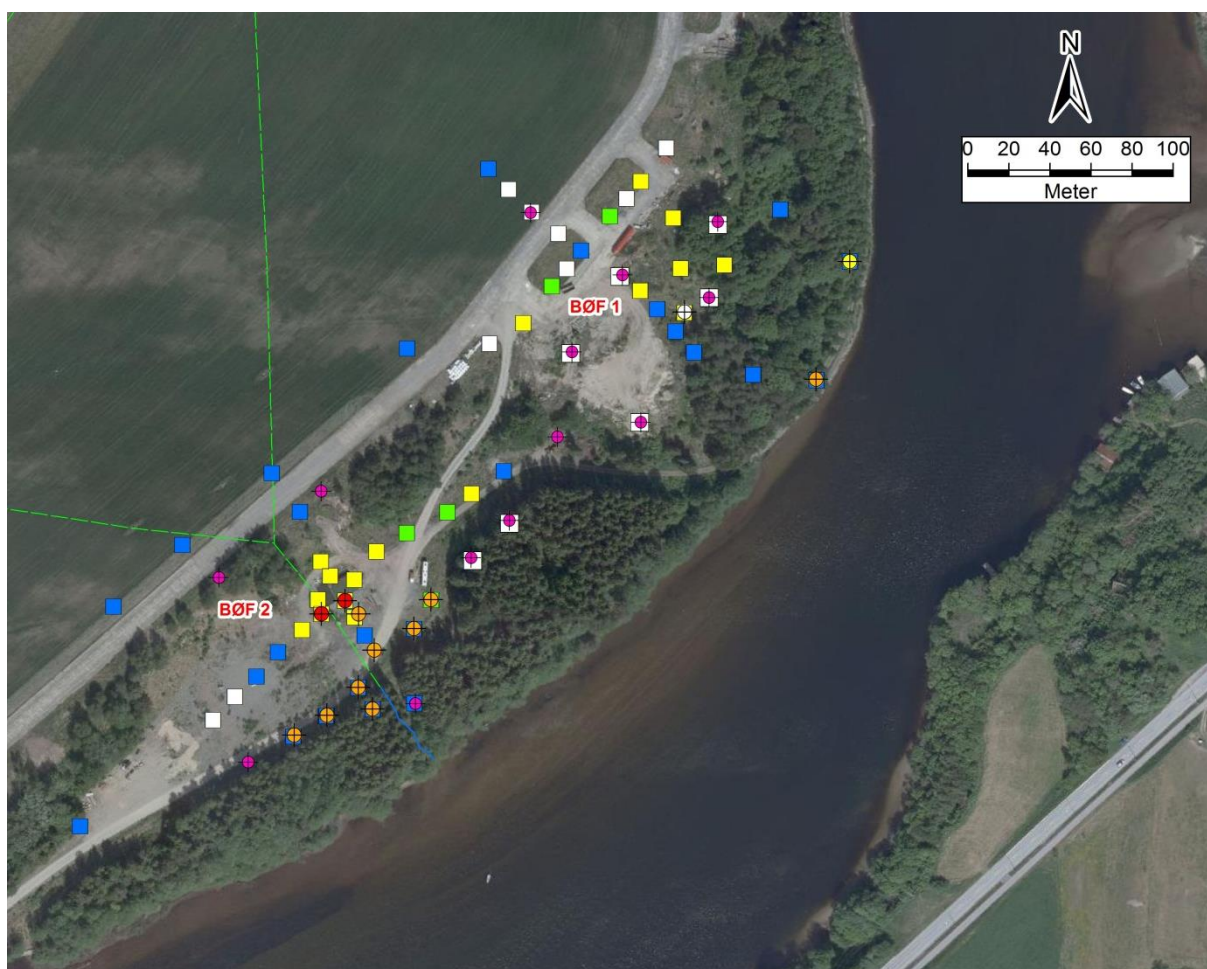
For BØF 2 gir datagrunnlaget en relativt god oversikt i umettet sone, men det er få prøver av jord i mettet sone mot vest, og PFOS-forurensset område i grunnvannet er ikke avgrenset.

Arbeidet med supplerende undersøkelser i mettet og umettet sone, som grunnlag for detaljprosjektering, er påstartet. Det bør imidlertid etableres eget prøvetakingsprogram som ses i sammenheng med program for overvåkning og kontroll av tiltakene (se Kap. 6.3.2.). Foreløpig skisse for supplerende undersøkelser for BØF 1 og BØF 2 før videre prosjektering er vist i Figur 6-2 sammen med eksisterende grunnlag. Undersøkelsenes endelige omfang og utforming vil kunne være gjenstand for justeringer.

Det er begrenset kunnskap om hvordan PFOS fordeler seg i vannsøylen. Det legges derfor opp til etablering av brønner med mulighet for nivåspesifikke uttak av grunnvannsprøver. Dette er

avgjørende for endelig og riktig prosjektering av grunnvannstiltak. Utover disse undersøkelsene følges det opp med prøvetaking i eksisterende brønner og overflatevann som beskrevet i Kap. 2 og vist i vedlegg 1. Utvidet kartlegging av biota i strandsonen bør vurderes.

For BØF 3 er mulighetene for supplerende undersøkelser i mettet og umettet sone begrenset da tilgang ikke er mulig uten å påvirke/stanse driften av brannøvingsfeltet. Tidligere undersøkelser indikerer liten spredning til jord utenfor BØF. Detaljtegninger for brannøvingsfeltet tilsier at spredning av PFAS hovedsakelig forventes til kommunalt renseanlegg via oljeutskiller (under øvelse) videre til sjø, og potensielt til sjø via overvann (ikke øvelse). Foreliggende opplysninger tilsier at alt vann per i dag går til oljeutskiller og kommunalt nett, uavhengig av øvelse eller ikke. Supplerende undersøkelser her vil være videreføring av overvåkning av overvann, sjø og oljeutskiller, samt biotaprøver i strandsonen nedstrøms BØF 3.



Figur 6-2: Skissert omfang av supplerende undersøkelser i mettet og umettet sone for detaljprosjektering av tiltaksløsning for BØF 1 og BØF 2. Lilla punkter er miljøbrønner for logging av grunnvannsnivå og uttak av grunnvannsprøver; lilla punkter på hvitt kvadrat indikerer at det i tillegg tas ut jordprøver for hver meter i umettet sone. Øvrige punkter er forklart i vedlegg 1.

6.3.2 **Overvåkning og kontroll etter etablering av tiltaket**

Foreliggende datagrunnlag viser store variasjoner og stor grad av kompleksitet. Det bør derfor utarbeides eget overvåkningsprogram for tiltaket hvor det settes opp entydig prøvetakingsstrategi for å fange variasjoner i tid og rom, mellom arter mm.

Vann/grunnvann

Inntil mer data er samlet fra feltet, kan forholdstallene for PFOS-konsentrasjon grunnvann/resipient benyttes med hensyn til rensegrad til tiltakene. Det vil være behov for ny vurdering av forholdstallene ved anskaffelse av mer felldata.

Basert på foreliggende kunnskap anbefales foreløpig følgende overvåkningsstrategi:

- Prøvetaking i resipient (Topdalselvas strandsone utenfor brannøvingsfeltene) i perioden før og etter etablering av tiltaket. Antall prøvetakingspunkter og plassering bør vurderes nærmere i eget overvåkningsprogram, men bør ta utgangspunkt i lokaliteter som i dag er prøvetatt i strandsonen for kontinuitet i datagrunnlaget.
- Overvåkning i grunnvannet bør skje med samme intervall som i resipient, og må utføres samtidig for etablering og sammenlikning av forholdstall. Prøvetakingslokaliteter bør ta utgangspunkt i dagens punkter for kontinuitet i grunnlaget, og suppleres iht. nye prøvetakingspunkter som gitt under Kap. 6.3.1. Omfang og hyppighet vurderes fortløpende.
- Det bør etableres overvåkningsbrønner like nedstrøms spuntveggbarrieren før etablering slik at ønsket effekt like nedstrøms barrierene kan dokumenteres etter at de er installert. Det samme bør gjøres nedstrøm tiltak for å stoppe videre transport fra umettet sone til grunnvannet. Det må forventes en lang periode før man vil merke en tydelig reduksjon av PFOS i grunnvannet nedstrøms tiltak på umettet sone. Migrasjonsprosesser av PFOS i umettet sone, og i overgangen til grunnvannet, er lite forstått, men barrierene som er anbefalt vil begrense/hindre videre spredning til resipienten Topdalselva.
- Det tas prøver ved utløpet av enveisventil for vannrensing på BØF 2. Dette brukes også for å avgjøre behov for utskifting av filtermedium.
- Overvann og prøver i strandsonen ved BØF 3 videreføres.
- Prøvetakingsintervallet kan justeres etter behov, avhengig av resultater eller drift av tiltaksanlegget.

Biota

Det skal tas prøver av skrubbe og sjørørret i Topdalselva, i strandsonen rett utenfor BØF 1 og 2, samt på referansestasjon oppstrøms. Prøvene analyseres på konsentrasjoner av PFAS i muskel og i hel fisk på små individer. Prøvene tas hvert tredje år fra og med første sesongen etter tiltak og det må fanges nok fisk til å danne et statistisk godt grunnlag fra hver lokalitet.

Prøvetakingspunktene bør fortrinnsvis følge stasjonsnettet som er brukt i risikovurderingen så langt de lar seg gjøre. Da det er påvist PFAS i biota fanget i Vesbekken bør det imidlertid etableres ny referansestasjon. Fangsten bør bestå av unge og eldre individer for å fange opp eventuelle variasjoner i ulike aldersgrupper. Tilsvarende tas det prøver av skrubbe og torsk i marin resipient

7 Referanser

Ahrens, L., et al. Stockholm Arlanda Airport as a source of per- and polyfluoroalkyl substances to water, sediment and fish. Chemosphere (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.03.136>

Mattilsynet (2013). Referat fra arbeidsgruppemøte blant annet PFAS basert EFSA (2008) Scientific report on the perfluoro-alkylated substances (PFAS) in food: occurrence and dietary exposure.

Norconsult, 2010. Strømningsberegninger for utfylling av utløpet av Topdalselva.

Norconsult AS og Sweco Norge AS (2015) Kristiansand lufthavn – Kjevik. Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering.

Sweco Norge AS og Cowi AS (2012). Miljøprosjektet DP 2. Miljøtekniske grunnundersøkelser. Kristiansand lufthavn Kjevik.

Miljødirektoratet (2014). Kristiansand lufthavn, Kjevik – Pålegg om utarbeidelse av en tiltaksplan.

8 Vedlegg

Fra Miljødirektoratets pålegg:

Nødvendig dokumentasjon skal vedlegges planen.

En liste over sakens parter (naboer) skal vedlegges

- Vedlegg 1 Oversiktskart med analyseresultater for jord og vann
- Vedlegg 2 Analysebevis for utførte undersøkelser utover det som fremgår av Sweco og Cowi (2012) og Norconsult & Sweco (2015)
- Vedlegg 3 Liste over berørte parter

Kristiansand lufthavn Kjevik (ENCN)

Oversiktskart

Vann

PFOS / Σ PFAS grunnvannsbrønn (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

— Avløp annet

— SpillVann

→ Pumpespillvannsledning

— Overvann

— Glykolholdig spillvann

— Glykolholdig overvann

— Drensvann

— Avløp felles

Avrenning

— Deponi glykolforurensset snø

→ Overvannsledning

→ Avrenningsveg glykol

— Bekkeresipient

— Overvannssystem

— Vannskille rullebane

→ Antatt avrenningsveg baneavising

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

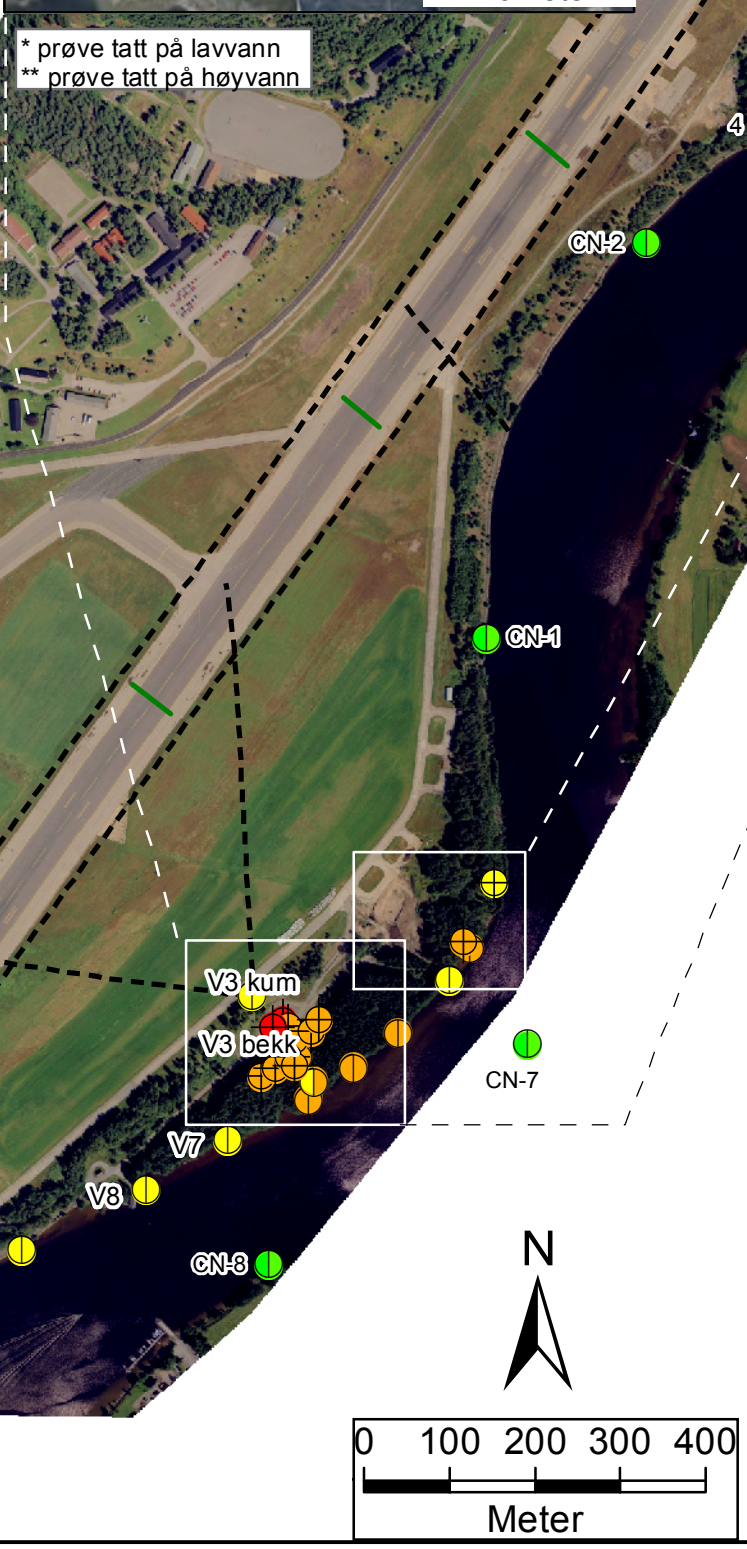
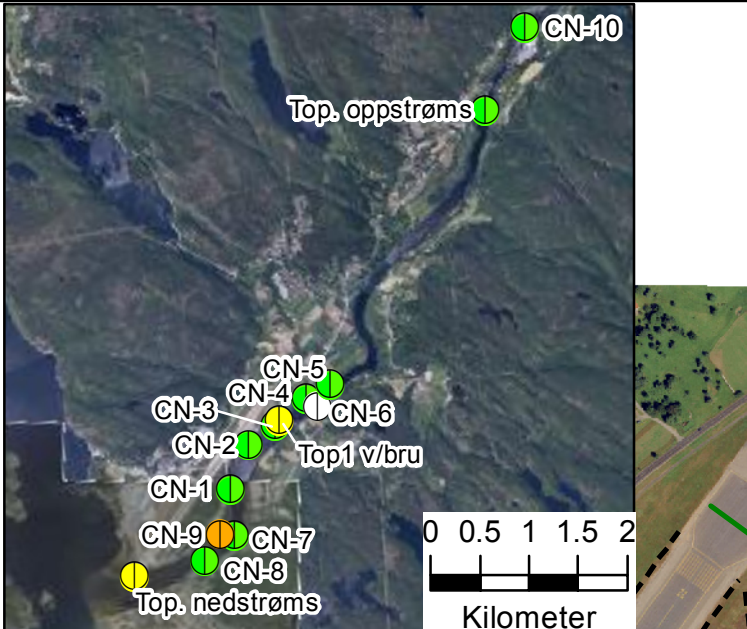
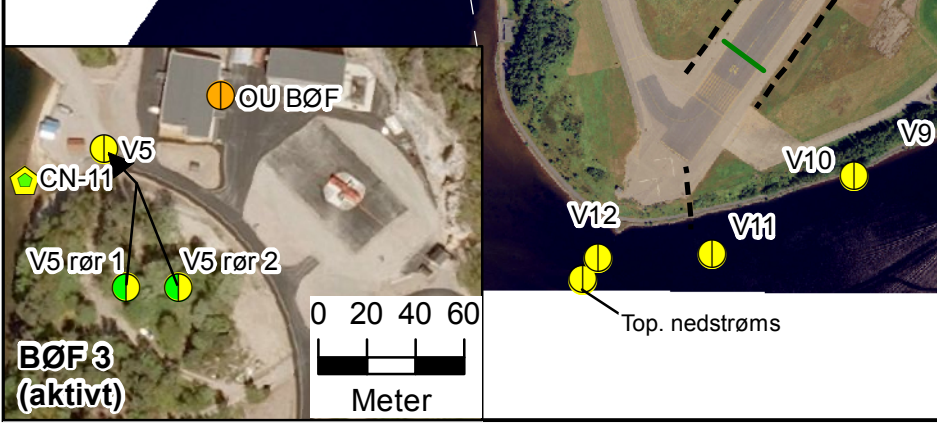
Ferskvann		2011-10-25	2012-04-17	2012-07-04	2013-07-03	2013-10-07	2013-11-08	2014-06-16	2014-07-21	2014-12-17	2014-12-18	2015-02-17	2015-03-20*	2015-03-20**
V1	PFOS	i.a.	8.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	26.5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
V2	PFOS	i.a.	31.9	i.a.	48.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	692	22.4	38.3
	ΣPFAS	i.a.	31.9	i.a.	48.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	879	32.1	47.4
V3, kum	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1.8	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	3.3	i.a.	i.a.
V3, rør	PFOS	i.a.	6.9	i.a.	10.2	<LOQ	i.a.	<LOQ	i.a.	5.4	i.a.	3.1	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	6.9	i.a.	10.2	<LOQ	i.a.	<LOQ	i.a.	5.4	i.a.	7.5	i.a.	i.a.
V3, bekk	PFOS	2800	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	744	i.a.	3.4	6	i.a.
	ΣPFAS	2852	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	864	i.a.	8.3	18.5	i.a.
3, bekk utløp	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	51.8	366	
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	70.4	460	
V4	PFOS	i.a.	93.5	14.1	445	345	i.a.	4130	i.a.	i.a.	i.a.	30	32.4	121
	ΣPFAS	i.a.	111.1	14.1	649	452	i.a.	6270	i.a.	i.a.	i.a.	30	52.9	151
V5	PFOS	i.a.	5.1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	231.4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	21.5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
2	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	137	166	7.2	<LOQ	i.a.	222	i.a.	551	365	1500
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	172	208	7.2	<LOQ	i.a.	277	i.a.	651	462	1760
4	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Ål1	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Top 1 v/bru	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	41	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	89	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Top. oppstrøms	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Top. nedstrøms	PFOS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	32.4	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	81.1	<LOQ	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

Ferskvann		2014-12-18	2015-02-17	2015-03-20*	2015-03-20**
V5, rør 1	PFOS	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	21.5	i.a.	i.a.	i.a.
V5, rør 2	PFOS	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	53.3	i.a.	i.a.	i.a.
V6	PFOS	i.a.	493	10	218
	ΣPFAS	i.a.	660	21.4	265
V7	PFOS	i.a.	18.7	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	33.4	i.a.	i.a.
V8	PFOS	i.a.	4.8	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	7.1	i.a.	i.a.
V9	PFOS	i.a.	11.9	30	4.4
	ΣPFAS	i.a.	19.6	69.2	5.6
V10	PFOS	i.a.	9.5	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	13.1	i.a.	i.a.
V11	PFOS	i.a.	4	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	5.2	i.a.	i.a.
V12	PFOS	i.a.	2.3	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	3.5	i.a.	i.a.



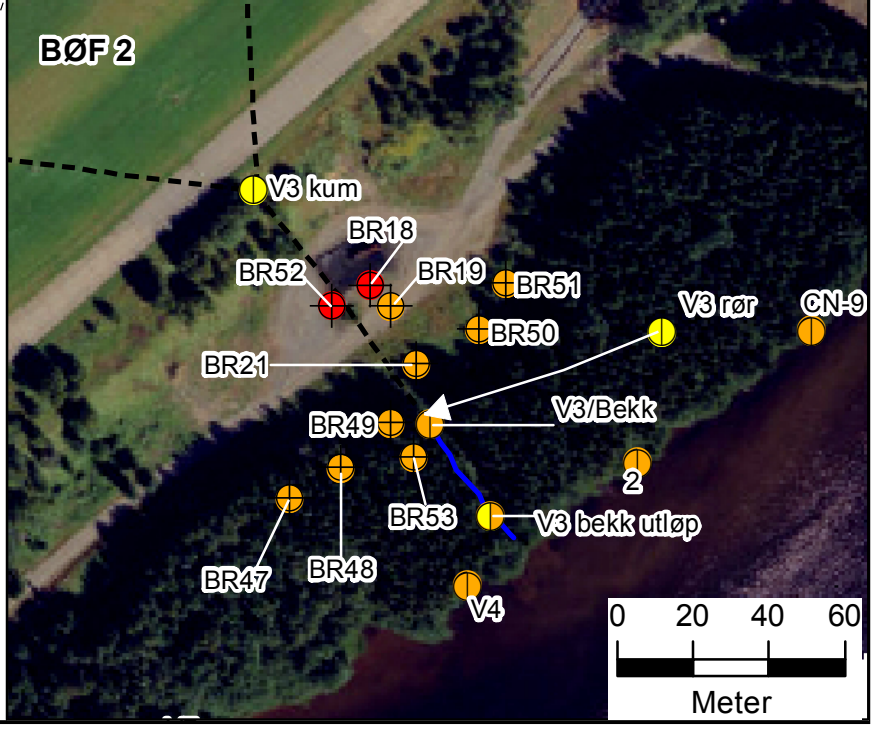
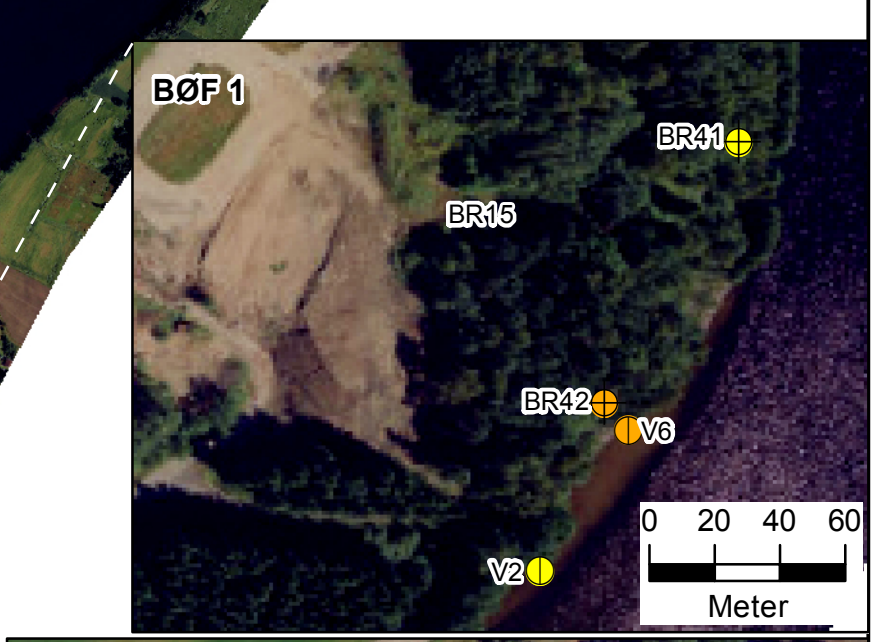
Ferskvann		2014-08-27
CN-1	PFOS	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ
CN-2	PFOS	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ
CN-3	PFOS	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ
CN-4	PFOS	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ
CN-5	PFOS	i.a.
	ΣPFAS	i.a.
CN-6	PFOS	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ
CN-7	PFOS	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ
CN-8	PFOS	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ
CN-10	PFOS	<LOQ
	ΣPFAS	<LOQ

Ferskvann		2014-08-27	2015-02-17	2015-03-20*	2015-03-20**
CN-9	PFOS	19.9	1330	183	102
	ΣPFAS	30	1610	261	135



Grunnvannsbrønner		2011-10-25	2012-04-17	2012-06-19	2012-07-04	2013-07-03	2013-10-07	2014-06-16	2014-12-17	2015-03-20
BR18	PFOS	128000	37400	i.a.	i.a.	24900	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	45574	i.a.	i.a.	29800	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
BR19	PFOS	i.a.	i.a.	12900	28500	i.a.	13600	i.a.	20200	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	14700	36400	i.a.	21300	i.a.	24500	i.a.
BR21	PFOS	18600	23900	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	30181.5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
BR41	PFOS	i.a.	7.9	i.a.	i.a.	6.3	<LOQ	25.4	52.8	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	243.7	i.a.	i.a.	118	37.8	291	250	i.a.
BR42	PFOS	2800	1040	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	579
	ΣPFAS	i.a.	2098.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	777
BR47	PFOS	i.a.	i.a.	1140	<LOQ	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	870
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	1430	734	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1070
BR48	PFOS	i.a.	i.a.	863	1700	990	803	6340	270	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	1080	2370	1520	1070	7350	416	i.a.
BR49	PFOS	i.a.	i.a.	5130	2790	965	5040	3170	2350	2910
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	6930	3590	1460	5910	3720	2960	3340
BR50	PFOS	i.a.	i.a.	13000	9510	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	28900
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	20600	26400	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	32400
BR51	PFOS	i.a.	i.a.	18900	14700	37400	35000	27100	13000	12200
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	22800	18200	38900	37400	27600	13700	13000
BR52	PFOS	i.a.	i.a.	75100	i.a.	30600	21700	215000	28200	i.a.
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	87200	i.a.	40100	59500	228000	58900	i.a.
BR53	PFOS	i.a.	i.a.	718	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	9780
	ΣPFAS	i.a.	i.a.	1500	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	14700

Oljeutskiller		2013-06-13	2014-05-07	2014-09-23
OU BØF	PFOS	4390	124	1700
	ΣPFAS	15000	4630	17500



Kristiansand lufthavn Kjevik (ENCN)

Oversiktskart

Jord og sediment



Kristiansand lufthavn Kjevik (ENCN)

Brannøvingsfelt 1

Jord og sediment

PFOS/PFOA jord (ug/kg)*

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

PFOS sediment ferskvann (ug/kg)

- +
- <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



Kristiansand lufthavn Kjevik (ENCN)

Brannøvingsfelt 2

Jord og sediment

PFOS/PFOA jord (ug/kg)*

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

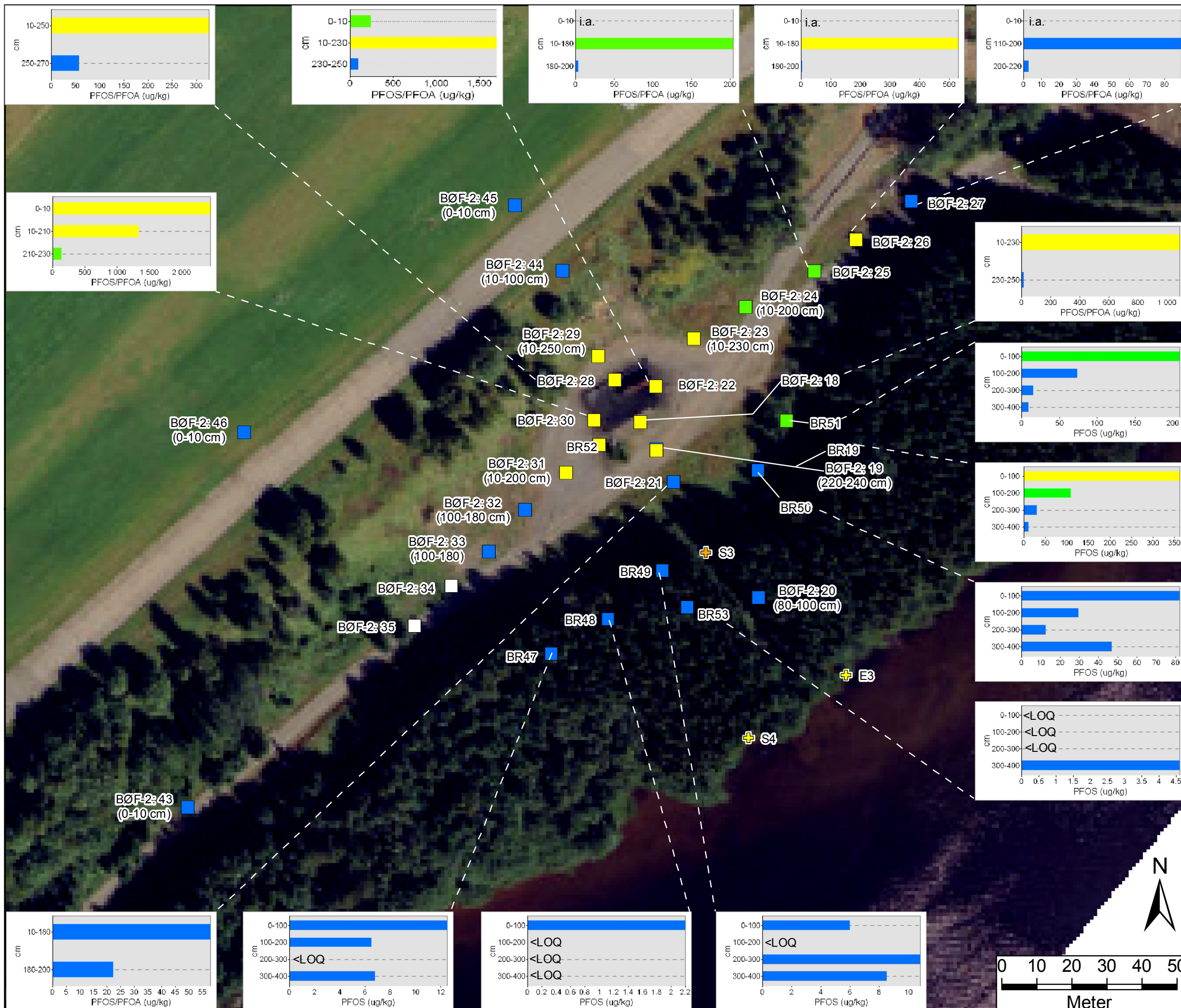
PFOS sediment ferskvann (ug/kg)

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

Mrk. varierende skala for
x-aksen i diagrammene

* PFOS er dominerende parameter

LOQ = rapporteringsgrense
i.a. = ikke analysert



Avinor AS
Postboks 150
Edvard Munchs vei
2061 GARDEMOEN
Attn: Ingvild Helland

AR-15-MM-002666-01

EUNOMO-00111386

Prøvemottak: 18.02.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 18.02.2015-26.02.2015

Referanse: Kristiansand lufthavn

Kjevik. Tiltaksplan

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: **439-2015-02180027**

Prøvetype: Ellevann

Prøvemerkning: CN_V3 kum

V3 kum

Prøvetakingsdato: 17.02.2015

Prøvetaker: Oppdragsgiver

Analysestartdato: 18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	242	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	33.3	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180028	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V3 rør V3 rør	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	242	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	33.3	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180029	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V3 bekk V3 bekk	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	242	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	33.3	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180030	Prøvetakingsdato:	17.02.2015	
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	CN_V4 V4	Analysestartdato:	18.02.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 25.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	28.3	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	28.3	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	253	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	28.3	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	45.0	ng/l		Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180031	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_2 2	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	48.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	408	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	456	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	656	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	408	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	425	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180032	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_9	Analysestartdato:	18.02.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS			
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l	Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l	Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l	Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l	Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l	Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	187	ng/l	Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	21.7	ng/l	Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l	Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	28.0	ng/l	Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	26.7	ng/l	Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1330	ng/l	Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	21.3	ng/l	Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	1610	ng/l	Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1750	ng/l	Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	1360	ng/l	Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	1360	ng/l	Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180033	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Ellevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V2 V2	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	92.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	26.3	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	523	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	641	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	825	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	523	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	539	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180034	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V6 V6	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	54.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	51.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	361	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	467	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	650	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	361	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	377	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180035	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V7 V7	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	242	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	33.3	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180036	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V8 V8	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	242	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	33.3	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180037	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V9 V9	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 25.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 16.7	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	242	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	nd				Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	33.3	ng/l			Internal method

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

**Kopi til:**

Bente Wejden (bente.wejden@avinor.no)

Kristiansand Lufthavn (Kjevik) (vidar.rosseland@avinor.no)

Lars Været (lars.vaeret@norconsult.com)

Moss 26.02.2015-----
Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Avinor AS
Postboks 150
Edvard Munchs vei
2061 GARDEMOEN
Attn: Ingvild Helland

AR-15-MM-004790-01



EUNOMO-00113166

Prøvemottak: 23.03.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 23.03.2015-01.04.2015

Referanse: Kristiansand lufthavn

Kjevik - Tiltaksplan

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2015-03230032	Prøvetakingsdato: 17.02.2015				
Prøvetype: Ellevann	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: V10	Analysestartdato: 23.03.2015				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	2.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.4	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	9.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	13.1	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	24.6	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	9.5	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	10.5	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03230033	Prøvetakingsdato:	17.02.2015		
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	V11	Analysestartdato:	23.03.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	4.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	5.2	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	18.2	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	4.0	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	5.0	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03230034	Prøvetakingsdato:	17.02.2015		
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	V12	Analysestartdato:	23.03.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	2.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	3.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	16.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	2.3	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	3.3	ng/l			Internal method

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

**Kopi til:**

Bente Wejden (bente.wejden@avinor.no)

Kristiansand Lufthavn (Kjevik) (vidar.rosseland@avinor.no)

Moss 01.04.2015-----
Hanne-Monica Reinback

ASM/Bachelor i Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Avinor AS
Postboks 150
Edvard Munchs vei
2061 GARDEMOEN
Attn: Ingvild Helland

AR-15-MM-002666-02



EUNOMO-00111386

Prøvemottak: 18.02.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 18.02.2015-09.03.2015

Referanse: Kristiansand lufthavn

Kjevik. Tiltaksplan

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).

Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

AR-15-MM-002666XX

Merknader prøveserie:

Ny versjon med lavere LOQ.

Prøvenr.: 439-2015-02180027

Prøvetype: Ellevann

Prøvemerkning: CN_V3 kum
V3 kum

Prøvetakingsdato: 17.02.2015

Prøvetaker: Oppdragsgiver

Analysestartdato: 18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorononansyre (PFNA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1.8	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	3.3	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	15.8	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	1.8	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	2.8	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180028	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V3 rør V3 rør	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	1.8	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	1.1	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	3.1	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	7.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	17.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	3.1	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	4.1	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180029	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V3 bekk V3 bekk	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.9	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	1.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	1.2	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	3.4	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	8.3	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	18.3	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	3.4	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	4.4	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180030	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V4 V4	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	13.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	2.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	1.8	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	1.3	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	32.4	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	52.9	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	60.9	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	33.7	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	33.7	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180031	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_2 2	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	5.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	2.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	2.9	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	57.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	7.1	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	2.5	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	8.9	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	7.6	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	551	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	6.0	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	651	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	654	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	559	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	559	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180032	Prøvetakingsdato:	17.02.2015	
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	CN_9	Analysestartdato:	18.02.2015	
	9			
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 25.0	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 33.3	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 25.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	187	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	21.7	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 16.7	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	28.0	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	26.7	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1330	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	21.3	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	1610	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1750	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	1360	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	1360	ng/l		Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180033	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V2 V2	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	4.3	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	3.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	3.7	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	105	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	11.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	3.6	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	32.9	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	13.4	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	692	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	8.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	879	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	882	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	706	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	706	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180034	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Ellevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V6 V6	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	2.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.6	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	1.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	66.6	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	7.8	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	1.9	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	74.9	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	5.8	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	493	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	4.1	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	660	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	663	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	499	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	499	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180035	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Ellevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V7 V7	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	10.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.6	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	1.6	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	18.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.2	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	33.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	42.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	18.7	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	19.7	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02180036	Prøvetakingsdato:	17.02.2015	
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	CN_V8 V8	Analysestartdato:	18.02.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 1.5	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.2	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	4.8	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.2	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	7.1	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	18.6	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	4.8	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	5.8	ng/l		Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02180037	Prøvetakingsdato:	17.02.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	CN_V9 V9	Analysestartdato:	18.02.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	4.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	11.9	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	19.6	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	29.6	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	11.9	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	12.9	ng/l			Internal method

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

**Kopi til:**

Bente Wejden (bente.wejden@avinor.no)

Kristiansand Lufthavn (Kjevik) (vidar.rosseland@avinor.no)

Lars Været (lars.vaeret@norconsult.com)

Moss 09.03.2015-----
Hanne-Monica Reinback

ASM/Bachelor i Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Avinor AS
Postboks 150
Edvard Munchs vei
2061 GARDEMOEN
Attn: Ingvild Helland

AR-15-MM-005262-01

EUNOMO-00113232

Prøvemottak: 24.03.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 24.03.2015-15.04.2015

Referanse: Kristiansand lufthavn

Kjevik. Tiltaksplan

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: **439-2015-03240091**

Prøvetype: Elvevann

Prøvemerkning: CN_V3 bekk <Lav>

CN_V3 bekk <Lav>

Prøvetakingsdato: 20.03.2015

Prøvetaker: Eli Sjulstad

Analysestartdato: 24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.2	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	5.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.1	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	2.4	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	1.1	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	6.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.1	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	18.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	25.5	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	7.2	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	7.2	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03240092	Prøvetakingsdato:	20.03.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad
Prøvemerkning:	CN_V3 bekk utløp <Lav> CN_V3 bekk utløp <Lav>	Analysestartdato:	24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.3	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	9.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.4	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	3.2	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	51.8	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	70.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	77.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	53.8	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	53.8	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03240093	Prøvetakingsdato:	20.03.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad
Prøvemerkning:	CN_V4 <Lav> CN_V4 <Lav>	Analysestartdato:	24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	18.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	2.6	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	4.4	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	2.4	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	121	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	2.2	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	151	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	159	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	124	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	124	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03240094	Prøvetakingsdato:	20.03.2015	
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad	
Prøvemerkning:	CN_2 <Lav> CN_2 <Lav>	Analysestartdato:	24.03.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	7.7	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	2.3	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.4	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	53.4	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	7.5	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	2.4	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	8.6	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	7.8	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	365	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	5.5	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	462	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	465	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	373	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	373	ng/l		Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03240095	Prøvetakingsdato:	20.03.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad
Prøvemerkning:	CN_9 <Lav> CN_9 <Lav>	Analysestartdato:	24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	41.8	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	4.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	1.1	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	24.6	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	3.3	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	183	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	2.6	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	261	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	268	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	186	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	186	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03240096	Prøvetakingsdato:	20.03.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad
Prøvemerkning:	CN_V2 <Lav> CN_V2 <Lav>	Analysestartdato:	24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	4.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	3.8	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	22.4	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	32.1	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	42.1	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	22.4	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	23.4	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03240097	Prøvetakingsdato:	20.03.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad
Prøvemerkning:	CN_V6 <Lav> CN_V6 <Lav>	Analysestartdato:	24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	5.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.4	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	4.2	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	10.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	21.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	31.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	10.0	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	11.0	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03240098	Prøvetakingsdato:	20.03.2015	
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad	
Prøvemerkning:	CN_V9 <Lav> CN_V9 <Lav>	Analysestartdato:	24.03.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	2.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.2	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	25.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	3.7	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	1.2	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	2.4	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	30.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	3.6	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	69.2	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	74.7	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	32.4	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	32.4	ng/l		Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03240099	Prøvetakingsdato:	20.03.2015	
Prøvetype:	Grunnvann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad	
Prøvemerkning:	CN_BR42	Analysedato:	24.03.2015	
	CN_BR42			
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	4.2	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	2.7	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	88.6	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	3.6	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	1.2	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	93.9	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	3.8	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	579	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.0	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	777	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	782	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	582	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	582	ng/l		Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03240100	Prøvetakingsdato:	20.03.2015	
Prøvetype:	Grunnvann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad	
Prøvemerkning:	CN_BR47	Analysestartdato:	24.03.2015	
	CN_BR47			
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	8.8	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	4.4	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.5	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	1.6	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	154	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	4.6	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	3.9	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	7.0	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	9.4	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	870	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	4.1	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	1070	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1070	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	879	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	879	ng/l		Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03240101	Prøvetakingsdato:	20.03.2015	
Prøvetype:	Grunnvann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad	
Prøvemerkning:	CN_BR49	Analysestartdato:	24.03.2015	
	CN_BR49			
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	17.7	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	9.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	12.2	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	1.6	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	240	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	40.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	18.4	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	9.3	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	43.5	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	2910	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	35.3	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	3340	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	3340	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	2960	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	2960	ng/l		Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03240102	Prøvetakingsdato:	20.03.2015	
Prøvetype:	Grunnvann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad	
Prøvemerkning:	CN_BR50	Analysestartdato:	24.03.2015	
	CN_BR50			
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	151	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	10.3	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	122	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	52.5	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	94.2	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	2060	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	278	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	56.3	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	320	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	247	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	28900	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	184	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	32400	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	32400	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	29100	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	29100	ng/l		Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03240103	Prøvetakingsdato:	20.03.2015	
Prøvetype:	Grunnvann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad	
Prøvemerkning:	CN_BR51	Analysestartdato:	24.03.2015	
CN_BR51				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS				
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	105	ng/l		Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	9.7	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	14.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	21.5	ng/l		Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	3.0	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	297	ng/l		Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	107	ng/l		Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	34.7	ng/l		Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	21.0	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	61.2	ng/l		Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	12200	ng/l		Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	119	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	13000	ng/l		Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	13000	ng/l		Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	12300	ng/l		Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	12300	ng/l		Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.: **439-2015-03240104**
 Prøvetype: Grunnvann
 Prøvemerkning: CN_BR53
 CN_BR53

Prøvetakingsdato: 20.03.2015
 Prøvetaker: Eli Sjulstad
 Analysestartdato: 24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	113	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	41.1	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	235	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	33.4	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	4.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	3040	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	255	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	78.5	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	533	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	427	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	9780	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	127	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	14700	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	14700	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	10200	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	10200	ng/l			Internal method

Prøvenr.: **439-2015-03240105**
 Prøvetype: Elvevann
 Prøvemerkning: CN_V3 bekk utløp <Høy>
 CN_V3 bekk utløp <Høy>

Prøvetakingsdato: 20.03.2015
 Prøvetaker: Eli Sjulstad
 Analysestartdato: 24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	5.3	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	8.6	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	40.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	4.7	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	1.9	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	14.1	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	9.5	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	366	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	9.3	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	460	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	465	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	376	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	376	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03240106	Prøvetakingsdato:	20.03.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad
Prøvemerkning:	CN_V4 <Høy> CN_V4 <Høy>	Analysestartdato:	24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	8.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.9	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	1.7	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	1.2	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	43.8	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.6	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	58.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	66.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	45.0	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	45.0	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03240107	Prøvetakingsdato:	20.03.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad
Prøvemerkning:	CN_2 <Høy> CN_2 <Høy>	Analysestartdato:	24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	24.9	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	6.1	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	8.3	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	144	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	20.8	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	6.9	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	15.2	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	24.6	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1500	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	17.2	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	1760	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1770	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	1520	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	1520	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.: **439-2015-03240108**
 Prøvetype: Elvevann
 Prøvemerkning: CN_9 <Høy>
 CN_9 <Høy>

Prøvetakingsdato: 20.03.2015
 Prøvetaker: Eli Sjulstad
 Analysestartdato: 24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	1.1	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	17.4	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	2.9	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	6.5	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	1.8	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	102	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	2.3	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	135	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	142	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	104	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	104	ng/l			Internal method

Prøvenr.: **439-2015-03240109**
 Prøvetype: Elvevann
 Prøvemerkning: CN_V2 <Høy>
 CN_V2 <Høy>

Prøvetakingsdato: 20.03.2015
 Prøvetaker: Eli Sjulstad
 Analysestartdato: 24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	3.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	3.5	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	38.3	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.1	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	47.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	56.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	38.3	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	39.3	ng/l			Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-03240110	Prøvetakingsdato:	20.03.2015
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad
Prøvemerkning:	CN_V6 <Høy> CN_V6 <Høy>	Analysestartdato:	24.03.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	16.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	2.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	25.4	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	1.4	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	218	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	1.4	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	265	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	273	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	220	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	220	ng/l			Internal method

Prøvenr.:	439-2015-03240111	Prøvetakingsdato:	20.03.2015		
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Eli Sjulstad		
Prøvemerkning:	CN_V9 <Høy> CN_V9 <Høy>	Analysestartdato:	24.03.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS					
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 2.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 1.5	ng/l			Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	1.2	ng/l			Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	4.4	ng/l			Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 1.0	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	5.6	ng/l			Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	18.1	ng/l			Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	4.4	ng/l			Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	5.4	ng/l			Internal method

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

**Kopi til:**

Bente Wejden (bente.wejden@avinor.no)

Kristiansand Lufthavn (Kjevik) (vidar.rosseland@avinor.no)

Lars Været (lars.vaeret@norconsult.com)

Moss 15.04.2015-----
Hanne-Monica Reinback

ASM/Bachelor i Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Avinor AS
Postboks 150
Edvard Munchs vei
2061 GARDEMOEN
Attn: Ingvild Helland

AR-15-MM-002849-01

EUNOMO-00111232

Prøvemottak: 13.02.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 13.02.2015-02.03.2015

Referanse: 5150684 Avinor

Kr.Sand, jordprøver

tiltaksplan

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2015-02130232	Prøvetakingsdato:	
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	BØF 2: 25-2 (10-180cm)	Analysestartdato:	13.02.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a)* Tørrstoff	91.1	%	EC 152/2009
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS			
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.3	µg/kg tv	Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 4.4	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.3	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3.3	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	204	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	204	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	234	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	204	µg/kg tv	Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	206	µg/kg tv	Internal method

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02130233	Prøvetakingsdato:	
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	BØF 2: 25-3 (180-200cm)	Analysestartdato:	13.02.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a)* Tørrstoff	83.2	%	EC 152/2009
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS			
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.3	µg/kg tv	Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 4.5	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.3	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3.3	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	4.0	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	4.0	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	34.1	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	4.0	µg/kg tv	Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	6.3	µg/kg tv	Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02130234	Prøvetakingsdato:	
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	BØF 2: 26-2 (10-180cm)	Analysestartdato:	13.02.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a)* Tørrstoff	93.0	%	EC 152/2009
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS			
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.4	µg/kg tv	Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 4.5	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.4	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	3.8	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	16.9	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	530	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.2	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	550	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	575	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	530	µg/kg tv	Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	532	µg/kg tv	Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02130235	Prøvetakingsdato:	
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	BØF 2: 26-3 (180-200cm)	Analysestartdato:	13.02.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a)* Tørrstoff	84.6	%	EC 152/2009
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS			
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.2	µg/kg tv	Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 4.3	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.1	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 2.1	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3.2	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.1	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.1	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 2.1	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.1	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	4.0	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.1	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	4.0	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	32.9	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	4.0	µg/kg tv	Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	6.1	µg/kg tv	Internal method

Prøvenr.:	439-2015-02130236	Prøvetakingsdato:	
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	BØF 2: 27-2 (110-200cm)	Analysestartdato:	13.02.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a)* Tørrstoff	91.6	%	EC 152/2009
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS			
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.7	µg/kg tv	Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 5.0	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.7	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.5	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 2.5	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3.7	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.5	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.5	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 2.5	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.5	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	89.3	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.5	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	89.3	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	123	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	89.3	µg/kg tv	Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	91.8	µg/kg tv	Internal method

Tegnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2015-02130237	Prøvetakingsdato:	
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	BØF 2: 27-3 (200-220cm)	Analysestartdato:	13.02.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a)* Tørrstoff	84.6	%	EC 152/2009
a) PFC (10 + H4PFOS) - inkl. 6:2 FTS og 8:2 FTS			
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.6	µg/kg tv	Internal method
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 4.8	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.6	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.4	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 2.4	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3.6	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.4	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.4	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 2.4	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.4	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	2.8	µg/kg tv	Internal method
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.4	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	2.8	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	35.5	µg/kg tv	Internal method
a) Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	2.8	µg/kg tv	Internal method
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	5.2	µg/kg tv	Internal method

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg

Kopi til:

Bente Wejden (bente.wejden@avinor.no)

Kristiansand Lufthavn (Kjevik) (vidar.rosseland@avinor.no)

Lars Været (lars.vaeret@norconsult.com)

Moss 02.03.2015



Inger Marie Johansen

ASM, Kjemi ingeniør

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

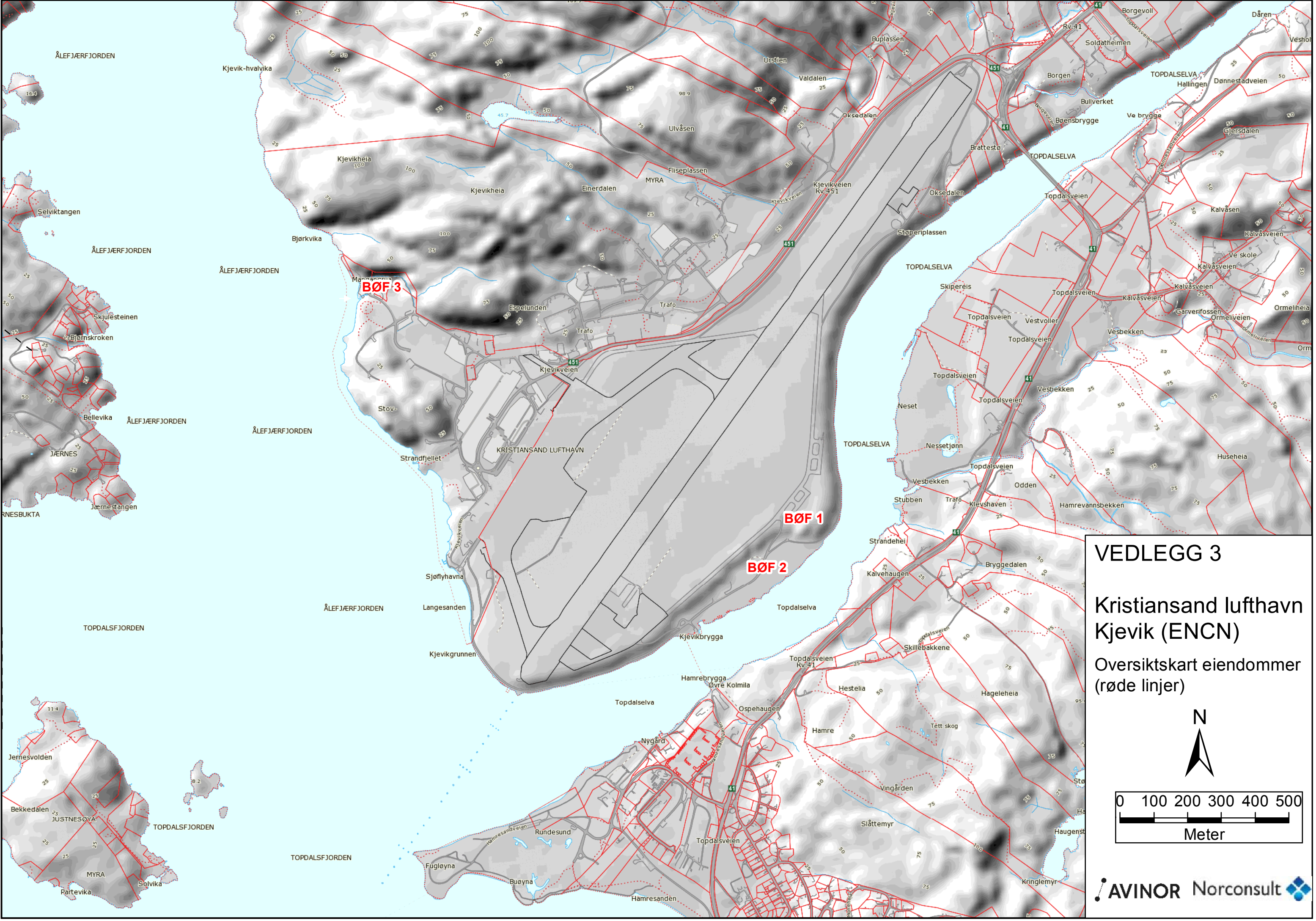
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Vedlegg 3 Berørte parter

Naboeiendommer						Øvrige berørte parter
BØF 1 og BØF 1 - ligger på Gnr/Bnr 115/2						Kristiansand kommune Fylkesmannen i Vest-Agder Statens vegvesen, region sør Forsvaret Nedre Tovdal Fiskelag
Vestbredden av Topdalsleva, angitt fra Bøen bro og sørover						
Gnr	Bnr					
114	4					
114	46					
114	17					
114	18					
114	10					
114	33					
Østbredden av Topdalselva, angitt fra Bøen bro og sørover						
Gnr	Bnr					
99	102					
99	70					
99	83					
99	27					
99	4					
99	6					
99	17					
98	11					
98	4					
98	7					
98	15					
98	1					
98	28					
98	32					
98	20					
98	296					
98	279					
98	42					
BØF 3 - ligger på Gnr/Bnr 115/6 og 115/46						
Gnr	Bnr					
115	34					
115	46					
115	1					



VEDLEGG 3

Kristiansand lufthavn
Kjevik (ENCN)

Oversiktskart eiendommer
(røde linjer)

