

Avinor

# Tiltaksplan Harstad/Narvik lufthavn, Evenes

## Skisseprosjekt

2015-12-18 Oppdragsnr.: 5154270



J02	2015-12-18	For bruk	LaVae/EiHal /AnFev	VK	LaVae
C01	2015-12-04	Kommentarversjon	LaVae/EiHal /AnFev	VK	LaVae
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 A	10
1.3.2	BØF B	10
1.3.3	Andre PFAS-lokaliteter	11
1.4	Andre, planlagte inngrep som påvirker tiltaksområdet	11
1.5	Målsetning	12
2	Redegjørelse for undersøkelser	14
2.1	Undersøkelsesomfang	14
2.1.1	Jord	14
2.1.2	Vann	15
2.1.3	Biota	15
2.2	Oppsummering av resultater	16
2.2.1	BØF A	16
2.2.1.1	Jord	16
2.2.1.2	Grunnvann	18
2.2.1.3	Overflatevann	18
2.2.2	BØF B	19
2.2.2.1	Jord	19
2.2.2.2	Grunnvann	20
2.2.2.3	Overflatevann	20
2.2.3	Overflatevann og grunnvann utenom brannøvingsfeltene	21
2.2.3.1	Avrenning til Langvatn	21
2.2.3.2	Avrenning fra Langvatnet til Lavangsvatnet, videre til Ofotfjorden via Tårstadelva	23
2.2.3.3	Kjerkvatnet – Stunesoset	24
2.2.3.4	Private grunnvannsbrønner sørvest for lufthavnen	24
2.2.4	Biota – ferskvannsarter	25
2.2.4.1	Kjerkvatnet	25
2.2.4.2	Langvatnet	25
2.2.4.3	Lavangsvatnet	25
2.2.4.4	Tårstadelva	26
2.2.4.5	Skoddebergvatnet (ref. stasjon for røye)	26
2.2.4.6	Strandvatnet (ref. stasjon for sjørørret)	26
2.2.5	Biota – marine arter	26
2.2.5.1	Fisk	26
2.2.5.2	Annen strandbiota	27
2.2.6	Øvrig biota	27
3	Spredning og risikovurdering – dagens situasjon	28

3.1	Spredning brannøvingsfeltene	28
3.1.1	BØF-A	28
3.1.2	BØF-B	30
3.2	Økosystem og risiko	32
3.2.1	Mattrygghet	34
4	Vurdering av alternative oppryddingstiltak	35
4.1	Aktuelle tiltaksløsninger	35
4.1.1	Faktorer som legger føringer for valg av tiltak	35
4.1.2	Mulige tiltak	36
4.1.3	Vurderte tiltaksløsninger	38
4.1.3.1	Tiltaksløsninger BØF A	38
4.1.4	Kostnadsestimater for ulike tiltakskombinasjoner, BØF A	44
4.1.5	Kostnads- og nyttevurdering	45
4.1.5.1	Forutsetninger	46
4.1.5.2	Investeringer og årlige driftskostnader	47
4.1.5.3	Resultater og sensitivitet	48
4.1.6	Anbefalt tiltaksløsning	50
5	Akseptkriterier	51
5.1	Bakgrunn	51
5.2	Utarbeidelse av akseptgrenser basert på spredningsvurdering	51
5.3	Usikkerheter	53
6	Anbefalte tiltaksløsning	54
6.1	Beskrivelse av anbefalt tiltaksløsning, BØF A	54
6.2	Vurdering av måloppnåelse for tiltaket	55
6.2.1.1	Spredning fra brannøvingsfeltene etter tiltak	55
6.3	Kontroll, overvåkning og beredskap	56
6.3.1	Supplerende undersøkelser før detaljprosjektering av tiltak	56
6.3.2	Overvåkning og kontroll etter etablering av tiltaket	58
6.4	Fremdriftsplan for gjennomføring av tiltak	59
7	Referanser	60
8	Vedlegg	62

## Sammendrag

Det er utarbeidet tiltaksplan på skissenivå for PFAS-forurenset grunn ved brannøvingsfeltene på Harstad/Narviklufthavn, Evenes, etter pålegg fra Miljødirektoratet (2015-03-02). Pålegget er gitt med bakgrunn i rapport fra miljøtekniske grunnundersøkelse (Sweco og Cowi, 2013-01-14), samt resultater fra supplerende undersøkelser. Miljødirektoratet har i etterkant av sitt pålegg mottatt risikovurdering basert på undersøkelser i jord, vann og biota (Norconsult og Sweco, 2015-04-20).

Risikovurderingen (Norconsult & Sweco, 2015) konkluderer følgende:

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

Foreliggende grunnlagsmateriale tilsier at hovedandelen (ca. 70 %) PFOS som forlater brannøvingsfeltene i dag, med avrenning til Langvatnet og Lavangsvatnet, kommer fra brannøvingsfeltet vest for rullebanen (BØF A). I tiltaksplanen er det derfor lagt vekt på å vurdere egnede tiltak for å stanse eller redusere utlekking av PFOS fra forurenset grunn på BØF A, samt utarbeidet et kostnadsoverslag for disse tiltakene.

Øvrige kildeområder med utlekking til Langvatn, videre til Lavangsvatn og Tårstadelva, antas å utgjøre ca. 30 % av total årlig utlekking. Lokalisering av det eldste brannøvingsfeltet øst for rullebanen (BØF B) har ingen sikker påvisning, og det mangler derfor avgrensning av antatt kildeområde. Det er også avdekket andre mulige kildeområder med avrenning til samme resipient, Langvatnet. Det er således vanskelig å skissere tiltak for å effektivt redusere utlekking til Langvatnet inntil en sikrere avgrensning av kildeområder til denne resipienten er på plass. Det er av den grunn lagt vekt på beskrivelse av dagens situasjon og kunnskapsnivå, samt igangsatt ytterligere undersøkelser (sept.-nov. 2015), fremfor å foreslå og kostnadsberegne konkrete tiltak man ikke kan forutsi effekten av.

Det er utført en kost-/nytte vurdering av til sammen 19 tiltak/tiltakskombinasjoner for BØF A. Basert på denne analysen fremstår alternativ med rensing av bekkevann fra nedstrøms myrområde, som det mest attraktive alternativet ut fra en kostands-/nyttevurdering, fordi det har lavest forventet kostnad per kilo utslippsreduksjon av PFOS i løpet av tiltakets levetid, av de tiltakene som har en betydelig effekt.

Akseptkriterier er foreslått for vannkvalitet (PFOS-konsentrasjon) i Lavangsvatnet, ved utløpspunktet til Tårstadelva, da dette representerer samlet utslipp fra lufthavnen til Langvatn og Lavangsvatn. Det foreslås et akseptkriterie tilsvarende 7 ng PFOS/l målt ved utløpet av Lavangsvatnet til Tårstadelva. For å oppnå dette er det estimert at maksimal akseptabel utslippsmengde fra BØF A, via bekk til Lavangsvatnet, er 0,085 kg/år. Dette innebærer nær 90 % redusert årlig utslipp fra BØF A, som vil bidra til ca. 60 % redusert utslipp fra Lavangsvatnet til Tårstadelva. I tiltaksperioden vil det være nær 100 % reduksjon i årlig utslipp fra BØF A, noe som innebærer nær 70 % reduksjon i samlet utslipp til Tårstadelva. Tiltaket må stå til akseptabel vannkvalitet oppnås uten rensing av bekkevann.

Datagrunnlaget inneholder betydelig usikkerhet. Tiltaksplanen er utarbeidet på skissenivå. Den viser et utvalg av relevante tiltak med forventede effekter og kostnader. Pålegget fra Miljødirektoratet omhandlet utarbeidelse av tiltaksplan. Det ligger ikke automatisk i dette at rensiltak skal gjennomføres. Denne planen gir myndighetene bedre beslutningsgrunnlag for vurdering av omfang av

eventuelle pålegg om tiltak. Det er fortsatt betydelig usikkerhet om og når omfattende rensetiltak vil gi målbare effekter i resipienter som Lavangsvatnet ved Evenes.

En eventuell beslutning om igangsetting av fysiske tiltak 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.

Ressurser brukt på tiltaksløsninger på Evenes bør 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

Det er utarbeidet tiltaksplan på skissenivå for PFAS-forurenset grunn ved brannøvingsfeltene på Harstad/Narviklufthavn, Evenes, etter pålegg fra Miljødirektoratet (2015-03-02). Pålegget er gitt med bakgrunn i rapport fra miljøtekniske grunnundersøkelse (Sweco og Cowi, 2013-01-14), samt resultater fra supplerende undersøkelser. Miljødirektoratet har i etterkant av sitt pålegg mottatt risikovurdering basert på undersøkelser i jord, vann og biota (Norconsult og Sweco, 2015-04-20). Det er siden den gang utført supplerende undersøkelser og analyser som er tatt inn som del av vurderingsgrunnlaget for tiltaksløsning.

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.

Det bemerkes at datagrunnlaget er ulikt for de to 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.

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

## 1.2 MYNDIGHET

Det er Miljødirektoratet som er forurensningsmyndighet for Harstad/Narvik lufthavn Evenes når det gjelder PFOS-forurensete områder. Direktoratet har i pålegg datert 2015-03-02 pålagt grunneier Avinor AS å utarbeide tiltaksplan der tiltak vurderes for å stanse eller redusere utlekking av PFOS fra forurenset grunn ved brannøvingsfeltene BØF A og BØF B (ref. vedtak s. 10 i pålegget). 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

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

Det er forholdsvis grunt til fjell i det meste av området. I området mellom antatt lokalisering av BØF B og Langvatn varierer dyp til fjell fra ca. 3-5 m. Under utfyllt område på BØF A er berg påtruffet ca. 3 m under utfyllt overflate. Et typisk løsmasseprofil i uberørt terreng vil være torv over sand/silt/leire

på berg. Under utfylte områder er det varierende mektighet med fyllmasser over torv, med underliggende sand/silt/leire på berg. Det nederste laget sand/silt/leire har ifølge tidligere undersøkelser (DP2) så liten permeabilitet at det for praktiske formål kan regnes som tett. Det er lite grunnvann under torvlagene, og det antas å renne av på leir-/siltlag eller fjelloverflaten mot vannene i øst og vest i den grad det ikke samles i dreneringssystemer.

Lufthavnens østlige områder drenerer mot Langvatnet, mens de vestlige arealene har drenering mot Lavangsvatnet. Langvatnet har utløp til Lavangsvatnet gjennom Røstelva nord for lufthavnen. Lavangsvatnet har videre forbindelse til sjøen via den ca. 3,5 km lange Tårstadelva, ned til Tårstadosen.

Kjerkvatnet ligger litt sør for rullebanen, og drenerer ut til sjøen via Stunesosen, som ligger adskilt fra Tårstadelvas nedbørsfelt. Kjerkvatnet mottar avrenning fra lufthavnens sydlige areal, samt fra arealer som benyttes av Forsvarsbygg. Tiltak for å redusere utlekking til Kjerkvatnet er ikke vurdert i denne tiltaksplanen, da brannøvingsfeltene ikke har avrenning til dette området. Det er imidlertid igangsatt prøvetaking av jord og vann i områder med avrenning til Kjerkvatnet. Arbeidet utføres i samarbeid med Forsvarsbygg.

Avinor brukte PFOS-holdig brannskum ved sine lufthavner da dette var lovlig, og før de negative miljøkonsekvensene av PFOS var kjent. Avinor byttet til PFOS-fritt skum i 2001. Mellom 2001 og 2012 ble det benyttet brannskum med andre PFAS enn PFOS, mens det i dag brukes et fluorfritt brannslukkingsskum. Estimert forbruk fra perioden før 2002 er basert på årlig gjennomsnittsforbruk for perioden 2002-2011, multiplisert med antall år det enkelte brannøvingsfelt har vært i drift. Estimert forbruk på brannøvingsfeltene på Evenes er gitt i kap. 1.3.1 og kap. 1.3.2.





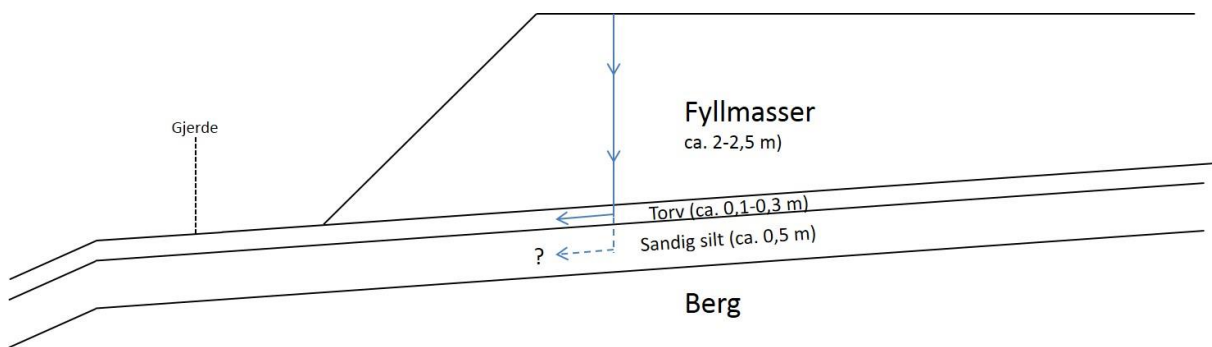
Figur 1-1: Oversiktskart for Harstad/Narvik lufthavn, Evenes, og omkringliggende resipienter, med angitt plassering av brannøvningsfeltene (BØF) A og B. Ingen av brannøvningsfeltene er aktive i dag. Nærliggende naturreservater/verneområder er vist med grønne polygoner.

### 1.3.1 BØFA

Det yngste brannøvingsfeltet ble ifølge lufthavnens personelltatt i bruk tidlig på 1980-tallet, sannsynligvis 1980/81, da bruk av det eldste brannøvingsfeltet (BØF B) opphørte. Planering og tilkjøring av masser ble utført av Avinor selv. Videre ble det etablert et asfaltert øvelsesområde med et støpt kar til å ha brennbar veske i. Oppsamlingssystem fra betongkaret til oljeutskiller og tett tank ble etablert rundt 1990. Brannøvingsfeltet ble benyttet frem til 2005. Oljeutskilleranlegget ble tømt i september 2015. Området ligger vest for rullebanen, rett overfor driftsområdet, og brukes nå kun til lagringsplass.

Grunnen sentralt i feltet består av mye tilkjørt steinholdig masse som er fylt over torv og finsand/silt. Dette underste laget er i DP2 beskrevet som meget lite permeabelt. En prinsippskisse av feltets oppbygning er vist i Figur 1-2.

Fra 1980 til 2001 ble det ved brannøvelser brukt PFOS-holdig brannskum. I løpet av dette tidsrommet er det estimert at det ble brukt ca. 2340 kg ren PFOS på BØF A. Fra 2001 til 2005 ble det brukt brannskum med andre PFAS. I dette tidsrommet er det estimert at det ble brukt ca. 180 kg PFAS på BØF A.



Figur 1-2: Skjematisk snitt V-Ø gjennom BØF A (ikke i målestokk). Blå piler skisserer antatt strømningsveg for vann som infiltrerer på overflaten. Figuren er ikke i målestokk.

### 1.3.2 BØFB

Lokalisering av det eldste brannøvingsfeltet er usikker, men deler eller hele brannøvingsfeltet antas å ligge under dagens taksebane, nord for driftsområdet. Feltet var i bruk fra 1973 og frem til ca. 1980. Her ble det benyttet PFOS-holdig skum og det er estimert at i feltets driftsperiode er det brukt ca. 220 kg ren PFOS. Området ligger vest for et grovavfallsdeponi. Lufthavnen opplyser at området i en periode etter nedleggelsen, ble brukt til månedlig skumtest fra kanonen på brannbilene.

En stor del av massene som lå sentralt i brannøvingsfeltet, er sannsynligvis gravd opp og fjernet. Det er ikke kjent hvor massene ble lagt eller hvilken type masser dette var. Lufthavnen opplyser at massene ble fjernet av Forsvarsbygg da taksebanen nordover ble bygget på første halvdel av 80-tallet.

Områdene i nord og øst er dominert av torv over sandig silt på berg, mens det flere steder er påvist eller forventes fyllmasser over stedlig torv, med underliggende sand/silt på berg. Permeabiliteten i laget under torven antas lav. Området er delvis grøftet, og naturlig vannstrøm mot Langvatn antas derfor påvirket av prefererte strømningsveger i fyllmasser og i forbindelse med infrastruktur i grunnen.

PFOS og andre PFASer er påvist i vann en rekke steder i området mellom taxebanen og Langvatn, og det kan derfor ikke utelukkes andre/flere mindre kildeområder enn dem som er nevnt her.

### **1.3.3 Andre PFAS-lokaliteter**

Området vest for Kato Hangar, ved det eldste brannøvingsfeltet, har vært brukt til rengjøring av brannbiler. Denne aktiviteten har forekommet i perioder hvor både eldre og nyere PFAS-holdig skum ble benyttet. Tilsvarende aktivitet har foregått i området ved pumpestasjon for kommunalt avløp.

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

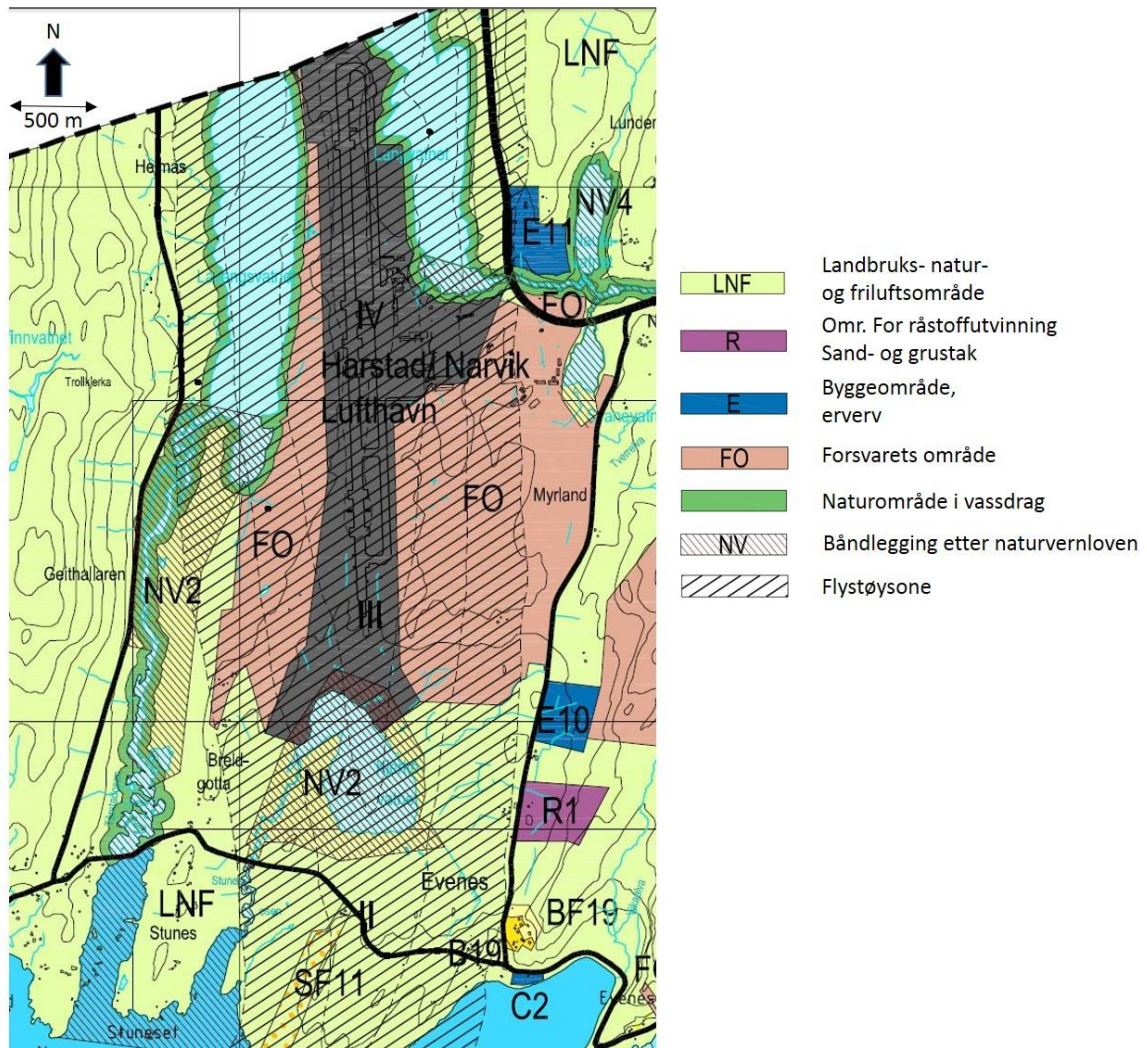
I tillegg benyttes en voll ved nordenden av rullebanen til daglig trening/innstilling av bildet på skumkanonen, men da kun med bruk av vann. Tilsvarende aktivitet har foregår ved voll i sørenden av rullebanen, også etter at denne ble fjernet i forbindelse med S&L-prosjektet i 2014. Ved trening skal det kun benyttes vann. Erfaring tilsier imidlertid at skum kan forekomme da det kan være rester av skum i slangesystem o.l., og dersom skummet ved en forglemmelse ikke stenges for. Slik testing har foregått ved disse områdene i flere år. Avrenning herfra vil føres hhv. til Langvatnet og Kjerkvatnet.

Arealene på østsiden av Evenes lufthavn benyttes i stor grad av Forsvarsbygg til ulike formål. Disse aktivitetene kan ha medført bruk av PFAS-holdige produkter i terrenget. Forsvarsbygg har gjennomført en tiltaksrettet kartlegging/overvåkning av PFAS-forurensning i jord og vann i 2012-13, med oppfølgende undersøkelser i 2014/15. Avinor og Forsvarsbygg er i dialog angående de områder som er påvirket av begge aktivitetene, og felles kartlegging/overvåkning er igangsatt.

### **1.4 ANDRE, PLANLAGTE INNGREP SOM PÅVIRKER TILTAKSOMRÅDET**

Avinor er ikke kjent med andre planlagte inngrep i områdene ved eller nedstrøms brannøvingsfeltene. Utsnitt fra kommuneplanens arealdel for Evenes er gitt i Figur 1-3.





Figur 1-3: Utsnitt fra kommuneplanens arealdel, Evenes kommune.

## 1.5 MÅLSETNING

Fra Miljødirektoratets pålegg:

*Et forslag til miljømål for området og på hvilket grunnlag disse er satt. Disse kan samsvare med Avinors nye miljømål fra 2014, samt de miljømål som Avinor har satt opp i sine rapporter i DP2-prosjektet dersom Avinor fortsatt mener dette. Miljømålene skal i tillegg si noe om hvilke mengder PFOS og andre PFASer som er ventet å tas ut av det biologiske kretsløpet som følge 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<sub>biota</sub>). Dokumentasjonen skal knyttes til statistiske verdier og ikke enkeltprøver.

- Utlekking og spredning av perfluoreerte stoffer fra Avinors aktive og nedlagte brannøvingsfelt skal reduseres over tid sammenlignet med dagens situasjon.

Tiltaksplanens målsetting:

- Synliggjøre kostnad og nytte for ulike tiltaksalternativer, som grunnlag for å vurdere gjennomføring av tiltak.
- 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.
- En eventuell gjennomføringsfase skal ikke bidra til uakseptabel spredning til resipient.
- Det skal tilstrebes å velge løsninger som er bærekraftige for massedisponering/-håndtering

# 2 Redegjørelse for undersøkelser

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 og alle andre relevante PFASer i grunnen ved BØF A og B, samt alle relevante spredningsveier og mekanismer. Mengde PFAS i grunnen og årlig spredning må bestemmes utfra målinger i felt.*

Det er gjennomført en rekke undersøkelser av jord, vann og biota ved Evenes lufthavn. Det er i det videre kort gjort rede for omfang og resultater fra undersøkelsene. Undersøkelser og resultater er kartfestet i Vedlegg 1. For detaljert informasjon henvises det til risikovurderingsrapporten (Norconsult og Sweco, 2015). Det er gjennomført supplerende undersøkelser i jord og vann, høsten 2015. Resultater fra disse undersøkelsene ventes å foreligge i januar 2016.

## 2.1 UNDERSØKELSESONMFANG

### 2.1.1 Jord

Prinsippet for de miljøtekniske grunnundersøkelsene ved brannøvingsfeltene (utført i DP2) var sjaktning og prøvetaking i fire retninger i forhold til selve brannøvingsfeltet. Prøvetaking ved BØF B avviker fra planlagt mønster, dels på grunn av lokale forhold, dels fordi dette brannøvingsfeltet ikke er entydig lokalisert eller avgrenset. Det ble sjaktet ned til grunnvann der dette var mulig, samt nedsatt miljøbrønn i én sjakt øst for antatt lokalisering av BØF B. Det er ikke satt brønner på BØF A.

Prøvetaking av jord på Evenes lufthavn ble utført i 2011 og 2012 og de fleste analysene ble gjennomført i perioden rett etter. Noen av prøvene ble lagret hos laboratoriet i påvente av analyse. Enkelte av disse ble analysert i 2014 med tanke på ytterligere avgrensning av forurensningen på brannøvingsfeltet. Resultatene av analyserte jordprøver er vist i kart vedlagt denne tiltaksplanen.

I september 2015 ble det tatt jordprøver fra jordvoll nord (se Figur 1-1 for plassering. Disse ble tatt ut som blandprøver av toppjord sentralt og nord på vollens vestsida. Prøvene er tatt ut basert på informasjon om daglig innstilling av siktebilde på vannkanoner på brannbilene. Det øves kun med vann, og samlet daglig forbruk anslås til 4 m<sup>3</sup>. Det er fulgt opp med supplerende prøvetaking med sjaktning ved jordvoll nord i november 2015. Dette som følge av påvist høye konsentrasjoner i nærliggende overvannskummer. Analyseresultatene for jord forventes å foreligge i januar 2016. Resultatene vurderes når disse foreligger, men danner ikke grunnlag for vurdering av mulige tiltak i denne tiltaksplanen.

I tillegg har Forsvarsbygg tatt ut jordprøver ved sjaktning på området for jordvoll sør (se Figur 1-1 for lokalisering). Tilsvarende øvingsaktivitet har funnet sted her frem til jordvollen ble fjernet i forbindelse med Avinors S&L-prosjekt i 2014. Det er ikke kjent hvor disse massene er lagt.

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

Det er tatt supplerende jordprøver på brannøvingsfeltene i november 2015. Analyseresultatene forventes klare i januar 2016, og vil bli vurdert når disse foreligger, men danner ikke grunnlag for vurdering av mulige tiltak i denne tiltaksplanen.

### **2.1.2 Vann**

Prøver av vann i flere punkter har blitt tatt i perioden 2011- 2015, med den hensikt å påvise PFAS og avdekke dreneringsveiene for PFAS ved lufthavnen. Det ble lagt opp til prøvetaking av overflatevann for å kartlegge vannstrømmer og forhold i resipientene. Dette inkluderte prøvetaking i omkringliggende ferskvann og vassdrag, samt i kulverter på lufthavnens område. Mange av prøvepunktene for vann er videreført i 2013 og 2014. Siden spredningsmodeller ikke var utarbeidet da prøvetakingsprogram ble opprettet, har prøveprogrammet basert seg på feltobservasjoner og observasjon av mulige kilder.

Det ble i september 2015 gjort en utvidet prøvetaking av vann for ytterligere kartlegging av spredning fra BØF, samt for påvisning av evt. kildeområder og spredning utenom brannøvingsfeltene. Undersøkelsene omfattet blant annet kulvertsystemet langs sørlig del av rullebanen, med videre avrenning til Kjerkvatnet. Disse undersøkelsene ble utført i samarbeid med Forsvarsbygg. Det er også tatt to vannprøver i kummer vest for jordvoll nord, samt to prøver i vannsig øst for jordvoll nord.

Det er i tillegg tatt supplerende prøver i myrområdet vest for BØF B i november 2015. Analyseresultatene var ikke klare ved ferdigstillelse av denne tiltaksplanen.

Endringen i prøvepunkter underveis i overvåkingen gjenspeiler forsøket på å avdekke aktuelle spredningsveier, da PFAS ble oppdaget i områder hvor en ikke forventet å finne disse. Resultatene er oppsummert og kartfestet i Vedlegg 1.

### **2.1.3 Biota**

Feltarbeid har vært gjennomført i to omganger; henholdsvis januar/februar og august/september 2013. Det er tatt prøver av et begrenset antall arter, i stor grad fiskekjøtt av konsumfisk, og noen arter som kan ha direkte påvirkning for opptaket av PFAS i dissa.

Det ble samlet inn prøver av fisk i Lavangsvatnet, Langvatnet, Kjerkvatnet og Tårstadelva (laks, ørret, røye og skrubbe). Det ble også samlet marine arter (kveite, lomre, torsk, rødspette og skrubbe, samt strandbiota slik som børstemark, tanglopper, strandkrabber og blåskjell) ved Tårstadosen og Stunesosen, og i nærområdet utenfor. Det ble i tillegg samlet inn fisk fra to referansestasjoner i henholdsvis Skoddebergvatnet og Strandvatn. Det ble ikke samlet inn prøver fra marin referansestasjon.

Det ble i 2015 samlet inn påvisningsprøver fra bjørk i utvalgte punkter innenfor antatt spredningsområdet fra BØF A mot Lavangsvatnet. Samme år er det analysert på muskel- og leverprøver fra svaner, samt at det ble analysert på mulige beiteplanter for disse i Kjerkvatnet.

## 2.2 OPPSUMMERING AV RESULTATER

Det er i det følgende oppsummert resultater fra utførte undersøkelser i jord, grunnvann og overflatevann på BØF A, BØF B på og ved brannøvingsfeltene. Videre er det redegjort for resultater for vann og grunnvann i øvrige områder på lufthavnen og området omkring. Alle prøvepunkter og sammenstilte analyseresultater for utvalgte parametere er gitt i vedlegg 1.

### 2.2.1 BØFA

#### 2.2.1.1 Jord

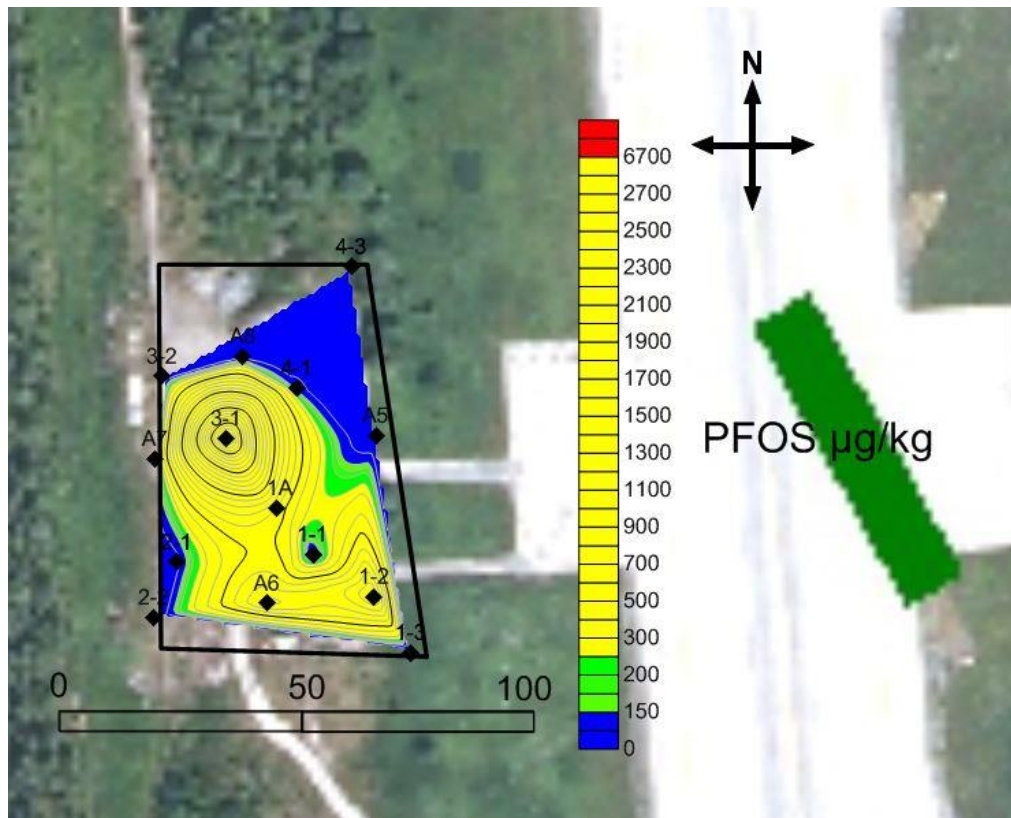
Ved det yngste brannøvingsfeltet ble det påvist PFOS med betydelig høyere konsentrasjoner enn normverdien i flere jordprøver. De høyeste konsentrasjonene finnes nær senter av brannøvingsfeltet, og det er mer i dypereliggende lag enn i topplaget. Det er også funnet PFOS i topplaget langs akse i sydvestlig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

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

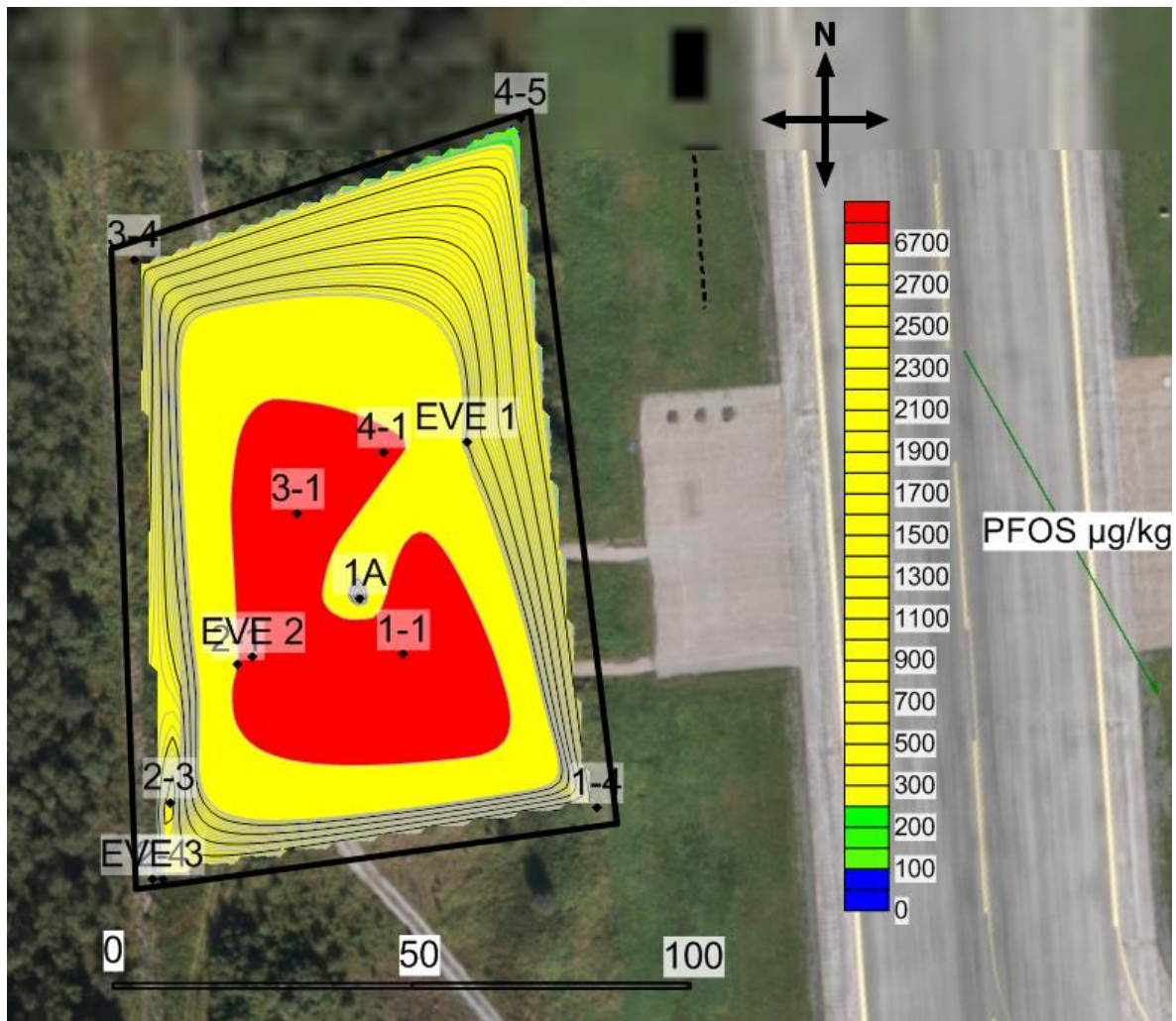
I forbindelse med en masteroppgave (Løland, 2014), ble det tatt fem jordprøver sentralt på feltet og i bekke drag/bekk nedstrøms det yngste brannøvingsfeltet. Resultatene viser at det er vesentlig høyere konsentrasjoner av PFAS i torvmasser enn mineralske masser. Det ble påvist moderat til betydelig konsentrasjoner av PFAS i torvmassene fra bekken nedstrøms det gamle brannøvingsfeltet (EVE 4 og 5).

En sammenstilling av resultatene for PFOS i jord i fyllmassene (øvre ca. 2-2,5 m) og underliggende torvmasser (10-30 cm mektighet), basert på interpolasjon av målte konsentrasjoner, er gitt henholdsvis Figur 2-1 og Figur 2-2.





Figur 2-1: Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF A for fyllmasser 0-2,5 meter under terreng. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbour". Sort firkant er antatt areal til fyllmassene. Areal med påvist PFOS i fyllmasser er ca. 4300 m<sup>2</sup>.



Figur 2-2: Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF A for torvmasser med mektighet 0,3 meter. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbour". Sort firkant er antatt areal til torvmassene. Areal med påvist PFOS i torv er ca. 10 200 m<sup>2</sup>.

### 2.2.1.2 Grunnvann

Det er ikke etablert brønner for prøvetaking av grunnvann på BØF A. Det er imidlertid tatt en rekke prøver i/ved myrsiget ved brannøvingsfeltet, i nedstrøms myr, samt langs bekken ned til Lavangsvatnet.

### 2.2.1.3 Overflatevann

Det er tatt ut vannprøver i til sammen 14 prøvepunkter i området. Prøvepunktene Vannhull N Dam, Vannhull S Hull og EVE 3A, 3B og 3C er tatt i utstrømningshorisonten rett nedstrøms brannøvingsfeltets fyllingsfot. Punktene MYR S, MYR M og MYR N er tatt i myrområdet ca. 100 m vest for BØF. Punktene EVE 4-EVE 6 er tatt fortløpende nedover i bekken. Punktet EVE 7 ligger i Lavangsvatnet, ved bekkens utløp. Det er i tillegg tatt vannprøver i Lavangsvatnet, samt ved utløpet av dette til Tårstadelva.

Det er påvist meget høye konsentrasjoner (klasse IV, øvre del) av PFOS/PFAS i 3A, 3B og 3C. Konsentrasjonene av PFOS ligger her på hhv. 24 900, 27 100 og 14 100 ng/L. Konsentrasjonene av PFOS i MYR S og MYR M er henholdsvis 26700 og 9680, mens MYR N lenger nord ikke har

påvist PFOS over rapporteringsgrensen, dog er det påvist sum PFAS på 101 ng/l. Spredningsområdet for forurensningen er med dette ansett å være avgrenset mot nord. I bekkeløpet er konsentrasjonene av PFOS avtakende nedover bekkeløpet, fra ca. 12 000 ng/l i EVE 4 til ca. 6700 ng/l i O4. Samtlige PFAS er påvist i prøvene nærmest BØF A. Forbindelsene 8:2 FTS og perfluordekansyre (PFDA) påvises ikke i prøvepunktene rett nedstrøms. Utover PFOS er 6:2 FTS og perfluorheksansulfonat (PFHxS) de dominerende forbindelsene i alle prøver. De påviste konsentrasjonene og forbindelsene i vannprøvene har god sammenheng med de funn som er gjort i massene på BØF A.

I Lavangsvatnet, ved utløpet av bekken fra brannøvingsfeltet (EVE 7), er det kun påvist 14 ng/L PFOS/PFAS. Det er ikke påvist andre PFAS. Dette tilsvarer konsentrasjonsnivået påvist noe lenger nord i Lavangsvatnet (O3). Det bemerkes at foruten EVE 4 er EVE-punktene kun er prøvetatt én gang. Punktet O4 tilsvarer imidlertid punktet EVE 5, og dette er tatt 9 ganger i perioden 2012-2015. Gjennomsnittskonsentrasjonen her er i samme størrelsesorden som enkeltmålingen for EVE 5.

Det bemerkes at beregning av total stoffmengde PFOS ved EVE4 (øvre del av bekk mot Lavangsvatnet) og O4 (ved utløpet av bekk mot Lavangsvatnet), basert på målte konsentrasjoner og beregnet årlig middelavrenning til målepunktene, viser at det ikke tilføres PFOS til bekken nedstrøms punktet EVE4. Målt/estimert vannføring i felt (2015-09-03), med samtidig uttak av prøve, gir det samme relative bildet for øvre og nedre del av bekken. Øverst i bekken (EVE4) var vannføringen ca. 0,8 l/s og målt PFOS-konsentrasjon ca. 10 400 ng/l, mens ved bekkens utløp (O-4) var vannføringen ca. 1,4 l/s og målt PFOS-konsentrasjon ca. 6040 ng/l. Dette gir en tilnærmet lik utlekking av PFOS (mengde per tid) i de to punktene, på måletidspunktet. Det bemerkes at målingene kun er gjort én gang under antatt tørre forhold, og sier kun noe om det relative forholdet punktene imellom på måletidspunktet, men ikke noe om gjennomsnittlig utlekking over tid.

## **2.2.2 BØF B**

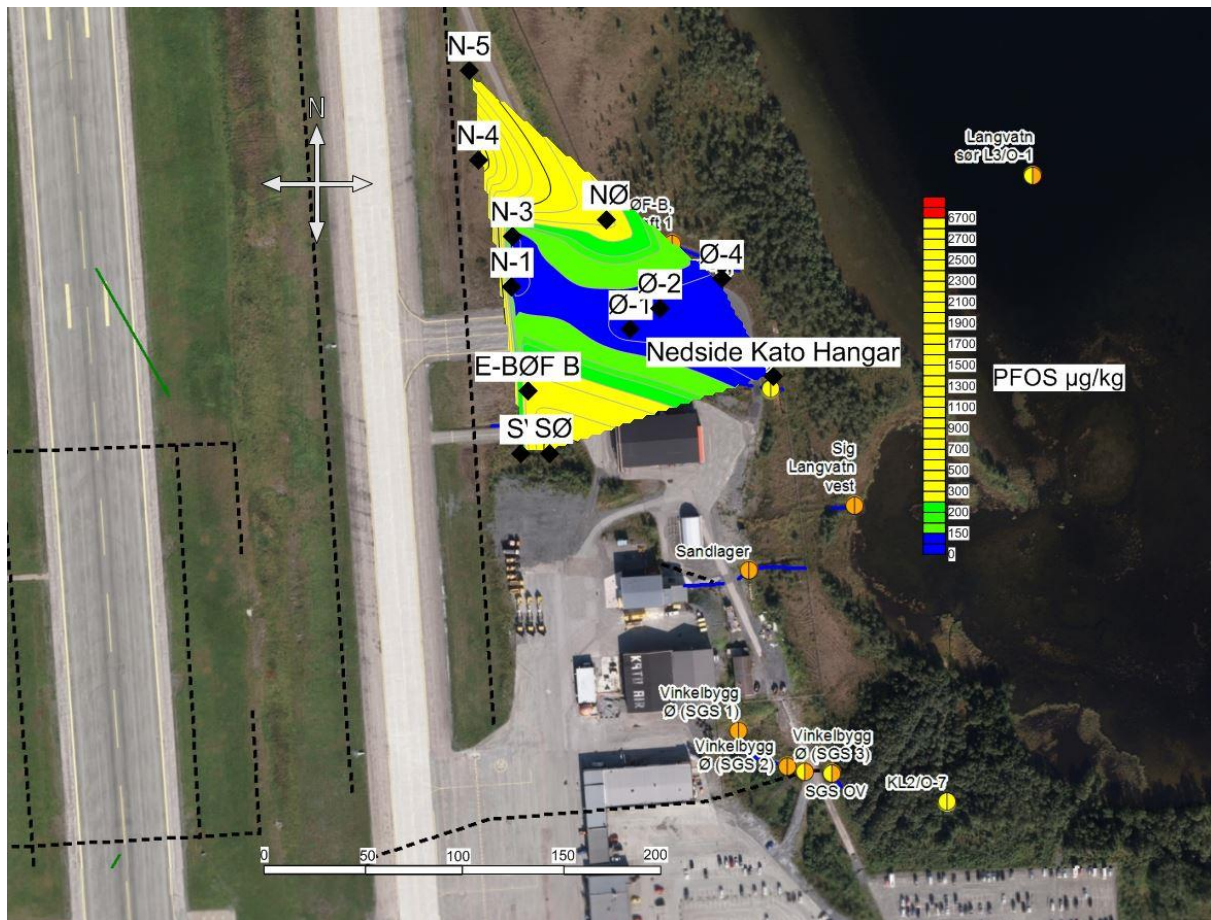
### **2.2.2.1 Jord**

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

Det er få analyser av andre PFAS, men det er PFOS som dominerer i de analysene som er utført. Ett unntak er prøve E-BØF B, SØ som er tatt rett vest for hangaren. Her er det påvist 6:2 FTS i masser ca. 0,5 m under terreng (20,2 ug/kg). I tillegg er det også påvist perfluorheksansulfonat (PFHxS), perfluorheksansyre (PFHxA) og perfluorpentansyre (PFPeA). Dette området har vært brukt til rengjøring av brannbiler i perioder hvor både eldre og nyere PFAS-holdig skum ble benyttet.

Det er ingen klar lagdeling i de prøvepunktene det foreligger resultater fra. En oppdeling i fyllmasser, torv og underliggende sand/silt er derfor ikke mulig, på tilsvarende måte som for BØF A. En sammenstilling av analyseresultater for PFOS i jord på BØF B, basert på interpolasjon av målte konsentrasjoner i alle dyp (0-170 cm under terreng), er gitt i Figur 2-3. Det bemerkes at enkelte prøvepunkter kun har prøve fra toppjord, enkelte har prøve kun fra dypere lag, mens andre punkter har prøver fra flere ulike dyp.





Figur 2-3: Viser interpolert PFOS-konsentrasjon i jord på og rundt BØF B for alle prøvene som er analysert. Interpoleringen er gjort i programvaren Surfer og interpoleringsmetoden som er brukt er "natural neighbour". Overvannssystem er markert med sort stiplet linje.

### 2.2.2.2 Grunnvann

I forbindelse med grunnundersøkelsene som ble gjennomført i 2012, ble det etablert en grunnvannsbrønn ved sjaking (E BØF B Ø2) ved det eldste brannøvingsfeltet. Prøvepunktet representerer grunnvannet nedenfor antatt kildeområde i jord. I 2012 ble det påvist PFOS/PFAS (86,2 / 986 ng/l), samt enkelte andre PFAS (PFOA og 6:2FTS), i denne brønnen. PFOS/PFAS ble også påvist i oppfølgende prøve i 2015, men i lavere konsentrasjoner (43,3 / 238 ng/l). Det er ikke påvist PFOS i jordprøven tatt i samme punkt, andre PFAS ble ikke analysert i jord. Sørøst for det eldste brannøvingsfeltet blir det vinterstid spylt av sweepertog før innsett i garasje, pga. manglende vaskeplass.

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

### 2.2.2.3 Overflatevann

Nord ved det eldste brannøvingsfeltet går det en dreneringsgrøft øst for internveien og ledes sørover mot gjerdet. Det er ingen definert vannstrøm videre, og avrenning mot Langvatnet må

betegnes som diffus. Vannet i grøften dreneres fra antatt senter av brannøvingsfeltet og har begrenset vannføring. Det er tatt prøver nord og sør i grøften, hhv. E-BØF B, grøft 1 og 2.

Ved prøvetakingen i mai 2012 er konsentrasjonen av PFAS større i grøft 1 enn ellers i grøften (dårlig i grøft 1 og moderat i grøft 2). Oppfølgende prøver i 2015 bekrefter dette bildet. Det er forbindelsene perfluorheksanulfonat (PFHxS) og perfluorpentansyre (PFPeA) som dominerer, i tillegg til tilstedeværelse av de øvrige PFAS.

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

### **2.2.3 Overflatevann og grunnvann utenom brannøvingsfeltene**

Fra lufthavnen ledes vann fra østlige arealer (inkl. det eldste brannøvingsfeltet, BØF B) hovedsakelig mot Langvatnet og følger vannstrømmene nordover og renner gjennom Røstelva mot Lavangsvatnet. Rett før Lavangsvatnets utløp i sør, mottar vannet avrenning fra det yngste brannøvingsfeltet (BØF A), samt vann fra kulverter og rør fra rullebanen. Lavangsvatnet renner ut i Tårstadelva, via Tårstadosen og ut i Ofotfjorden.

#### **2.2.3.1 Avrenning til Langvatn**

Foruten overflateavrenning og grunnvannsutsrømming fra BØF B mottar Langvatn vann fra følgende delområder (vist i vedlegg 1):

- Overvannssystem langs taksebanen, med utløp til Langvatn
- Grunnvannssig, øst for Flyplassveien 68 («Vinkelbygg»)
- Vannsig ved Sandlager mot Langvatn
- Avrenning fra terminalområde og snødeponi
- Svanevatnet med tilsigsområde fra landbruksområder og Forsvarsbyggs arealer øst for lufthavnens område

##### Overvannssystem langs taksebanen, med utløp til Langvatn

Det er påvist høye konsentrasjoner av PFOS/PFAS i to overvannskummer (Voll N NV og Voll N SV) langs overvannssystemet fra Jordvoll Nord og sørover (31600 / 49400 ng/l for Voll N NV, og 33600 / 69100 ng/l for Voll N SV). Overvannssystemet har utslippspunkt til Langvatn, hvor det også er påvist PFOS/PFAS (580 / 626 ng/l) i det nordligste utløpet til Langvatnet (Utløp N). Foreliggende overflateprøver av jord fra selve vollen viser lave konsentrasjoner av PFOS (64-153 ug/kg). Med bakgrunn i foreliggende resultater er det utført supplerende jordprøvetaking på Jordvoll Nord, samt er foreslått supplerende vannprøvetaking i overvannssystemet som drenerer til Langvatn (kap. 6.3.1). Resultater fra jordprøvetaking forventes i januar 2016, og vil bli vurdert når disse foreligger, men utgjør ikke grunnlag for vurdering av tiltak i denne tiltaksplanen.

##### Grunnvannssig, øst for Flyplassveien 68 («Vinkelbygg»)

Sør for det eldste brannøvingsfeltet ligger Flyplassveien 68 («Vinkelbygget»). Fra dette bygget går det en grøft med et grunnvannssig sørover og deretter østover under en internvei. Grøften føres ut til Langvatnet. Grunnvannssiget er prøvetatt ved bygget og på begge sider av internveien i

punktene hhv. Vinkelbygg Ø SGS 1, Vinkelbygg Ø SGS 2 og Vinkelbygg Ø SGS 3 i 2011/2012. Punktene er prøvetatt med ulik hyppighet og til dels med ulike prøvedatoer. Det går i tillegg en overvannsledning fra sentral del av rullebanen og terminalområdet. Vannet ledes til kum rett nedstrøms punktet SGS 2. Kummen mottar også vannet fra grunnvannssiget. Vannet føres videre i rør under internveg, videre til Langvatnet i grøft. Det ble tatt egen prøve fra overvannsrøret, samtidig med prøver fra grunnvannssiget i september 2015. Hovedandelen av vannføringen i rør under internvegen på befaringsstidspunktet kom fra overvannsrøret.

Analyseresultatene viser konsentrasjoner i klasse IV av PFOS/PFAS i vannstrømmen fra Vinkelbygget. De dominerende forbindelsene er perfluorheksanulfonat (PFHxS) og perfluorpentansyre (PFPeA) i tillegg til tilstedeværelse av de øvrige PFAS. PFOS/PFAS-konsentrasjonene i grunnvannssiget ved Vinkelbygget er betydelig høyere enn det som er målt i overvannsrøret. Det bemerkes imidlertid at volumstrømmen fra grunnvannssiget var betydelig mindre enn tilsvarende strøm fra overvannsledningen. Verken undersøkelsene eller drift ved lufthavnen kan forklare de høye konsentrasjonene i grunnvannssiget.

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

Lufthavnen opplyser at de ukentlig spyle en avløpskum/kloakk med brannbil for å unngå tilstopping av kloakklinsen inn på kommunalt nett. Det kan tidvis bli mye sprut og søl utenfor kum, ved bruk av kanon på brannbil. Denne plassen ligger mellom Vinkelbygget og Kato hangar der de ovenfor nevnte jordprøver ble tatt.

#### Vannsig øst for Sandlager

Området øst for sandlageret er generelt vått i området mot gjerdet og Langvatnet. Det er tatt prøver i konsentrerte sig; punktene *Sig Langvatn vest* (tatt i myrsig rett øst for utløp av gammelt overløpsrør fra pumpestasjon til kommunalt nett) og *Sandlager* (tatt fra utløp rør under internvei). Konsentrasjonene av PFOS/PFAS her er de høyeste som er målt i område med vannsig mellom brannøvingsfeltet og Lavangsvatn, 1810 / 6200 ng/l og 1760 / 3790 ng/l for henholdsvis *Sig Langvatn vest* og *Sandlager*. Lufthavnen opplyser at gruslagt område rett nord for pumpestasjonen har blitt brukt som spyleplass i en årrekke.

#### Terminalområde og snødeponi

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

Det er påvist moderate konsentrasjoner av PFOS/PFAS i H4/O-6. Analyseresultatene viser noe høyere konsentrasjoner av PFOS/PFAS i KL2/O-7, noe som tyder på at PFOS-/PFAS-holdig vann også tilføres kulverten fra lufthavnens område. Konsentrasjonene her er likevel fremdeles moderate.

### Svanevatnet med tilsigsområde

I tillegg til de ovennevnte kildeområdene, mottar Langvatnet avrenning via Nautåa fra Svanevatnet og de arealer Svanevatnet drenerer. Disse arealene ligger øst for lufthavnens område. Svanevatnet grenser til områder som benyttes av Forsvarsbygg, og må antas å kunne være påvirket av Forsvarsbyggs aktiviteter, i tillegg til jordbruksarealer fra områdene omkring.

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

Det er påvist lave/moderate konsentrasjoner av PFOS/PFAS i tilførselsvannet til Svanevatnet. Høyeste konsentrasjon av PFOS/PFAS er påvist i punktet *Bekk ved bygning* (177 / 325 ng/l). I *Svanevatnet* og *Svanevatnet ut* er det påvist PFOS/PFAS rett over rapporteringsgrensen. Det er ikke påvist PFOS/PFAS i vassdragets utløp til Langvatnet (O-11).

Dette viser at det finnes en PFOS/PFAS-kilde i området, men i så lave konsentrasjoner at den i liten grad kommer til uttrykk i vann som tilføres Langvatnet.

### Langvatnet

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

#### **2.2.3.2 Avrenning fra Langvatnet til Lavangsvatnet, videre til Ofotfjorden via Tårstadelva**

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

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

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

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



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

Ved prøvepunktet Langvatnet/L3 ble det, som tidligere nevnt, tatt ut en prøve med vannhenter fra både 0,5 og 4,5 meters vanddyb i august 2012. Ved 0,5 meters vanddyb ble det påvist høy konsentrasjon av PFAS (klasse IV, nedre del) der perfluorheksansyre (PFHxA), perfluorheptansyre (PFHpA), perfluorononansyre (PFNA) og perfluoroktansyre (PFOA) dominerer. Ved 4,5 meters dyp ble det kun påvist PFOS, så vidt over rapporteringsgrensen (klasse III, nedre del). De øvrige vannprøvene er tatt ut ved ca. 0,2 – 0,5 m dyp. Undersøkelsene viser ingen forklaring på situasjonen.

### 2.2.3.3 Kjerkvatnet – Stunesoset

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

Det er etablert 16 prøvepunkter for å fange opp evt. forurensning oppstrøms Kjerkvatnet, hvorav sju tilknyttet overvanns-/kulvertsystem langs sørlig del av rullebanen (BK1, BSV1, BSV1-N, BSØ1, BSØ2, BSØ3 og BSØ4) med utløp nordvest i Kjerkvatnet. Øvrige punkter drenerer til Kjerkvatnets nordøstlige del (A-I, A-II, B-I, B-II, Forsvaret 2/O-12, Forsvaret 3/O-13, og Forsvaret 5/O-15). I tillegg er det etablert et referansepunkt (Forsvaret 4/O-14).

I enden av rullebanen, oppstrøms punkt O-12 lå vollen som tidligere ble benyttet til daglig trening/innstilling av bildet på skumkanonen (*Jordvoll sør*). Ved trening skal det kun ha blitt benyttet vann, men skum kan ha forekommet pga. rester av skum i slangesystem etc., og dersom skummet ikke stenges for. Slik testing har foregått ved disse områdene i årevis frem til vollen ble fjernet i forbindelse med S&L-prosjektet i 2014. I tillegg har Forsvarsbygg stor aktivitet i området nord for Kjerkvatnet.

Analyseresultatene viser at det ikke er påvist PFOS/PFAS i referanseprøven (Forsvaret 4/O-14), mens det er påvist moderate til lave konsentrasjoner i vannstrømmene som drenerer Avinors og Forsvarsbyggs områder. Det er påvist en tydelig økning i konsentrasjon mellom punktene A-I og A-II, oppstrøms og nedstrøms *Jordvoll sør* noe som viser påvirkning fra jordvoll sør til bekken som drenerer mot Kjerkvatnets nordøstlige del. Det er imidlertid kun påvist moderat forurensning i jord ved sjaktning på stedet.

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

### 2.2.3.4 Private grunnvannsbrønner sørvest for lufthavnen

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



imidlertid langt under de svenske grenseverdiene for drikkevann med tanke på anbefaling av tiltak. Påvist forurensning anses ikke å ha tilknytning til aktivitet på lufthavnen.

## 2.2.4 **Biota – ferskvannsarter**

Beskrivelse i dette kapittelet er hentet fra risikovurderingen (Norconsult og Sweco, 2015). For utdypende beskrivelse, figurer og tabellering av resultater, henvises det til risikorapporten.

### 2.2.4.1 **Kjerkvatnet**

Kjerkvatnet har avrenning til bekk som munner ut i Stunesosen. Det ble funnet PFOS i alle de undersøkte prøvene fra Kjerkvatnet. I ørretmuskel var gjennomsnittet av PFOS 41,5 µg/kg, med minimum 12 og maksimum 81 µg/kg. Det ble ikke påvist andre PFAS i ørretmuskel. I ørretlever og -nyrer ble det funnet svært høye konsentrasjoner av PFAS i alle de analyserte prøvene. Variasjonen mellom de ulike prøvene var forholdsvis stor (minimum 220 og maksimum 1200 µg PFAS/kg). I tillegg til PFOS, ble det også funnet enkelte andre PFAS i lever- og nyreprøvene.

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

### 2.2.4.2 **Langvatnet**

I muskel fra røye fisket i Langvatnet, ble det funnet PFAS i alle de analyserte individene, med et gjennomsnitt på 14,7 µg PFAS/kg (min 5,3 µg PFAS/kg, maks 26 µg PFAS/kg). I tillegg til PFOS ble det funnet telomeren 6:2 FTS i ett av individene. Det var en tendens til at konsentrasjonen av PFAS i muskel hos røye avtok med økende kroppslengde, men korrelasjonen er svak.

I de seks analyserte prøvene av muskel fra ørret fanget i Langvatnet, ble det funnet PFAS i alle individene, og alle PFAS ble påvist i utvalget. PFOS er dominerende med gjennomsnittskonsentrasjon 14,89 µg PFOS/kg (min 7,92 µg PFOS/kg, maks 23,45 µg PFOS/kg). Gjennomsnittlig var konsentrasjonen av ΣPFAS 20,5 µg/kg (min 10,3 µg PFAS/kg, maks 28,5 µg PFAS/kg). Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom fiskelengde og innhold av PFAS i muskel av ørret.

### 2.2.4.3 **Lavangsvatnet**

I Lavangsvatnet ble det funnet PFOS i alle individene av røye som ble analysert, både i muskel og i lever. De 10 muskelprøvene viser et gjennomsnitt på 37,2 µg PFAS/kg, et minimum på 13 og maksimum på 62 µg PFAS/kg, og liten/ingen korrelasjon med lengde/alder og innhold av PFAS. Hvorvidt dette er stasjonær røye eller sjørøye er usikkert, men det er grunn til å anta at anadrome individer kan ha lavere innhold av PFAS enn stasjonære individer

Muskel fra skrubb viser verdier som ligger innenfor samme variasjonsbredde som for muskel fra røye.

Analysert laks fra Lavangsvatnet viser lave konsentrasjoner av PFAS i muskelvev, gj.snitt 0,9 µg PFAS/kg vv. Lave verdier henger trolig sammen med at laksen fanget i Lavangsvatnet har kommet opp fra havet og er på gytevandring, og at den da tar opp lite eller ingen næring. I det som er regnet å være sjørørret er det stor variasjon i totalt innhold av PFAS, fra minimum 0,61 til maks 160 µg PFAS/kg vv. Sjørørret kan ha ulik lengde på opphold i sjø og ferskvann, og det er rimelig å anta at nivåene av sum PFAS gjenspeiler hvor lenge fisken har oppholdt seg i Lavangsvatnet. Opptak av PFAS kan for eksempel skje ved inntak av næringsorganismer med innhold av PFAS, og det er

rimelig å anta at næringsorganismene i Ofotfjorden har lavere innhold av PFAS enn beitedyrene i Lavangsvatnet. Det er således grunn til å forvente lavere innhold av PFAS i ørret som nylig har vandret opp i Lavangsvatnet enn ørret som har oppholdt seg her noe tid. Det samme forholdet forventes iflg. risikovurderingen ved opptak over gjeller og gjennom hud. Opptak av PFAS direkte fra vannet er vist i forsøk gjort ved Universitetet i Oslo (Hellstad et al., 2015 og Johanson et al. 2015),

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

#### 2.2.4.4 Tårstadelva

Tårstadelva er utløpselv fra Lavangsvatnet og munner ut i Tårstadosen og Ofotfjorden. Her vandrer laks, ørret og skrubbe mellom ferskvann og sjøen. I de analyserte prøvene fra laks og sjøørret fanget i Tårstadelva, ble det funnet PFAS i alle prøvene, men i svært lave konsentrasjoner. Konsentrasjonene lå på samme nivå som de analyserte prøvene av sjøørret fra Strandvatnet (referansestasjon). I muskelprøver fra 5 laks fanget i Tårstadelva og i 5 laks fra Lavangsvatnet ble det funnet gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 0,31 og 0,74 µg PFAS/kg vv. At en finner omtrent dobbelt så høye verdier i Lavangsvatnet som i Tårstadelva henger trolig sammen med at fisken fanget i Lavangsvatnet har oppholdt seg lenger i ferskvann, enn fisken som er fanget i Tårstadelva. Laksen spiser normalt ikke når det har kommet opp i ferskvann for å gyte, og det er derfor grunn til å anta at opptaket av PFAS kan ha skjedd direkte fra vannet.

#### 2.2.4.5 Skoddebergvatnet (ref. stasjon for røye)

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

#### 2.2.4.6 Strandvatnet (ref. stasjon for sjøørret)

Innhold av PFAS i muskelprøver fra sjøørret fanget i Strandvatnet var lavt. Det er grunn til å anta at de lave verdiene av PFAS som ble funnet i sjøørret i Strandvatnet representerer bakgrunnsverdiene for PFAS i anadrom laksefisk i denne delen av Ofotfjorden.

### 2.2.5 **Biota – marine arter**

#### 2.2.5.1 Fisk

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

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

I rødspette og lomre, ble det funnet PFAS i alle prøvene, og alle verdier under EQS<sub>biota</sub>. I skrubbeprøvene, ble det funnet PFAS i begge muskelprøvene, i området 1-2 ganger normverdien. I

leverprøven derimot, var konsentrasjonen 10 ganger EQS<sub>biota</sub>, hovedsakelig PFOS, men også flere andre PFAS ble påvist.

#### 2.2.5.2 Annen strandbiota

Det ble samlet inn prøver av børstemark, strandkrabbe, tanglopper og blåskjell. Det ble påvist PFAS i alle prøvene, hovedsakelig som PFOS, men også FTS-6:2.

#### 2.2.6 Øvrig biota

I april/mai 2015 ble det i forbindelse med «fugl-fly-konflikt» skutt flere svaner i Langvatnet. Fuglene ble frosset hele, og i september ble det tatt ut prøver av lever og muskel hos ti individer av svane. Tre prøver av hhv muskel og lever ble analysert i sept. 2015. Ytterligere sju prøver av lever ble analysert i november 2015. Resterende sju prøver av muskel er ikke analysert. Det er i tillegg analysert på antatte beiteplanter for svaner i Kjerkvatnet, samt tatt ut påvisningsprøver av bjørkeblader i området mellom BØF A og Lavangsvatnet, begge deler i september 2015.

I svaner er det påvist 1,77-3,76 ug PFOS /kg i muskel, og 0,197-128 ug PFOS / kg i lever. Det er også påvist andre PFASer i prøvene.

Det er påvist PFOS (9,1-15,6 ug/kg) i innsamlede prøver av vannplanter i Kjerkvatnet (kransalger og tjønnaks). Det er ikke påvist andre PFASer over rapporteringsgrensen i disse prøvene.

Det er tatt ut fem prøver av blader fra bjørk. Prøvene MYR S, MYR M og MYR N er tatt som prøver i brysthøyde fra flere trær ved de parallelle vannprøvepunktene, og ligger i nedstrøms retning fra BØF mot myra. Det er påvist PFAS i Myr S og MYR M, med  $\Sigma$ PFAS i bladene på henholdsvis 601 ug/kg og 690 ug/kg. Dominerende forbindelser er PFOS og 6:2 FTS. Det er ikke påvist PFAS i bjørk MYR N. Fordelingen gjenspeiler påvist PFAS i vann ved de samme lokalitetene. Ved bekkens utløp til Lavangsvatnet og ved EVE 4 er konsentrasjonene i bjørk betydelig lavere ( $\Sigma$ PFAS henholdsvis 125 ug/kg og 113 ug/kg). Også her er PFOS og 6:2 FTS dominerende forbindelser.

# 3 Spredning og risikovurdering – dagens situasjon

## 3.1 SPREDNING BRANNØVINGSFELTENE

Samlet spredning av PFOS fra områdene som drenerer ut fra Lavangsvatn er estimert til ca. 1,1 kg per år. Dette er basert på et nedbørsfelt til utløpet av Lavangsvatn på ca. 72.2 km<sup>2</sup> (NVE, NEVINA), årlig midlere avrenning på 0,82 m/år (eKlima.no) og en gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon målt ved utløpet av Lavangsvatn på 17,1 ng PFOS/liter (n = 6). I avsnitt 1.3.1 er det estimert en utlekking på ca. 0,75 kg PFOS/år fra området ved BØF-A og ca. 85 g PFOS/år fra området ved BØF-B.

### 3.1.1 BØF-A

Sentralt på BØF A er det tilkjørt masser bestående av store blokker, sand og grus (Figur 3-1). Det anslås at grove blokker og stein (>50 mm) utgjør ca. 50 % av fyllmassene. Denne fraksjonen anses som ren. Under fyllmassene er det et 10-30 cm torvlag. Under torvlaget er det stedvis registrert et sandig siltlag på berg. Det er usikkert hvor dypt det er til fjell ved brannøvingsfeltet, men sannsynligvis ikke dypt da det er funnet fjell ved punktene EVE2 og EVE3 på ca. 0,6 m under topp torvlag (Løland, 2014).



Figur 3-1: Utfylte masser over stedlig torv på BØF A, her vist som punktet E-BØF A 2-1 (Foto: Sweco Norge AS v/C.E. Nilsen).

Estimert areal for forurensede fyllmasser, torv og sandig silt er basert på massebeskrivelser og påvist PFOS-konsentrasjon i foreliggende analysegrunnlag. For sandig silt er analysegrunnlaget svært begrenset (n=3, hvorav to punkter vest for utfylt område), og estimert utbredelse og restmengde derfor tilsvarende usikkert. Oppsummerte inngangsparametere for beregning av restmengde i de ulike lagene er oppsummert i Tabell 3-1. Interpolert konsentrasjonsfordeling for fyllmasser og torv, med plassering av prøvepunktene som er lagt til grunn, er vist i henholdsvis Figur 2-1 og Figur 2-2.

Tabell 3-1: Inngangsparametere lagt til grunn for estimat av restmengder PFOS på BØF A.

	Areal	Mektighet	Egenvekt	Gjennomsnittlig PFOS-konsentrasjon	Restmengde
	m <sup>2</sup>	m	kg/dm <sup>3</sup>	ug/kg	kg
Fyllmasser, fratrukket 50% grovfraksjon	4300 ± 1000	2 ± 0.5	1.6 ± 0.4	481	3.3 ± 1.5
Torv	10200 ± 1000	0.3 ± 0.1	0.15 ± 0.05	4570	2.1 ± 1
Silt	3100 ± 1400	0.5 ± 0.1	1.7 ± 0.1	23	<0.1
<b>Totalt</b>					<b>5.5 ± 2.5</b>

Samlet restmengde på BØF A (Tabell 3-1) indikerer at hovedrestmengden av PFOS befinner seg i fyllmassene og underliggende torv. Beskrivelsene som foreligger for underliggende sandig silt indikerer at massene er svært lite permeable. Det er derfor grunn til å tro at hovedmengden befinner seg i overliggende lag eller har blitt transportert ut via torvlaget. Beregnet restmengde for sandig silt bygger imidlertid på et svært begrenset datagrunnlag, og tiltak bør også omfatte disse massene inntil supplerende datagrunnlag foreligger.

Spredning fra brannøvingsfeltet, videre vestover mot nedstrøms myr og bekk til Lavangsvatnet, antas å skje i torvlaget over lavpermeable sandig silt/leire. Torvlaget synes å øke noe i mektighet mot vest (50 cm i punktet EVE 4). Ved store nedbørsmengder er det sannsynlig at deler av vanntransporten har karakter av overflateavrenning. Restmengder estimert for området vest for brannøvingsfeltet, inkludert nedstrøms myrområde, er gjort basert på Kd-betraktninger og vannanalyser, med omregning til jordkonsentrasjoner i torv. Kd-verdier er hentet fra Løland (2014), og varierer i størrelsesorden 70-520 l/kg for torvmassene, lavest nærmest brannøvingsfeltet og høyest i selve myrområdet. Beregningene gir en estimert gjennomsnittskonsentrasjon i jord i størrelsesorden 5000 ug/ kg. Areal (15 000 ± 3000 m<sup>2</sup>) og punkter med målt vannkonsentrasjon, som er lagt til grunn, er vist i Figur 3-2. Videre er det lagt til grunn en egenvekt for torv på 0,15 ± 0,05 kg/dm<sup>3</sup> (Lindsay, 2010). Dette gir en estimert restmengde i dette området på 5,7±2,5 kg, noe som er like mye som på selve brannøvingsfeltet. Samlet restmengde PFOS, som potensielt kan lekke ut til Lavangsvatnet, er da i størrelsesorden 11,2±5 kg.

Beregnet total restmengde i massene på brannøvingsfeltet er svært liten sammenliknet med rapportert forbruk (2340 kg ren PFOS 1986-2001, og 180 kg PFAS 2001-2005). Forbrukstall er basert på innkjøp mengde AFFF-skum i perioden 2001-2011. Gjennomsnittlig årlig forbruk er antatt å gjelde også tilbake i tid, Det ligger betydelig usikkerhet i dette estimatet. Om dagens utlekkingsrate, målt i bekken mot Lavangsvatnet, på ca. 0,75 kg/år legges til grunn lineært bakover i tid, kan man anta at ca. 22 kg PFOS har lekket ut siden 1986. Det anses imidlertid sannsynlig at utlekkingsraten har vært betydelig høyere før, særlig i perioden med aktivt bruk av skum på feltet og under større nedbørshendelser med overflateavrenning, og at det som fremgår av analysegrunnlaget representerer «halen» av utlekkingsforløpet til Lavangsvatnet. Det vurderes derfor som sannsynlig at hovedmengden av brukt PFOS allerede har lekket til Lavangsvatnet, samt at en del er samlet i betongkar og oljeutskiller/tett tank i perioden etter at dette ble etablert på feltet.





Figur 3-2: Øvre myrområde vist med sort polygon.

For myrområdet nedstrøms EVE4 er det sannsynligvis betraktelig mindre PFOS lagret i jordmassene enn i området oppstrøms EVE 4. Her vil trolig mesteparten av transporten foregå i bekk markert i Figur 3-2. Tilgjengelig kotegrunnlag indikerer et vannskille som tilsier at all spredning av PFAS fra brannøvingsfeltet vil passere EVE4, og at det ikke tilføres forurensing nedstrøms dette punktet. Dette bekreftes av beregnet stoffmengde per tid ved bekkens start (EVE 4) og utløp. Gjennomsnittskonsentrasjon i de to punktene er henholdsvis 11850 ng/l og 6460 ng/l, noe som viser betydelig fortykning. Legges gjennomsnittlig årsavrenning til de to punktene til grunn så viser dette tilnærmet lik stoffmengde per tid i disse to punktene. Dette gjør det sannsynlig at tilførsel av PFOS til bekken hovedsakelig skjer oppstrøms EVE4 og ikke nedstrøms.

### 3.1.2 BØF-B

Nøyaktig lokasjon av BØF-B er usikker. Den lå sannsynligvis delvis under nåværende taksebane. Det betyr at det ikke er tatt jordprøver fra sentrale deler av BØF-B. Det er tatt supplerende prøver i dette området i november 2015. Analyseresultater foreligger ikke ved ferdigstilling av denne tiltaksplanen, men forventes i januar 2016.

Mellom BØF B og Langvatnet er det et myrområde. Myrområdet er delvis grøftet i nord og sør. Langvatnet ligger 100-150 meter fra området ved BØF B. Dette området har masser dominert av torv med opptil 60 cm mektighet, men massene er noe heterogene med fraksjoner som sand, silt og blokk til stede. De fleste av sjaktene stopper i underliggende siltig/leirig sand (lys grå, enkelte steder med skjellrester). Massene ser ut til å være en blanding av fyllmasser og stedlige masser. Noen steder ligger torvlag under fyllmasser og noen steder ligger torvlag over fyllmasser. Dette

gjør det vanskelig å skille mellom torvlag og fyllmasser ved beregning av PFOS mengder som ligger igjen i området. Dyp til fjell er for dette området mellom 1,5-6 meter (Noteby, 1997). Gjennomsnittlig dyp til fjell er ca. 3,5 meter. Det er registrert vanninnsig i flere av prøvepunktene mellom 0,5 til 1 meter under terreng. Det er sannsynlig at PFOS transporteres i de øvre delene av grunnvannssonen.

Restmengde i jord er estimert for området som er prøvetatt. Figur 2-3 viser en interpolering av PFOS-konsentrasjon for alle analyser som er tatt. PFOS-forurensede område er kun avgrenset i øst. Hvor stort område som er forurensede er vanskelig å gi et godt estimat på. Punktene N-1, N-3 og Ø-2 har to prøver nedover i jordprofilen. Resten av prøvepunktene har en analyse. Den dypeste prøven er fra 150-170 cm under terreng (Ø-2). I denne prøven er det ikke påvist PFOS. Den høyeste konsentrasjonen er i overflateprøve N-4.

Arealet til prøvetatt område er  $15\ 000\ \text{m}^2 \pm 1\ 000\ \text{m}^2$  (Figur 2-3). Usikkerheten til prøvetatt område er liten da det ikke forsøkes å si noe om størrelsen på forurensede område. Grunnen til dette er at forurensningen er for dårlig avgrenset og fordi det er usikkerhet rundt hvor BØF-B har vært lokalisert. Dybden til forurensede masser er estimert til  $1,5\ \text{m} \pm 0,3\ \text{m}$ . Dette er basert på at grunnvannstanden sannsynligvis er ca. 1 meter under terreng og at det ikke er sannsynlig at det er mye PFOS dypt under grunnvannsspeilet. Egenvekten til de forurensede massene er estimert til  $1,0\ \text{kg}/\text{dm}^3 \pm 0,4\ \text{kg}/\text{dm}^3$ . Usikkerheten i egenvekt er så stor fordi det er usikkert hvor stor del av massene som er fyllmasser og hvor stor del av massene som er torv. Gjennomsnittskonsentrasjonen for PFOS i dette laget er  $242\ \mu\text{g}/\text{kg}$ . Dette gir en restmengde PFOS i størrelsesorden  $5\ \text{kg} \pm 3\ \text{kg}$ .

Årlig spredningsmengde PFOS er beregnet for nedbørsfeltet i Figur 3-3. Det er tatt utgangspunkt i overflatevannprøvene "grøft 1", "grøft 2", "Sandlager", "Sig Langvatn vest", "Vinkelbygg Ø (SGS 1)", "Vinkelbygg Ø (SGS 2)" og grunnvannsprøve "Ø2". Vannprøvene "Vinkelbygg (SGS 3)", "SGS OV". Gjennomsnittskonsentrasjon for PFOS for disse prøvepunktene er  $680\ \text{ng}/\text{l}$ . Nedbørsfeltet i Figur 3-3 er ca.  $150\ 000\ \text{m}^3$  og gir en gjennomsnittlig avrenning på  $122\ 550\ \text{m}^3/\text{år}$ . Dette gir en utlekking på ca.  $0,085\ \text{kg}\ \text{PFOS}/\text{år}$ . Størrelsen på nedbørsfeltet er usikker. Årsaken til dette er at det er tette flater i området som det er antatt renner ut i terreng innenfor nedbørsfeltet. Det er også flere overvannssystemer oppstrøms BØF-B nærmere rullebane som kan lede vannet ut av nedbørsfeltet og dermed gir usikkerhet til antatt størrelse.

Tiden det vil ta før all PFOS har lekket ut fra BØF-B er veldig vanskelig å estimere da forurensningen ikke er godt nok avgrenset, og kunnskap om spredningsveger er mangelfull.



Figur 3-3: Viser nedbørsfelt til BØF B og området rundt med lyseblått polygon. Sirkel markert med kryss er brønner. Sirkel med loddrett strek er prøver av overflatevann. Venstre side av sirkel har fargekode for PFOS-klasse, mens høyre side av sirkel har fargekode for PFAS-klasse. Klassifiseringen er basert på gjennomsnittsverdier for målingene som er gjort i punktet. Sorte stiplede linjer er overvannssystemer. Blå linjer er bekker eller grøfter med vann i dagen.

### 3.2 ØKOSYSTEM OG RISIKO

Beskrivelsen i dette kapittelet er i hovedsak hentet fra risikovurderingen (Norconsult og Sweco, 2015). For ytterligere detaljer henvises det til denne.

Naturen rundt Evenes lufthavn, er preget av myrer, våtmarksområder, vann og elver som drenerer til sjøen. Nautå naturreservat og Kjerkvatnet naturreservat er som del av Evenes våtmarkssystem utpekt som Ramsarområder (ramsar.org, lesedato 2015-12-16). Statusen som Ramsarområde innebærer ingen endring av vernebestemmelsene, men medfører økt internasjonal oppmerksomhet rundt områdenes forvaltning (miljødirektoratet.no, lesedato 2015-12-16). Dette er artsrike økosystemer med flere viktige biologiske funksjoner. Området er spesielt viktig som beite- og trekkområder for et høyt artsmangfold av ender og andre våtmarksfugler. Eksempelvis kan dette være hegrer, fiskender, laksender og ulike måkearter som makrellterne. Disse artene lever blant annet av fisk og derfor befinner de seg høyt i næringskjeden.

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



Miljøtilstanden i naturmiljøet rundt brannøvingsfeltene er med bakgrunn i analyseresultatene av biota fra innsjøene klassifisert til kategori IV, som er dårlig miljøtilstand (Norconsult og Sweco, 2015 – Tabell 4-1), og verdiene for EQS<sub>biota</sub> er overskredet. Det er grunn til å anta at dette også gjelder for det terrestre miljøet på og ved brannøvingsfeltene. I marint område utenfor Stunesosen og Tårstadosen er det moderat miljøtilstand.

Litteraturen gir ikke dokumentasjon på at de konsentrasjoner som er målt i biota ved Evenes lufthavn sannsynliggjør økologiske eller individuelle konsekvenser for de tilstedeværende arter, hverken for de artene som er undersøkt, eller for arter høyere opp i næringskjeden (Norconsult og Sweco, 2015).

Sammenlignet med krav i EUs vanndirektiv og Avinor sin målsetning om å ivareta god vannkvalitet (9,1 µg PFAS/kg vv) viser innsamlede data til dels høyere verdier i biota enn denne normen. Det er betydelig usikkerhet i forhold til å beskrive fremtidig utvikling av PFAS i økosystemer for områdene omkring Evenes lufthavn. Dette har sammenheng med usikkerheter omkring kilder og deres lokalisering og avgrensning, usikkerhet i restmengder, usikkerhet omkring spredningsveger, samt usikkerheter omkring hvor man er i utlekkingsforløpet. Det vurderes som sannsynlig at man er på «halen» av utslippet i dag, og at utlekkingsraten var betydelig høyere da brannøvingsfeltene var i drift. Risikovurderingen konkluderer med at den årlige spredningsmengden er avtagende, og at det vil ta lang tid før spredningen opphører helt. Med et slikt utgangspunkt er det over tid grunn til å forvente avtagende innhold av PFAS i fisk og andre arter som tar opp disse forbindelsene (Norconsult og Sweco, 2015). Forsøkene beskrevet av Johanson et al. (2015) viser imidlertid at PFOS ikke skilles ut over en periode på tre uker uten PFOS-eksponering. Forsøksperioden er for kort til å si noe om et langtidsperspektiv, og Ahrens og Bundschuh (2014) peker på behov for mer forskning på effekter av kontinuerlig utslipp over flere generasjoner for økt forståelse av effekter over tid.

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

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

### Matbiota og risiko

Området rundt Evenes er et ettertraktet friluftsområde og det utøves sportsfiske, matfiske og noe kommersielt fiske, både i saltvann og ferskvann. Mattilsynet har innført generelle råd om konsum (sjømatadvarslar) i deler av nærområdet til Evenes lufthavn, men som ikke er knyttet til aktiviteten på lufthavnen. Rådene gjelder spesielt taskekrabbe (pga. kadmium), samt noe fisk og muslinger (pga. PCB og metaller). I Tårstadelva, Lavangsvatnet og Langvatnet fiskes det sjørørret, laks og sjørøye. Det er registrert svært varierende årsfangster av både laks, sjørørret og sjørøye, og fangsten av laks virker å være nedadgående (<http://taarstad.org/fangst.php>). I Kjerkvatnet er det registrert ørret og skrubbe.

En oppsummering av resultater fra biotaundersøkelsene er gitt i kap. 2.2.4 – 2.2.6. Mattilsynet har gitt en vurdering av analyseresultatene slik de er presentert i risikorapporten (Norconsult og Sweco, 2015) opp mot mattrygghet. Mattilsynets vurderingen er gitt i kap. 3.2.1.

### 3.2.1 Mattrygghet

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

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

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

På bakgrunn av analyseresultater av PFAS-forbindelser i fisk/skalldyr presentert i risikorapporten (Norconsult og Sweco, 2015) konkluderer Mattilsynet som følger:

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

# 4 Vurdering av alternative oppryddingstiltak

## 4.1 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 PFAS-forurensset jord.*

Vi anbefaler at akseptkriterier 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 15 ulike tiltak/tiltakskombinasjoner, med medfølgende kostnader.

### 4.1.1 Faktorer som legger føringer for valg av tiltak

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

Brannøvingsfeltene inneholder enkelte installasjoner i grunnen som må hensyntas ved planlegging av tiltaksløsning. Ved BØF A står fortsatt øvingskar og asfaltert plate intakt, sammen med tilhørende røropplegg for overvann og oljeutskilleranlegg. Det er ellers ingen kjent infrastruktur i grunnen i dette området. Vann- og biotaprøver viser at forurensingen har spredd seg til myrområdet lenger vest, videre til Lavangsvatnet. Beregninger viser at tilnærmet like store restmengder nedstrøms brannøvingsfeltet, som på selve feltet. Dette er med å påvirke valg, og plassering, av tiltak, da mye av forurensingen ikke lenger befinner seg i kildeområdet.

Påvisning og avgrensning av kildeområder og utlekkingsomfang til Langvatnet er mangelfull. Dette gjelder også det eldste brannøvingsfeltet, BØF B. Tidligere rapporter har dels sprikende anvisning av brannøvingsfeltets plassering, og det foreligger ikke analyseresultater som gir ytterligere svar på dette. I følge Noteby (1997) skal brannøvingsfeltet ha ligget i området under dagens taksebane, og masser skal ifølge lufthavnens personell dels være skiftet ut i forbindelse med etablering av taksebanen og langsgående kabelføring. Dette kan være årsak til at det ikke er avdekket et tydelig kildeområde. Vannprøver i området mellom BØF/terminalområdet og Langvatnet viser spredning østover mot Langvatnet, og stor geografisk spredning tyder på at det kan være flere kilder i tillegg til BØF. Videre viser prøver i overvannssystemet lenger nord at det kan være et aktivt kildeområde ved nordre ende av taksebanen (jordvoll nord). Det er således ikke grunnlag for å vurdere effekten av tiltak som har til hensikt å redusere utlekking til Langvatn fra dette området, inntil en tydeligere påvisning og avgrensning av kildeområdene foreligger. Det er gjennomført sjaktgraving og prøvetaking av jord i november 2015 for å sannsynliggjøre feltets plassering, og påvise/avgrense evt. andre kildeområder.

#### **4.1.2 Mulige tiltak**

Med utgangspunkt i litteratur, pilotskala- og fullskalaforsøk, er det gitt en oversikt over mulige tiltaksløsninger som er vist å ha en positiv effekt på rensing av PFOS (Tabell 4-1). 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. 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 BØF A utfra lokale forhold. BØF B er ikke vurdert grunnet mangelfull påvisning/avgrensning av kildeområde(r), samt at foreløpige beregninger tyder på at utlekking herfra er liten sammenliknet med BØF A.

Tabell 4-1: Mulige tiltaksløsninger som, i henhold til kjent litteratur, pilotskala- og fullskalaforsøk, er vist å ha positiv effekt på rensing av PFOS. Grønne felter indikerer tiltak som i seg selv, eller som del av flere tiltak, er videre vurdert ift. kost/nytte. Tiltak er ikke vurdert for BØF B hvor påvisning/avgrensning av forurensningskilder er mangelfull.

		Metode	Egnethet for PFOS	BØF A
Umettet sone	Fjerning	Oppgraving	Egnet	Egnet, gitt at mobilisering til vannfase fanges gjennom rens tiltak for vann i anleggsperioden
		In situ løsninger	Capping/tildekking	Trolig egnet
	Stabilisering		Egnet	Egnet, men fjerner ikke forurensningen. Kan gi begrensning på etterbruk.
	Gjennomskylning til mettet sone		Trolig egnet	Egnet kun dersom (grunn)vannet er ivarettat/ renses
	Naturlig utvasking		Trolig egnet	Egnet kun dersom grunnvannet er ivarettat/renses. Tidkrevende
	Massehåndtering	Termisk behandling	Egnet	Kun aktuelt hvis masser graves ut. Egnet, men ukjent om metode er tilgjengelig som mobilt utstyr. Ukjent energibehov.
		Vasking i mobilt anlegg	Egnet	Egnet for fyllmasser. Kun aktuelt hvis masser graves ut
		Deponering internt	Egnet	Egnet i kombinasjon med vasking i mobilt anlegg. Kun aktuelt hvis masser graves ut.
		Deponering eksternt	Egnet	Egnet. Benyttes der vasking ikke er egnet. Kun aktuelt hvis masser graves ut. Innebærer flytting av forurensning.
	Mettet sone	Fjerning	Fysisk fjerning av masser i mettet sone og overgang til denne	Egnet
Vannrensing		Pump and treat av grunnvannet, reinfiltrasjon	Egnet	Ikke egnet som brønnuttak. Trolig dårlig definert grunnvannsnivå.
		Vannrensing i grøft	Egnet	Egnet, men krever lang levetid dersom eneste tiltak. Mest aktuelt i kombinasjon med andre tiltak på BØF. Antatt definert utstrømningshorisont langs fyllingsfot oppå lavpermeable stedlige masser
		Rensing av bekkevann	Egnet	Egnet, men krever lang levetid for tiltaket.
		In situ kjemisk oksidasjon	Udokumentert effekt	

### 4.1.3 Vurderte tiltaksløsninger

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 tiltak/tiltakskombinasjoner for vann og jord.

Antall vurderte tiltaksløsninger er et utvalg av mulige løsninger for å stanse eller redusere spredning av PFOS til Lavangsvatnet fra BØF A. Dette anses å gi grunnlag for å vurdere kost/nytte for ulike tiltak for vann og jord på skissenivå.

For det eldste brannøvingsfeltet, BØF B, er det ikke grunnlag for en tilsvarende vurdering, da man ikke har en klar påvisning eller avgrensning av brannøvingsfeltet eller andre kilder i området. Det synes imidlertid sannsynlig at det foregår en utlekking til Langvatnet fra flere kilder på østsiden av rullebanen, både diffust og via konsentrerte utslippspunkter for overvann. Det relative bidraget fra brannøvingsfeltet og andre kilder bør avklares nærmere før konkrete tiltak vurderes. Det er igangsatt ytterligere undersøkelser høsten 2015 for nærmere avklaring av mulige kilder og omfang. Det vises for øvrig til supplerende undersøkelser i kap. 6.3.1

#### 4.1.3.1 Tiltaksløsninger BØF A

Vann- og biotaprøver viser at forurensingen har spredd seg til myrområdet lenger vest, videre til Lavangsvatnet. Årlig utlekking av PFOS fra BØF er estimert på bakgrunn av årlig snittavrenning til bekken (3,5 l/s), samt målt snittkonsentrasjon ved bekkens utløp (6700 ng/l, n=9 i perioden 2012-2015). Dette gir årlig spredningsmengde på ca. 740 g PFOS. Spredningsmengde tilbake til brannøvingsfeltets start er svært usikker grunnet manglende målinger før 2012. Legges beregnet årlig spredning til grunn for hele perioden siden oppstart gir dette en total utlekking på ca. 21-22 kg PFOS.

Restmengder på BØF er estimert til ca.  $3,3 \pm 2,5$  kg i fyllmasser og  $2,1 \pm 1$  kg i torvlaget, mens datagrunnlaget er mangelfullt for underliggende sandig silt på berg. Det foreligger analyse av prøve av det sandige siltlaget under torva fra ett dypt prøvepunkt på BØF (EVE1). Dette ligger rett nordøst for asfaltert område, og viser konsentrasjon av PFOS  $<30$  ug/kg. I tillegg er det analyse av tilsvarende lag i ikke utfylt område i to punkter (EVE3 og E BØF A 3-3). Beregnet restmengde, basert på interpolering av målt konsentrasjon i disse tre punktene, er  $<0,1$  kg.

Sjaktprotokoller fra feltarbeid beskriver disse sandige siltmassene som svært lite permeable. Prøver av tilsvarende løsmasselag under torva nordvest og sørvest for utfylt område er beskrevet som noe mer leirholdig, og må forventes å være tilsvarende lite permeable. Konsentrasjon av PFOS er under normverdi i disse prøvene, til tross for at vannprøver i det samme området viser dels høye konsentrasjoner (ca. 9 700 – 27 100 ng/l). Vanninnslag i sjakter er beskrevet over silt-leirlaget, noe som tyder på at spredning fra utfylt område skjer i overliggende masser. Dette forsterker inntrykket av at restmengden PFOS i dette silt-/sandlaget er liten, feltet sett under ett, og at spredning fra/via dette laget uansett er svært liten. Det er derfor grunn til å anta at tiltak i sand-/silt-/leirlaget vil ha liten effekt på årlig utlekking av PFOS til Lavangsvatnet. Datagrunnlaget er imidlertid mangelfullt, med tilhørende usikkerhet i anslaget for restmengder og spredning fra dette laget. Tiltaksløsningene inkluderer derfor også disse massene.

I området vest for BØF, inkl. myrområdet oppstrøms EVE 4, er det estimert en restmengde PFOS på ca.  $5,7 \pm 2,5$  kg i torvlaget. Nedstrøms BØF A antas hoveddelen av PFOS å spres med bekken uten ytterligere bidrag fra omkringliggende myrområde.

Estimerte restmengder tyder på at hovedandelen av totalt brukt PFOS (ca. 2340 kg) på BØF A er fanget opp i øvingskar og ført til oljeutskiller og tett tank, videre til kommunalt avløp med Ofotfjorden som resipient.

### Tiltak for redusert spredning av PFOS fra BØF A

Kost/nytte for ulike tiltak og tiltakskombinasjoner er vurdert. Disse er vurdert som de mest egnete for å stanse/ redusere utlekking av PFOS til Lavangsvatnet, basert på kjente konsentrasjoner og lokale forhold. Det er vurdert vannrensing som eneste tiltak, samt tiltak i jord, enten alene eller i kombinasjon med rens tiltak for vann. Det er til sammen vurdert kost/nytte for 15 tiltak/tiltakskombinasjoner. Disse er oppsummert i Tabell 4-2 og Tabell 4-3, og nærmere beskrevet under.

Tabell 4-2: Vannrensing som eneste tiltak.

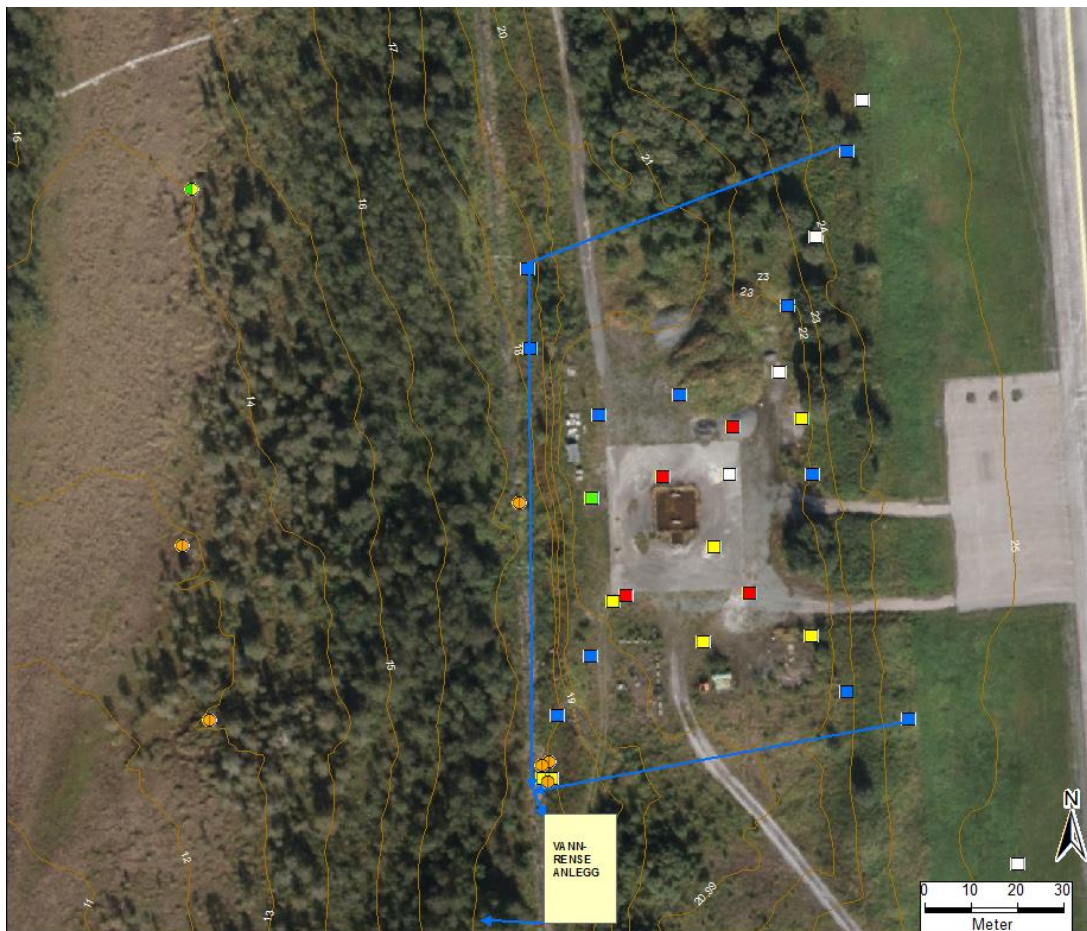
<b>A1</b>	Oppsamling av vann ved foten av utfylt område på BØF, med påfølgende rensetrinn for vann
<b>A4</b>	Bekkeinntak i øvre del av bekk i myrområdet vest for BØF, med påfølgende rensetrinn for vann
<b>A1 + A4</b>	Kombinasjon av tiltakene over

Tabell 4-3: Tiltak på brannøvingsfeltet; ulike omfang, alene eller i kombinasjon med vannrensing i bekk (A4, Tabell 4-2).

<b>A2-1</b>	Oppgraving på BØF for eksternt deponering.	<b>(A1)</b>	<b>A4</b>	A2-1 Alt (A1)
				A2-1 Hot spot (A1)
				A2-1 Alt (A1) + A4
				A2-1 Hot spot (A1) + A4
				A2-1 Alt + A4
<b>A2-2</b>	Oppgraving på BØF med vasking av fyllmasser i mobilt vaskeanlegg på stedet. Øvrige masser graves bort og deponeres eksternt.	<b>(A1)</b>	<b>A4</b>	A2-2 Alt (A1)
				A2-2 Hot spot (A1)
				A2-2 Alt (A1) + A4
				A2-2 Hot spot (A1) + A4
				A2-2 Alt + A4
<b>A3</b>	Tildekking av forurensede masser		<b>A4</b>	A3 Alt
				A3 Hot spot
				A3 Alt + A4
Alt = fjerne/vaske/tildekke all påvist forurenset masse. Hot spot = fjerne/vaske/tildekke de mest forurensede massene (A1) = inkl. A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden(6 mnd.)				

- A1** – Oppsamling av vann i gravde grøfter langs gjerdet nedstrøms brannøvingsfeltet, med tilførende sidegrøfter fra øst, på nord- og sørsiden av feltet, for å fange evt. avrenning mot nord og sør. Grøft graves ned i antatt lavpermeable silt-/leirmasser under torva. Det legges drenerør som omfyller med puk, samt geotekstil for å begrense utvasking av finpartikulært materiale fra stedlige masser. Vann ledes på selvføll fra samlegrøft, via fordrøynings-/sedimentasjonskontainer, rensetrinn for humus og påfølgende kullfilter for PFOS-rensing. Renset vann slippes på nedstrøms terreng. Løsning er skissert i Figur 4-1.



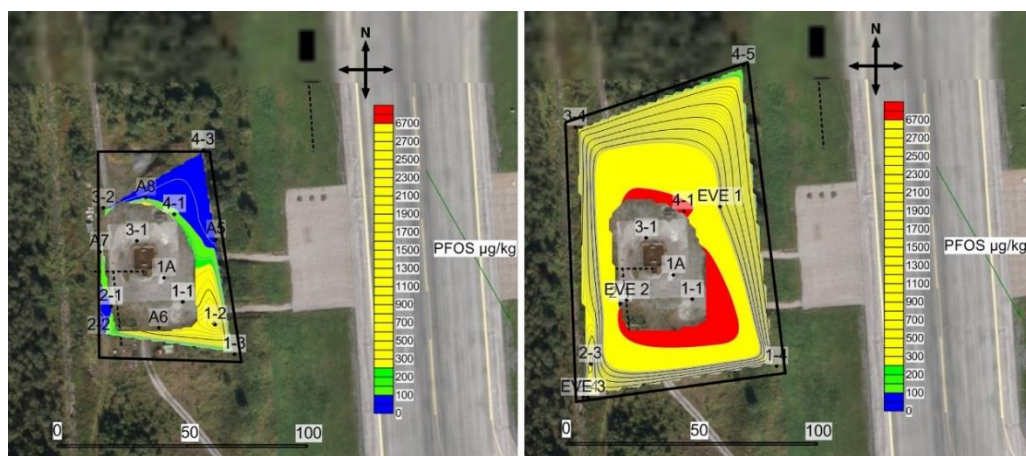


Figur 4-1: Skissert løsning A1 med samlegrøfter for vann til rensetrinn plassert nedstrøms.

- **A2** – Oppgraving, sortering og behandling av forurensede fyllmasser over stedlige masser, i kombinasjon med oppsamling og behandling av vann i anleggsperioden (A1).
  - **A2-1** Oppgraving av forurensede masser for eksternt deponering. Øvingskar og asfaltdekke fjernes og deponeres eksternt. Fyllmassene soldes for å skille ren grovfraksjon (>50 mm) fra øvrige masser. Basert på beskrivelse og bildemateriale fra tidligere undersøkelser (DP2) legges 50 % fordeling til grunn. Grovfraksjonen mellomlagres for benyttelse inne på lufthavnens område. Øvrige fyllmasser transporteres ut til eksternt deponi, sammen med underliggende sandig silt. Torvlaget graves av for seg og sendes til forbrenning. To ulike omfang for gravetiltak er skissert; (i) all forurenset masse fjernes (tilsvarende arealer gitt i Figur 2-1 og Figur 2-2, og (ii) de mest forurensede delene av feltet fjernes (skissert i Figur 4-2). De ulike omfangene er vurdert alene og i kombinasjon med vannrensing i bekk fra myrområdet i vest (se A4 under). Dette gir totalt 4 ulike omfang/kombinasjoner for dette tiltaket.

Gravearbeidet forventes å medføre økt mobilisering av PFOS i anleggsperioden, særlig under nedbørshendelser. Det legges derfor opp til oppsamling og rensing av vann, som skissert for tiltak A1, i anleggsperioden.



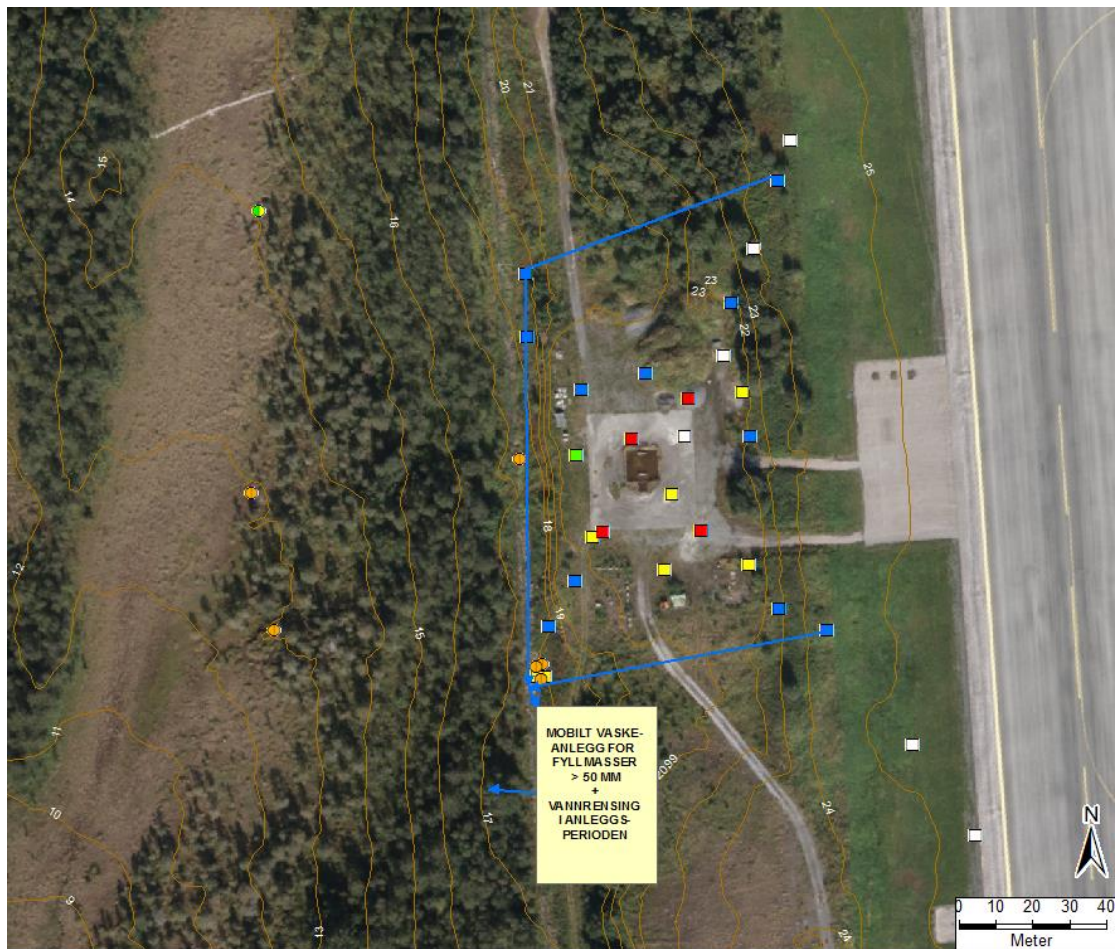


Figur 4-2: Skissert omfang ved utgraving av områder med høyest konsentrasjon av PFOS. Det bemerkes at interpoleringsmetoden som benyttes (natural neighbour) anses å overestimere utstrekning av høye konsentrasjoner, særlig for torvlaget (ca. 1700 m<sup>2</sup>). Det er derfor lagt til grunn en utstrekning for hot spot i torvlaget som er lik overliggende fyllmasser. Oppsamling og rensing av vann som vist for alt. A1.

- **A2-2** Vasking av fyllmasser i mobilt vaskeanlegg. Øvingskar og asfaltdekke fjernes og deponeres eksternt. Fyllmasser over torvlaget graves opp. Fyllmassenes grovfraksjon skilles ut og benyttes som beskrevet for tiltak A2-1. Fyllmasser finere enn 50 mm vaskes i mobilt vaskeanlegg, og mellomagres for benyttelse internt på lufthavnen. Vaskede masser avvannes og mates ut. Vaskevann renses og tilbakeføres i vaskeprosessen i lukket system. Overskuddsvann etter endt renseprosess slippes ut. Erfaringstall fra pilotforsøk i Sverige antyder PFOS-konsentrasjon i rensert vann på <10 ng/l. Videre viser de samme forsøkene, samt tilsvarende forsøk i Belgia, en rensegrad på 81-99 % for jord, avhengig av opprinnelig forurensingsnivå og type masse. Torv og underliggende sandig silt anses ikke egnet for vaskeprosess. Disse massene håndteres som beskrevet for tiltak A2-1.

To ulike omfang for gravetiltak er skissert; (i) all forurenset masse fjernes/vaskes, og (ii) de mest forurensete delene av feltet fjernes/vaskes. Omfang av gravetiltak er det samme som for A2-1. Skissert løsning er vist i Figur 4-3. De ulike omfangene er vurdert alene og i kombinasjon med vannrensing i bekk fra myrområdet i vest (se A4 under). Dette gir totalt 4 ulike omfang/kombinasjoner for dette tiltaket.

For å fange opp mobilisering av PFAS under gravetiltaket kan det etableres oppsamlingsgrøft og påfølgende vannrensetrinn som for alt. A1, i anleggsperioden, som risikoreduerende tiltak.



Figur 4-3: Prinsippskisse for bruk av mobilt vaskeanlegg for fyllmasser, sammen med oppsamling og rensing av vann i anleggsperioden (A1). Areal for utgraving som beskrevet for A2-1.

- **A3** – Tildekking av brannøvingsfeltet for å hindre infiltrasjon og videre utvasking. Øvingskar fjernes før tiltak. Utfyllt område dekkes med leirkappe med overliggende drenslag og toppdekke/vegetasjonslag.

To ulike omfang for tildekkingstiltaket er skissert; (i) all forurenset masse tildekkes, og (ii) de mest forurensete delene av feltet tildekkes. Arealer for tildekking tilsvarer areal for bortgraving i tiltak 2-1 og 2-2 (vist i Figur 2-1 og Figur 2-2). De ulike omfangene er vurdert alene og i kombinasjon med vannrensing i bekk fra myrområdet i vest (se A4 under). Dette gir totalt 4 ulike omfang/kombinasjoner for dette tiltaket.

- **A4** – Bekkeinntak i området ved EVE4, med påfølgende renseløsning tilsvarende den som skisseres for tiltak A1, men med kapasitet til å ta større vannmengder. Tiltaket kan utføres som eneste tiltak, da denne vil fange utlekking fra BØF, eller i kombinasjon med ett eller flere av tiltakene beskrevet over. Skissert løsning er vist i Figur 4-4.





Figur 4-4: Skissert løsning for rensing av bekkevann. Det etableres anleggs-/driftsveg fra eksisterende driftsveg på lufthavnen.

Ut fra en betraktning av strømningshastigheter for vann, samt Kd-verdier for vannførende lag (torv) er det estimert at det tar ca.  $35 \pm 10$  år for å transportere PFOS fra forurenset område på BØF til der bekken fra myra til Lavangsvatnet starter. Det anses imidlertid sannsynlig, ut fra feltobservasjoner av grunn- og topografiske forhold, at det er en betydelig vanntransport på overflaten under større nedbørshendelser. Transporttiden for PFOS vil være tilsvarende kortere under slike hendelser. Videre transport til Lavangsvatnet antas i all hovedsak å skje med bekken. Uten tiltak antas utlekking til Lavangsvatnet å avta sakte over lang tid da en betydelig andel av beregnet restmengde fortsatt befinner seg i massene på brannøvingsfeltet og vil fortsette å lekke ut. I følge risikovurderingsrapporten forventes utlekkingsrate å avta med tid, og det er således knyttet usikkerhet til estimert tid før all PFOS er lekket ut. Det er sannsynlig at dagens situasjon gjenspeiler «halen» på utlekkingskurven, noe som sannsynliggjør at en betydelig andel av forbrukt mengde allerede har lekket ut til Lavangsvatnet, og at det derfor er lite restmengde igjen på feltet sammenliknet med beregnet historisk forbruk.

#### 4.1.4 **Kostnadsestimater for ulike tiltakskombinasjoner, BØF A**

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 entreprisestimer og felleskostnader til grunnkalkyle, samt forslag til basiskalkyle og forventningsverdi (P50) basert på erfaringstall. Basiskostnaden er den kostnaden som fremkommer ved tradisjonell estimering og erfaringstall uten vurdering av usikkerhet. Forventet kostnad er uttrykket for hvor mye det er ventet at prosjektet skal koste når det er fullført. Det er samme sannsynlighet for at forventet kostnad enten kan underskrides eller overskrides (P50-verdi).

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

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

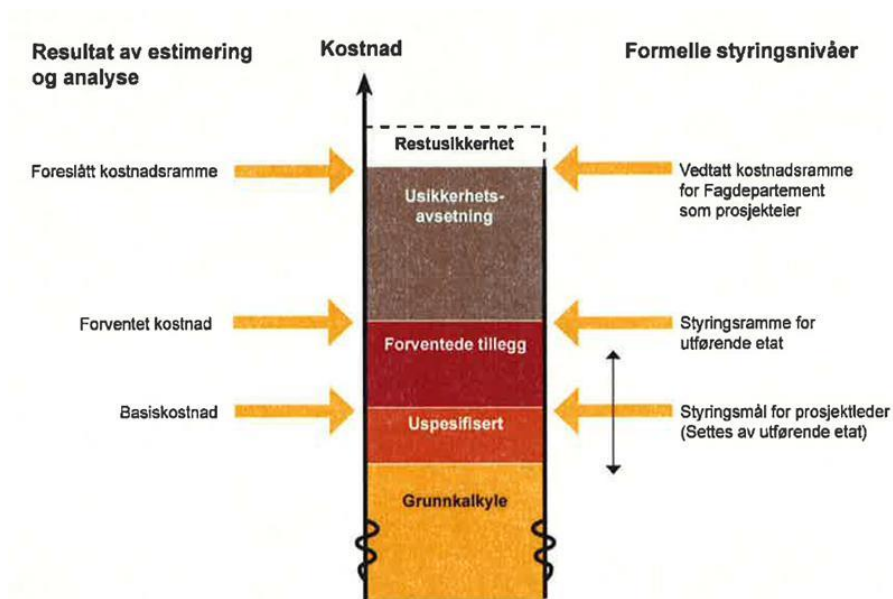
Grunnkalkylen er basert på en forenklet versjon av anbudsbeskrivelse med priser fra Norsk Prisbok 2015. De postene i tiltaksløsningene som ikke er beskrevet i Norsk Prisbok er hentet enten fra erfaringstall eller mer usikre estimater. Basiskalkylen består av en grunnkalkyle med definerte poster og mengder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

Følgende kostnader til basiskalkylen er ikke inkludert:

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

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

Skjematisk fremstilling av trinnvis oppbygning av kalkylen er gitt i Figur 4-5.



Figur 4-5: Utdrag fra Finansdepartementets veileder nr. 2.

### Usikkerhetsavsetning - 85%

Usikkerhetsavsetningen eller prosjektreserven er definert som avsetning for å oppnå sikkerhet mot overskridelse av en gitt kostnadsramme. Kostnadsrammen er i denne sammenheng definert som et kostnadstall som det er 85 % sannsynlighet for ikke blir overskredet (P85-verdi).

Restusikkerheten utgjør dermed 15 %. Skisseprosjektet er beheftet med store usikkerheter og det er derfor valgt og å kun anvende forventet kostnad (P50) som grunnlag for kostnads- og nytteberegninger. Investerings- og kostnadsforutsetninger for de ulike tiltaksalternativene fremgår av Tabell 4-9.

#### 4.1.5 Kostnads- og nyttevurdering

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

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

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

Nytte er her anvendt om kg PFOS fjernet fra kretsløpet i løpet av tiltakenes levetid. For det valgte tiltaket er det også gjort betraktninger om hvilken effekt tiltaket har på utlekking av PFOS per tid (kg/år). Dette fremgår under kap. 5.2 og kap. 6.2.1.1.



#### 4.1.5.1 Forutsetninger

Kostandsforutsetningene for de ulike tiltaksalternativene i vann og jord for BØF A er i gitt i Tabell 4-4, Tabell 4-5, Tabell 4-6, Tabell 4-7 og Tabell 4-8. Første tallkolonne i hver tabell viser forventet utslippsreduksjon, mens de to neste viser usikkerheten i utslippsreduksjonen ved henholdsvis laveste og høyeste estimat. De alternativene som har en forventet effekt på 11.2 kg redusert PFOS utslipp, er antatt å være 100% effektive, da dette tilsvarer forventet total restmengde på BØF og området vest for dette. Avvikene for laveste og høyeste effekt skyldes usikkerheten i hvor mye PFOS som ligger i grunnen.

Som man ser av tabellen, er det 5 tiltakskombinasjoner som antas å ha full renseseffekt, med 11.2 kg estimert utslippsreduksjon. A4 som eneste tiltak vil måtte driftes i 45 år, mens de andre alternativene med full effektivitet har en livstid på 30 år.

Tabell 4-4: Kostnadsforutsetninger for BØF A, vannrensing som eneste tiltak.

Vannrensing som eneste tiltak	Effekt (kg PFOS fjernet)		
	Forventet	Lav	Høy
A1 (eneste tiltak i 15 år)	5.5	3	8
A4 (eneste tiltak i 45 år)	11.2	6.2	16.2
A1 (15 år) + A4 (30 år)	11.2	6.2	16.2

Tabell 4-5: Kostnadsforutsetninger for BØF A, øvrige tiltakskombinasjoner, der all forurenset masse på brannøvingsfeltet fjernes/vaskes/tildekkes i kombinasjon med vannrensetiltak i bekk, A4.

Øvrige tiltakskombinasjoner	Fjerne/vaske/tildekke all forur. masse + A4 (30år)		
	Effekt (kg PFOS fjernet)		
	Forventet	Lav	Høy
A2-1, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	11.2	6.2	16.2
A2-2, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	10.5	5.5	15.5
A2-1	11.2	6.2	16.2
A2-2	10.5	5.5	15.5
A3	11.2	6.2	16.2

Tabell 4-6: Kostnadsforutsetninger for BØF A, øvrige tiltakskombinasjoner, der de mest forurensete massene på brannøvingsfeltet fjernes/vaskes/tildekkes i kombinasjon med vannrensetiltak i bekk, A4.

Øvrige tiltakskombinasjoner	Fjerne/vaske/tildekke mest forur. omr. + A4 (30år)		
	Effekt (kg PFOS fjernet)		
	Forventet	Lav	Høy
A2-1, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	9.2	5.2	13.2
A2-2, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	7.3	3.8	10.8
A2-1	9.2	5.2	13.2
A2-2	7.3	3.8	10.8
A3	9.2	5.2	13.2

Tabell 4-7: Kostnadsforutsetninger BØF A, øvrige tiltakskombinasjoner, der all forurenset masse på brannøvingsfeltet fjernes/vaskes/tildekkes, uten vannrensetiltak i bekk, A4.

Øvrige tiltakskombinasjoner	Fjerne/vaske/tildekke all forur. masse		
	Effekt (kg PFOS fjernet)		
	Forventet	Lav	Høy
A2-1, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	5.5	3	8
A2-2, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	4.8	2.3	7.3
A3	3.3	1.8	4.8

Tabell 4-8: Kostnadsforutsetninger BØF A, øvrige tiltakskombinasjoner, der de mest forurensete massene på brannøvingsfeltet fjernes/vaskes/tildekkes, uten vannrensetiltak i bekk, A4.

Øvrige tiltakskombinasjoner	Fjerne/vaske/tildekke mest forur. omr.		
	Effekt (kg PFOS fjernet)		
	Forventet	Lav	Høy
A2-1, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	2.5	1	4
A2-2, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	2.1	1.1	3.1
A3	2	1	3

#### 4.1.5.2 Investeringer og årlige driftskostnader

Investerings- og kostnadsforutsetninger for de ulike alternativene er vist i Tabell 4-9. Investeringene skjer i år 1, mens rydding drift gjøres hvert 5. år i levetiden. Vannrensing krever reinvestering i renseanlegg hvert 15. år i prosjektets levetid. Alle de andre driftskostnadene er årlige i prosjektets levetid. Levetiden for hvert prosjekt er angitt i nederste linje i tabellen.

Tabell 4-9: Investerings- og kostandsforutsetninger for de ulike tiltaksalternativene.

Forutsetninger Arlige kostnader	Hvert x år	A1. Grøft med rensing		A2-1.	A2-1.	A2-2.	A2-2.	A3.	A3.	A4. Rensing	A4. Rensing
		15 år	6 mnd	Bortgraving, deponi Alt	Bortgraving, deponi Hotspot	Bortgraving, vasking Alt	Bortgraving, vasking Hotspot	Tildekking Alt	Tildekking Hotspot	av bekkevann 30 år	av bekkevann 45 år
Investering		13,398,113	7,022,309	41,633,159	15,025,223	38,226,084	12,918,747	13,336,653	6,601,784	12,247,292	11,722,447
Felleskost drift	1	141,655	70,994	0	0	0	0	0	0	169,825	179,050
Rydding- drift	5	55,200	0	0	0	0	0	0	0	22,080	22,080
Tildekking- drift	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oppgraving- drift	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stabilisering- drift	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiltak bekk-drift	1	6,900	0	0	0	0	0	0	0	6,900	6,900
Fjerne installasjoner- drift	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vannrensning- reetablering	15	0	0	0	0	0	0	0	0	8,280,000	8,280,000
Vannrensning- drift	1	1,402,287	709,941	0	0	0	0	0	0	1,411,671	1,411,671
Levetid prosjekt (år)	30	15	1	1	1	1	1	1	1	30	45
Realavkastningskrav	4 %										

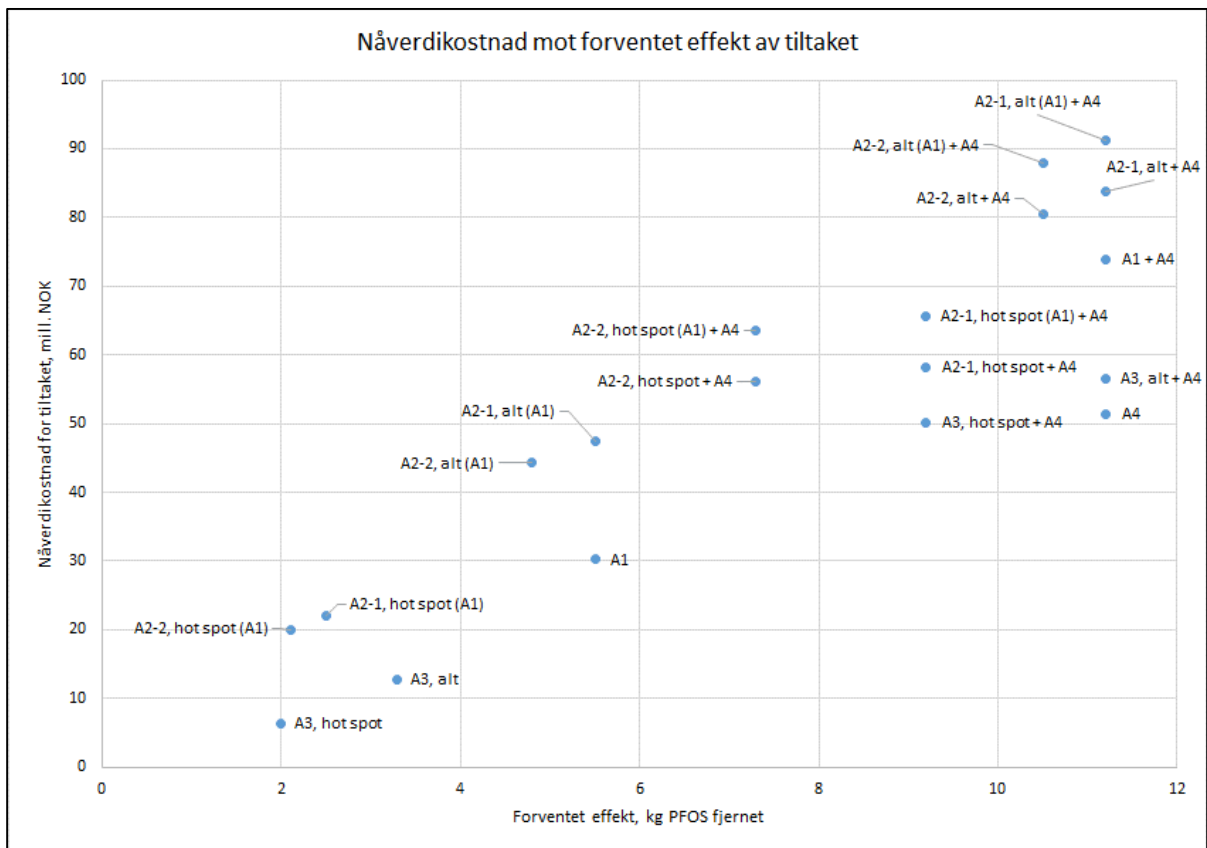
#### 4.1.5.3 Resultater og sensitivitet

Resultater for alle tiltaksalternativer er oppsummert i Tabell 4-10, og grafisk fremstilling av beregnet nåverdikostnad mot forventet effekt av tiltakene er vist i Figur 4-6. Tabell 4-10 viser også sensitivitet for kostnad per kg utslippsreduksjon ved høy og lav effektivitet i utslippsreduksjonen.

Som det fremgår av Tabell 4-10 er det tiltak A3 hot spot (kun tildekking av mest forurenset område, ingen vannrensing grøft) som gir laveste forventede nåverdikostnad per kg utslippsreduksjon, med en kostnad på ca. NOK 3.2 millioner per kg redusert PFOS, og med en total nåverdi av investeringer og drift på NOK 6,3 millioner. Ulempen med dette tiltaket er at det kun reduserer utslippene med 2,0 kg PFOS av i alt 11,2 kg, eller kun ca. 18 %. Av alle tiltakene som fjerner minst halvparten av utslippene, er A4 (vannrensing i bekk) alene det tiltaket med lavest kostnad per kg redusert utslipp, med en nåverdikostnad på NOK 4,6 millioner per kg redusert utslipp. Dette tiltaket har også full effekt. Dette er det tiltaket som tar lengst tid (45 år), og også det tiltaket som har høyest total investering (NOK 100,4 millioner), men siden den initiale investeringen er liten (NOK 11.7 millioner) og store deler av kostnadene ligger langt fram i tid, blir nåverdien betraktelig lavere med NOK 51,3 millioner. Det nest mest kostnadseffektive tiltaket med full effekt er A3 (tildekking av all forurenset masse) kombinert med A4 i 30 år. Dette tiltaket har en nåverdi per redusert kilo utslipp på NOK 5,0 millioner, og en nåverdi av investering og kostnader på NOK 56,5 millioner. Den initiale investeringen for dette alternativet er NOK 18,8 millioner.

Tabell 4-10: Resultater og usikkerheter for alle tiltaksalternativer.

Vannrensing som eneste tiltak					Kostn. per kg redusert utslipp (mill NOK)			Levetid
	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	Netto nåverdi	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	
A1	5.5	3.0	8.0	30,205,142	5.5	10.1	3.8	15
A4	11.2	6.2	16.2	51,327,381	4.6	8.3	3.2	45
A1	11.2	6.2	16.2	73,929,977	6.6	11.9	4.6	30
Øvrige tiltakskombinasjoner	Fjerne/vaske/tildekke all forur. masse + A4 (30år)				Kostn. per kg redusert utslipp (mill NOK)			Levetid
	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	Netto nåverdi	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	
A2-1, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	11.2	6.2	16.2	91,259,838	8.1	14.7	5.6	30
A2-2, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	10.5	5.5	15.5	87,983,804	8.4	16.0	5.7	30
A2-1	11.2	6.2	16.2	83,756,718	7.5	13.5	5.2	30
A2-2	10.5	5.5	15.5	80,480,685	7.7	14.6	5.2	30
A3	11.2	6.2	16.2	56,548,540	5.0	9.1	3.5	30
Øvrige tiltakskombinasjoner	Fjerne/vaske/tildekke mest forur. omr. + A4 (30år)				Kostn. per kg redusert utslipp (mill NOK)			Levetid
	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	Netto nåverdi	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	
A2-1, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	9.2	5.2	13.2	65,675,284	7.1	12.6	5.0	30
A2-2, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	7.3	3.8	10.8	63,649,827	8.7	16.7	5.9	30
A2-1	9.2	5.2	13.2	58,172,165	6.3	11.2	4.4	30
A2-2	7.3	3.8	10.8	56,146,707	7.7	14.8	5.2	30
A3	9.2	5.2	13.2	50,072,704	5.4	9.6	3.8	30
Øvrige tiltakskombinasjoner	Fjerne/vaske/tildekke all forur. masse				Kostn. per kg redusert			Levetid
	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	Netto nåverdi	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	
A2-1, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	5.5	3.0	8.0	47,535,003	8.6	15.8	5.9	
A2-2, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	4.8	2.3	7.3	44,258,969	9.2	19.2	6.1	
A3	3.3	1.8	4.8	12,823,705	3.9	7.1	2.7	
Øvrige tiltakskombinasjoner	Fjerne/vaske/tildekke mest forur. omr.				Kostn. per kg redusert			Levetid
	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	Netto nåverdi	Forv. Effekt	Lav Effekt	Høy Effekt	
A2-1, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	2.5	1.0	4.0	21,950,449	8.8	22.0	5.5	
A2-2, inkl A1 som risikoreduserende tiltak i anleggsperioden (6 mnd)	2.1	1.1	3.1	19,924,992	9.5	18.1	6.4	
A3	2.0	1.0	3.0	6,347,869	3.2	6.3	2.1	



Figur 4-6: Grafisk fremstilling av beregnet nåverdikostnad mot forventet effekt for de ulike tiltaksalternativene.

#### 4.1.6 Anbefalt tiltaksløsning

Ut fra dagens kunnskap om kildeområder og forurensingsomfang synes tiltak rettet mot å begrense utlekking fra BØF A å kunne gi størst reduserende effekt på total utslippsmengde fra lufthavnen.

Basert på analysen i kap. 4.1.5, fremstår alternativ A4, rensing av bekkevann i 45 år, som det mest attraktive alternativet ut fra en kost-/nyttevurdering, fordi det har lavest forventet kostnad per kilo reduksjon av PFOS av de tiltakene som har en betydelig effekt. Dette alternativet vil også oppnå full effekt fra etableringstidspunkt, i den forstand at utlekking fra brannøvingsfeltet og området vest for dette, til Lavangsvatnet, stanses ved rensetrinnet. Dette er et viktig aspekt med hensyn til ivaretagelse av lokale resipienter og menneskelig helse lokalt.

Dersom den overordnede vurdering er at det skal gjennomføres tiltak for å redusere utlekking av PFOS fra BØF A til Lavangsvatnet, anbefales derfor tiltak A4, rensing av bekkevann.



# 5 Akseptkriterier

Fra Miljødirektoratets pålegg:

*Redegjørelse for hva Avinor mener skal være kriterier som utløser tiltak for eiendommen. Disse kan ikke bygge på de foreslåtte tilstandsklassene fra DP2-rapporten som er utelukkende basert på human helse. Kriteriene kan bestemmes i form av jord-, vann- og biotakonsentrasjoner i tiltaksområdet, samt årlig spredningsmengde fra området.*

## 5.1 BAKGRUNN

I Vannforskriftens 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<sub>ferskvann</sub> på 0,65 ng PFOS/l. Dette er utledet fra en verdi på QS<sub>biota, hh</sub> = 9,1 µg PFOS/kg, og denne gjenspeiles i Avinors miljømål om god vannkvalitet og gode livsbetingelser for berørte arter.

I Langvatn viser resultatene av muskelprøver forhøyede nivåer av PFAS i røye (5,3-26 ug/kg) og laks (10,33-28,55 ug/kg). I Lavangsvatnet er det analysert prøver fra flere arter enn i Langvatnet. Resultatene av muskelanalyser viser lave konsentrasjoner av PFAS i laks (0,02 - 2,17 ug/kg), forhøyede nivåer i skrubbe og røye (13 - 62 ug/kg), og store variasjoner i sjøørret (0,61 – 160,38 ug/kg). De ulike konsentrasjonsnivåene henger trolig godt sammen med om fisken er stasjonær (holder seg i ferskvann) eller er anadrom (vandrer mellom ferskvann og saltvann), samt oppholdstid i ferskvann. Risikoreporten konkluderer likevel med at fiskematerialet som er samlet inn trolig er tilnærmet representativt for fiskebestanden i hele Lavangsvatnet, men det kan være lokale forskjeller.

I marin resipient var konsentrasjonene av PFAS i muskelprøver fra fisk lavere enn 9,1 µg /kg vv. i 15 av 18 individer, mens øvrige 5 individer hadde konsentrasjon av PFOS i størrelsesorden 9,2 – 27,9 ug/kg. Det foreligger ikke data fra noen marin referansestasjon fra området rundt Evenes.

Med bakgrunn i dette datagrunnlaget konkluderer risikovurderingen (Norconsult og Sweco, 2015) med at det ikke er grunnlag for å fastslå at PFAS-forurensing fra lufthavnen gir uheldige økologiske konsekvenser, men at det heller ikke kan utelukkes.

## 5.2 UTARBEIDELSE AV AKSEPTGRENSER BASERT PÅ SPREDNINGSVURDERING

Spredningsvurderingene i kap. 3 indikerer at samlet utlekking til Tårstadelva fra Lavangsvatnet er ca. 1,1 kg PFOS /år, og at utlekking fra BØF A utgjør ca. 70 % av den årlige utlekkingen. Øvrig utlekking antas å komme fra kilder med utlekking til Langvatn som går videre til Lavangsvatn via Røstelva. Målte konsentrasjoner er ved tre av fire målinger i Røstelva under rapporteringsgrensen.

Kjerkvatnet utgjør en tredje resipient for utlekking av PFOS fra lufthavnens områder. Årlig utlekking til Kjerkvatnet fra lufthavnens område er estimert til <50 g/år, basert på målte konsentrasjoner og estimert vannføring ved henholdsvis Jordvoll sør og ved BK1.

Ut fra dagens kunnskap om kildeområder og forurensingsomfang synes tiltak rettet mot å begrense utlekking fra BØF A å kunne gi størst reduserende effekt på total utslippsmengde fra lufthavnen.

Med anbefalt tiltak, A4 (ref. kap. 4.1.6 og kap. 6), vil et velfungerende anlegg forventes å stanse all utlekking av PFOS fra BØF A til Lavangsvatnet. Av et totalt årlig utslipp fra Lavangsvatn til Tårstadelva, videre til Ofotfjorden på 1,1 kg/år, utgjør A4 et redusert utslipp på nær 70 %. Øvrig tilførsel av PFOS til Lavangsvatnet (0,35 kg/år) antas å komme via Røstelva fra kilder med utlekking til Langvatn.

Basert på vannbalanseberegninger, gitt nedbørsfelt og estimert årlig avrenning til henholdsvis Røstelva, bekk fra BØF A og Lavangsvatnet, samt estimert årlig bidrag av PFOS fra de respektive nedbørsfeltene, er det estimert forventet effekt ved ulik rensegrad for A4. Estimatenes er gitt under forutsetning av at bidrag fra Langvatn til Lavangsvatn er konstant. Det anses sannsynlig at bidrag fra Langvatn vil avta over tid, og estimatene for forventet PFOS-konsentrasjon ved Lavangsvatnets utløp til Tårstadelva er derfor å anse som worst case under de gitte forutsetningene.

Ved 100 % effekt for A4 vil det årlig fjernes 0,75 kg, og eneste bidrag av PFOS til Lavangsvatnet være fra Langvatn via Røstelva, tilsvarende 0,35 kg/PFOS per år. I et slikt scenario vil forventet konsentrasjon av PFOS ved Lavangsvatnets utløp reduseres fra dagens situasjon på ca. 17 ng/l til <6 ng/l. For å oppnå dette må tiltak A4 i prinsippet stå til det ikke lenger er rest av PFOS i området fra brannøvingsfeltet til Lavangsvatn. Det er lagt til grunn en transporttid på 45 år for PFOS fra forurenset område på brannøvingsfeltet til tiltak A4. Det er betydelig usikkerhet i dette estimatet, ikke minst fordi det forventes et forløp for restmengde på feltet som ikke er lineært (ref. Fig. 4-1 i Norconsult og Sweco, 2015).

Det legges opp til en reduksjon av konsentrasjonene av PFOS i Lavangsvatnet, representert ved utløpet til Tårstadosen, ned til ca. 7 ng PFOS / l. Under forutsetningene om konstant PFOS-tilførsel fra Langvatn via Røstelva (0,35 kg PFOS per år) må tilførsel fra BØF A reduseres til 0,085 kg/år (årlig avrenningsvolum fra nedbørsfeltet til Lavangsvatnet \* 7 ng/år = 0,43 kg/år, 0,43 kg/år – 0,35 kg/år = 0,085 kg/år fra BØF A). Dette tilsvarer en tillatt konsentrasjon av PFOS i bekkevann ved utløpet (O-4/EVE5) på ca. 750 ng/l (0,085 kg/år / årlig avrenning fra BØF A via bekk = 750 ng/l). Tiltak A4 er plassert ved bekkens øvre del, hvor dagens PFOS-konsentrasjon i vann er ca. 11 850 ng/l. Målinger av konsentrasjoner i vann, og beregninger ved hjelp av konsentrasjoner og vannføring i bekken, understøtter at det ikke tilføres PFOS til bekken nedstrøms dette punktet, altså at det skjer en fortykning før vannet når Lavangsvatnet. Som følge av fortykning kan konsentrasjon målt i øvre del av bekken være 1350 ng/l ved et totalutslipp fra BØF på ca. 0,085 kg PFOS per år.

Dersom krav til vannkvalitet i bekkevann ved utløpet settes tilsvarende  $PNEC_{ferskvann}$  (230 ng PFOS/l), ut fra hensynet til økologi nær bekkens utløp, må årlig utslippsmengde fra bekken ikke overstige 0,025 kg/år. Dette tilsvarer en konsentrasjon ved A4 i bekkens øvre del på ca. 400 ng/l. Dette vil teoretisk gi en reduksjon av PFOS-konsentrasjon ved Lavangsvatnets utløp fra 17 ng/l til ca. 6 ng/l. Vannkonsentrasjon ca. 5 m fra bekkens utløp er imidlertid målt til 14,5 ng/l under dagens forhold (6900 ng/l i bekkevann rett oppstrøms utløpet til Lavangsvatn), noe som tilsvarer vannkvaliteten målt lenger ut i Lavangsvatnet (O-3). Dette indikerer at vannkvaliteten nær bekkens utløp i Lavangsvatn ikke skiller seg vesentlig fra vannkvaliteten i innsjøen for øvrig. Det er derfor ikke ansett som nødvendig å stille dette kravet til vannkvaliteten i bekken.

Basert på de ovennevnte betraktninger settes akseptkriteriet ved Lavangsvatnets utløp (O-5) til 7 ng/l, uttrykt som årsgjennomsnitt, noe som innebærer at tiltak A4 kan fjernes når vannkvalitet før rensetrinnet er < 1350 ng/l. Dette gir en årlig utlekking på tidspunktet for fjerning av tiltak A4 på ca.

0,085 kg/år = 85 g/år. Totalt utslipp fra lufthavnen til Tårstadelva vil da være ca. 0,43 kg/år, noe som tilsvarer en reduksjon på ca. 60 % ift. dagens situasjon. Igjen er dette under forutsetning av konstant utslipp fra kilder til Langvatn, videre til Lavangsvatn og Tårstadelva. I realiteten forventes også bidraget herfra å avta med tiden.

Oppsummert foreslås følgende akseptkriterier i vann:

- Lavangsvatnets utløp til Tårstadelva (O-5), <7 ng/l.
- Bekkens utløp til Lavangsvatnet (O-4/EVE5), <750 ng/l. Dette tilsvarer <1350 ng/l i bekkens øvre del (EVE4), som er den konsentrasjonen som kan aksepteres oppstrøms rensetrinnet før tiltaket kan fjernes.

Med dagens vannkonsentrasjoner (17 ng/l ved Lavangsvatnets utløp) ligger gjennomsnittskonsentrasjon av PFOS i muskel hos fisk i Lavangsvatn på ca. 23,5 ug/kg, hvorav alle analyser på laks ligger <9,1 ug/kg. Snittkonsentrasjon, eksklusiv anadrom fisk, er ca. 27,5 ug/kg. Det langsiktige målet med tiltaket er at tiltaket skal medføre en konsentrasjon i vann som over tid reduserer gjennomsnittskonsentrasjon i muskel hos fisk ned mot 9,1 ug/kg vv. ( $QS_{biota, hh}$ ). Dette er iht. vannrammedirektivet og Avinors miljømål. Det er ikke formulert et akseptkriterie i biota da det er knyttet stor usikkerhet til om den konsentrasjon av PFOS som påvises i biota i dag er et resultat av dagens avrenning/belastning, eller om det skyldes historiske utslipp. Det er også stor usikkerhet knyttet til hvor raskt PFOS vil skilles ut av fisken når den fortsatt utsettes for lave konsentrasjoner av PFOS.

### 5.3 USIKKERHETER

Det er usikkerhet i bidraget fra Langvatn via Røstelva. Målepunktet ut fra Langvatn har fire målinger, hvorav tre er <LOQ. Legges eneste påviste konsentrasjon til grunn, sammen med estimert avrenning til dette punktet, tilsvarer dette ca. 0,25 kg/år, altså 0,1 kg mindre enn hva som er lagt til grunn over. Det bemerkes at antall målinger er begrenset, og at disse – i likhet med øvrige målinger i vann – gir et øyeblikksbilde. Antall målinger i punktet bør økes, og utføres under ulike nedbørsforhold, for et sikrere estimat av dette bidraget. Det er likevel grunn til å tro at totalt utslipp til Tårstadosen (n=6) og fra bekk fra BØF A (n=9) gir et tilfredsstillende grunnlag for å kunne estimere samlet bidrag fra kilder til Langvatn for en plan på skissenivå.

Det er også usikkerhet knyttet til fortynningsfaktoren mellom øvre og nedre del av bekk fra BØF A. Dette skyldes i hovedsak begrenset antall målinger i bekkens øvre del (n=2). Gitt de topografiske forhold, samt de målinger som foreligger per i dag, anses grunnlaget likevel tilfredsstillende for en plan på skissenivå.

# 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". Dette inkluderer en redegjørelse av hva som eventuelt vil være fortsatt påvirkning på vannforekomsten etter at det foreslåtte tiltaket er gjennomført.

PFOS og PFOS-relaterte forbindelser er ført opp på listen over prioriterte stoffer og prioriterte farlige i Vannforskriftens vedlegg VIII, og inngår i vurdering av økologisk og kjemisk miljøtilstand fra og med 22. desember 2018. Fristen for miljøoppnåelse (god kjemisk tilstand) for PFOS er satt til 22. desember 2027.

Ressurser brukt på tiltaksløsninger på Evenes bør 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.

Spredningsvurderingene i kap 3. viser at ca. 70 % av total utlekking, målt ved Lavangsvatnets utløp til Tårstadelva, kommer fra BØF A. Øvrig utlekking må ha andre kildeområder, sannsynligvis med utlekking til Langvatnet. Undersøkelser så langt indikerer slike kilder i området for BØF B, men disse er ikke påvist eller avgrenset i tilstrekkelig grad til å kunne forutsi effekten av eventuelle tiltak. Supplerende undersøkelser er igangsatt for mulig ytterligere avgrensning av kildeområde(r) og forurensningsomfang i dette området. Videre er det igangsatt undersøkelser ved Jordvoll nord for å påvise/avkrefte eventuell ytterligere kildeområde med utlekking til Langvatn. Det er således ikke anbefalt konkrete tiltak for å begrense eller stanse utlekking til Langvatn, da grunnlaget ikke anses tilstrekkelig til å kunne gjøre dette.

Hvis den overordnede vurderingen tilsier at det skal iverksettes tiltak på Evenes så er det vår anbefaling at tiltak settes inn for å begrense utlekking til Lavangsvatnet fra BØF A, og dette gjøres i tråd med konklusjonene fra kost/nytte-vurderingen i kap 4.

### 6.1 BESKRIVELSE AV ANBEFALT TILTAKSLØSNING, BØF A

Beregnet restmengde for BØF A, vist i Tabell 3-1, indikerer at restmengde PFOS fordeles omtrent likt mellom selve brannøvingsfeltet, og i området vest for dette. Videre spredning til Lavangsvatnet fra myrområdet i vest skjer via bekk, uten ytterligere tilførsel av PFOS til bekken nedstrøms bekkens startpunkt i myrområdet. Gitt kostnadsbildet i kap. 4.1.4 fremstår alternativ A4, rensing av bekkevann i 45 år, som det økonomisk mest attraktive alternativet fordi det har lavest forventet kostnad per kilo utslippsreduksjon av PFOS av de tiltakene som har en betydelig effekt.

Det etableres bekkeinntak for vann som ledes via fordrøyningsløsning, videre til humusrensetrinn og deretter rensetrinn for PFOS. Løsningen baserer seg på lukket system med containerløsninger. Det anlegges driftsveg fra dagens driftsveg sørvest for brannøvingsfeltet.

Med dagens kunnskap om fordeling av restmengder på og vest for brannøvingsfeltet forventes tiltaket å stanse utlekking av PFOS til Lavangsvatnet så lenge anlegget er i drift. Den totale restmengden PFOS som fjernes vil avhenge av hvor lenge tiltaket er i drift, noe som igjen avhenger av transporttiden for PFOS fra forurenset område på brannøvingsfeltet, og hvilken konsentrasjon av PFOS i som tillates i vann som slippes til Lavangsvatnet..

## 6.2 VURDERING AV MÅLOPPNÅELSE FOR TILTAKET

Gjennomsnittskonsentrasjonen av PFOS i muskel hos fisk i Lavangsvatnet er <40 ug/kg for røye, sjørørret og skrubbe, mens den er ca. 0,5 ug/kg for laks. Gjennomsnittskonsentrasjonen i muskel i marin fisk er, med unntak for kveite, < 9,1 ug/kg, altså gjennomgående lavere enn i muskel hos fisk i Lavangsvatnet.

Risikorapporten (Norconsult og Sweco, 2015) konkluderer med at foreliggende konsentrasjonsnivå av PFAS målt i biota sammen med internasjonal litteratur ikke gir grunnlag for å fastslå at forurensingen av PFAS fra Evenes lufthavn gir uheldige økologiske konsekvenser. Det må således forventes at et hvert tiltak som reduserer utlekkingsmengden PFOS til Lavangsvatnet som resipient, vil forbedre dagens situasjon - som ikke anses å gi grunnlag for å konkludere med uheldige økologiske konsekvenser. Videre vil et redusert bidrag fra lufthavnen via Tårstadelva gi uendret eller bedret situasjon i marin resipient sammenliknet med dagens situasjon.

Lavangsvatnet har i dag en konsentrasjon av PFOS på ca. 11 ng/l i punktet O-3 (n=3), mens den er ca. 17 ng/l i punktet O-5 (n=6) ved utløpet til Tårstadelva. Målepunktene O-3 og O-5 ligger henholdsvis oppstrøms og nedstrøms utløpet av bekk fra BØF A. Bekken anses å gi det største bidraget av PFOS fra lufthavnen til Lavangsvatnet. Det er derfor nærliggende å anta at høyere målte konsentrasjoner ved Lavangsvatnets utløp til Tårstadelva skyldes bidrag fra BØF A.

Ved et tiltaksscenario der nær 90 % av total restmengde PFAS på og nedstrøms BØF A fjernes. Dette er i overenstemmelse med Avinors overordnede målsetning om å redusere utlekking og spredning av PFAS fra nedlagte brannøvingsfelt over tid.

Det bemerkes at erfaring fra tilsvarende vannrensetiltak hovedsakelig er effektivt for PFOS, og at tilsvarende renseseffekt derfor ikke kan forventes for øvrige PFAS. PFOS utgjør forøvrig i snitt ca. 80 % av  $\sum$ PFAS, sett alle prøvepunktene i vann ved og nedstrøms BØF A under ett.

### 6.2.1.1 Spredning fra brannøvingsfeltene etter tiltak

Det er beregnet en total restmengde PFOS på BØF A og området vest for dette, på ca. 11,2 ±5 kg, hvorav ca. halvparten på selve brannøvingsfeltet. Videre er det beregnet at det før tiltak spres ca. 750 g PFOS per år fra disse områdene via bekk til Lavangsvatnet.

Med anbefalt tiltak som skissert i kap. 6.1 forventes årlig utlekking av PFOS fra BØF A og nedstrøms myrområde, via bekk til Lavangsvatnet redusert med nær 100 % så lenge tiltaket er i drift. Med akseptkriterier som gitt i kap. 5.2, forventes en utlekking til Lavangsvatnet fra BØF A etter at tiltaket er fjernet, å være 0,085 kg/år, noe som tilsvarer nær 90 % reduksjon sammenliknet med dagens situasjon (0-alternativet). Dette tilsvarer en reduksjon av totalutslipp til Tårstadelva fra Lavangsvatnet på ca. 60 %.



### 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.*

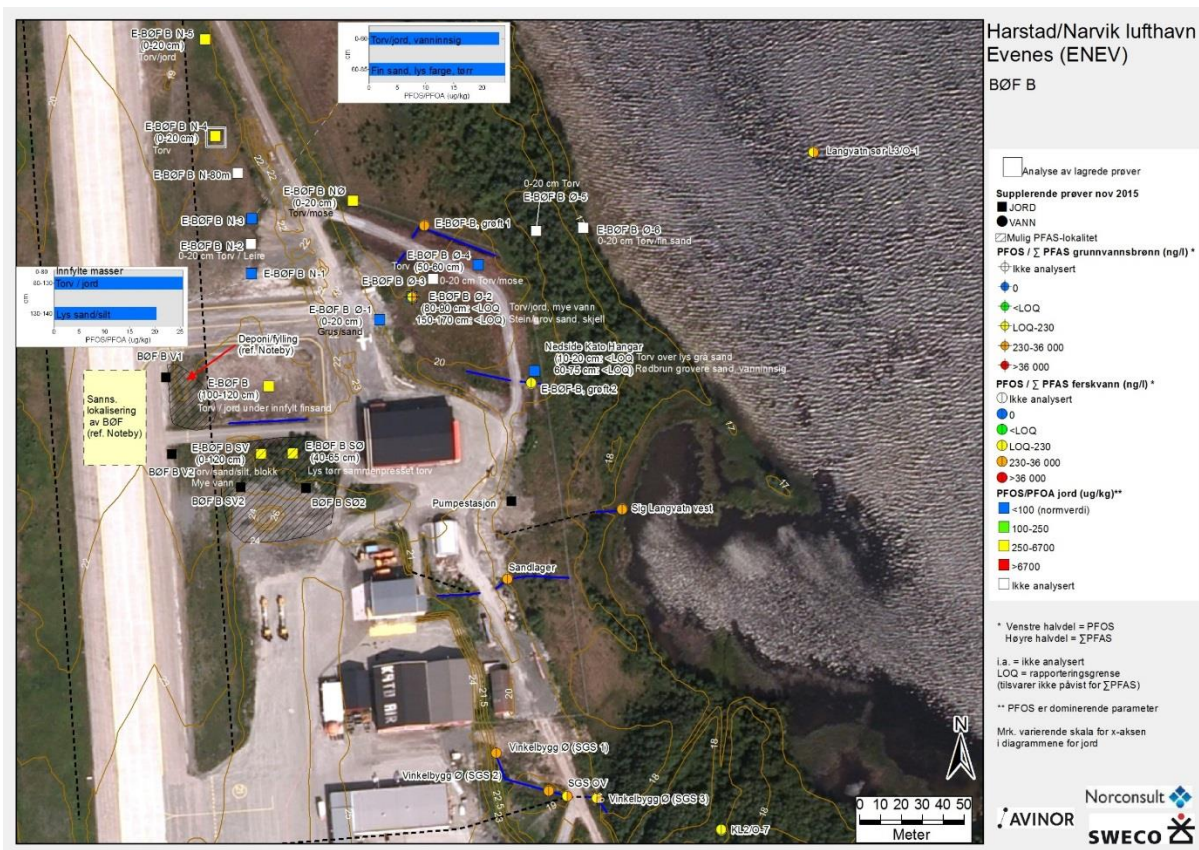
#### 6.3.1 Supplerende undersøkelser før detaljprosjektering av tiltak

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

For BØF B gir datagrunnlaget per i dag begrenset kunnskap om forurensningssituasjonen, utover at det er påvist utlekking av PFOS flere steder i området mellom brannøvingsfeltet og Langvatn. Det er ikke påvist eller avgrenset noe kildeområdet knyttet til selve brannøvingsfeltet, og det antas at det er flere mindre kildeområder som følge av tidligere aktivitet. I tillegg viser vannprøver i overvannssystemet at det kan være utlekking fra Jordvoll nord, både diffust, og gjennom punktutslipp, til Langvatn. Det er utført supplerende undersøkelser i november 2015, med sjakting for miljøprøver på Jordvoll nord, øst for antatt senter av BØF B, samt på kjente områder for spyling av utstyr. Lokalisering av prøvepunkter ved Jordvoll nord og i området ved BØF B/hangardområdet, er vist i henholdsvis Figur 6-1 og Figur 6-2. Resultatene forventes å foreligge i januar 2016.



Figur 6-1: Supplerende undersøkelser utført ved Jordvoll nord, november 2015.



Figur 6-2: Supplerende prøver utført ved BØF B/hangardområdet, november 2015.

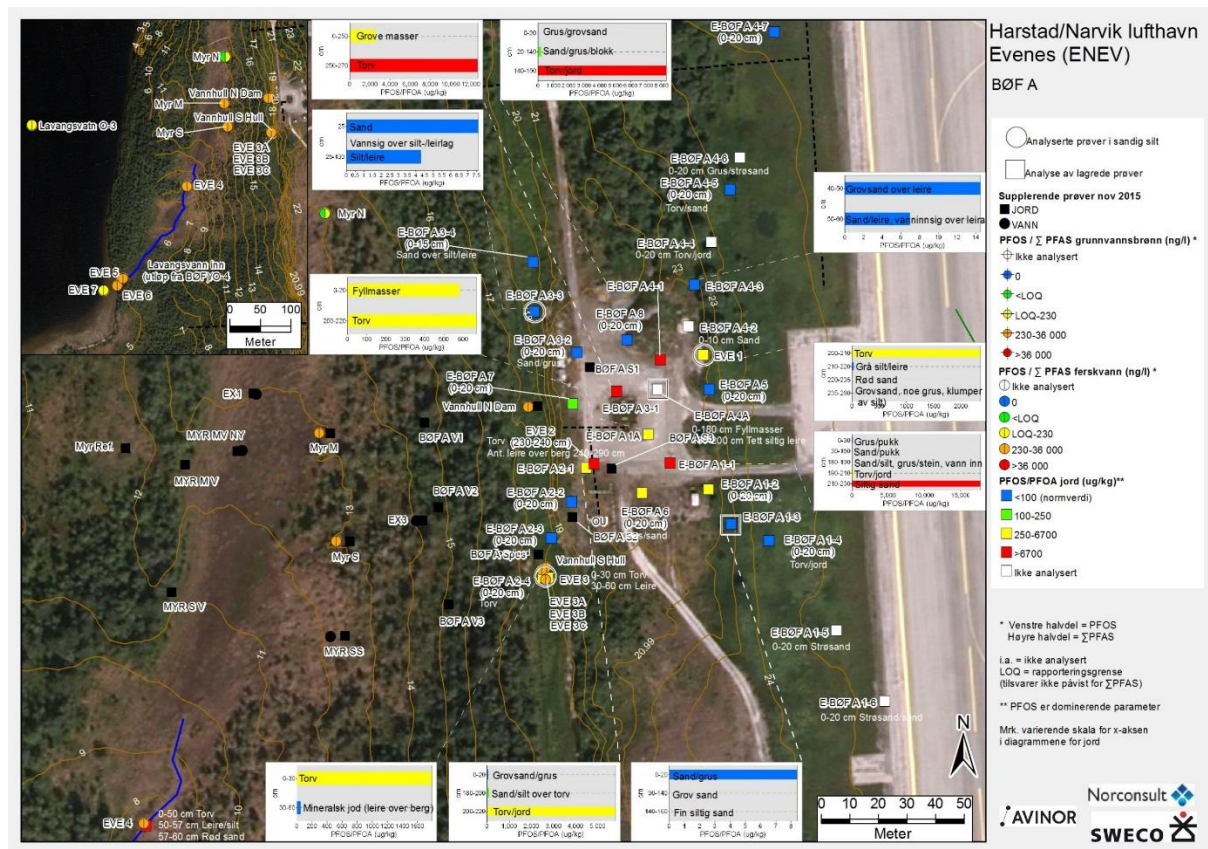
Foruten utførte undersøkelser bør utslippspunkter fra overvannssystemet til Langvatn undersøkes. Overvannssystemet har tre kjente utslippspunkt til Langvatn mellom BØF B/hangardområdet og Jordvoll nord. Systemet har kummer og rørføringer gjennom området for antatt BØF B, samt ved Jordvoll nord. Det er påvist svært høye konsentrasjoner av PFOS i OV-kummer ved Jordvoll nord. Det er tatt prøve fra utslippspunkt nærmest Jordvoll nord i oktober 2015. Tilsvarende undersøkelser bør gjennomføres for øvrige utslippspunkt. Basert på resultatene bør det gjennomføres prøvetaking av delstrømmer inn til siste samlepunkt før hvert utslippspunkt for å lokalisere evt. kilde til forurensning. Passive prøvetakere kan benyttes til dette formålet. Prøvetakingen bør ha samtidig vannføringsmåling/-estimat for beregning av total utlekking av PFOS, og skje på forskjellige type avrenningssituasjoner.

For BØF A er kildeområdet på selve brannøvingsfeltet langt bedre avgrenset enn for BØF B. Avgrensingen er generelt noe mangelfull mot sørvest, men det er knyttet størst usikkerhet til forurensningsomfang og restmengder i siltig sandlag på berg, grunnet svært begrenset analyseomfang, samt spredning til torv/myr mot vest. Det er derfor utført supplerende sjaktning i november 2015, samt bestilt analyse av lagrede prøver fra DP2. Resultater fra disse analysene forventes å foreligge i januar 2016.

Det er på det rene at forurensningen har spredt seg vestover, og at den i hovedsak lekker videre til Lavangsvatnet via bekkeløp som drenerer myrområdet. Det er knyttet stor usikkerhet til beregnet restmengde for området vest for selve brannøvingsfeltet, inkludert myrområdet nedstrøms BØF i vest. Dette gir også en stor usikkerhet knyttet til effekten av tiltak, relativt til total restmengde. Det er derfor utført supplerende prøvetaking i jord og vann i området vest for brannøvingsfeltet i november 2015. Resultater fra disse analysene forventes å foreligge i januar 2016.



Lokalisering av prøvepunkter ved brannøvingsfeltet, og i området vest for dette, er vist i Figur 6-3.



Figur 6-3: Supplerende undersøkelser utført ved BØFA, november 2015.

### 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 og jord

Basert på foreliggende kunnskap anbefales foreløpig følgende overvåkningsstrategi. For vann kan passive prøvetakere benyttes:

- Prøvetaking øverst i bekken som drenerer myrområdet i vest, før renseløsning, og ut fra anlegget. Målepunkt rett før bekkens utløp til Lavangsvatnet (O1) videreføres. Omfang og hyppighet vurderes fortløpende.
- Prøvetaking i resipient i perioden under 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 for kontinuitet i datagrunnlaget (minimum Lavangsvatnet og dets utløp til Tårstadelva).



# 7 Referanser

Ahrens L. og Bundschuh, M. (2014) Fate and effects of poly- and perfluoroalkyl substances in the aquatic environment: A review. *Environmental toxicology and chemistry* (33/9), pp. 1921-1929.

Aquateam, 2011. Forslag til normverdier og helsebaserte tilstandsklasser for perfluoreerte organiske forbindelser I forurenset grunn. Aquateam rapport 11-004. Lindsay R. 2010. *Peatbogs and Carbon: a critical synthesis*. RSPB [online]. Available fra: <http://www.rspb.org.uk/ourwork/library/reports.asp>.

Hellstad, S., Holth, T.F., Villanger, G.D., Johanson, S.M., Hylland, K. (2015). Bioconcentrations and effects on gene expression of per- and polyfluorinated compounds on brown trout (*Salmo trutta*). Poster. Dept. of Biosciences, University of Oslo. 1 p.

Johanson, S.M., Holth, T.F., Villanger, G.D., Hellstad, S og Hylland, K. (2015). Bioconcentration and Effects of Poly- and Perfluorinated Compounds in Brown Trout (*Salmo trutta*). Poster til NSFTs vintermøte 2015.

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.

Mattilsynet (2013). Vurdering av PFOS (PFC) i fisk og vann i nærområdet til Avinors flyplasser. Brev datert 31.07.2013. Referanse: 2013/99423.

Mattilsynet (2015). Vurdering av innholdet av PFAS i fisk og vann i fiskevann rundt Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Brev datert 09.04.2015. Referanse: 2015/44730. Norconsult AS og Sweco Norge AS (2015) Harstad / Narvik lufthavn, Evenes. Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering.

Miljødirektoratet (2015). Evenes lufthavn – Pålegg om utarbeidelse av en tiltaksplan for PFAS forurenset grunn som følge av brannøving på lufthavnen.

Norconsult og Sweco Norge AS (2015). Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota med risikovurdering. Rapp.nr. 168186-17-J8. 2015-04-20.

Noteby (1997). Harstad/Narvik lufthavn. Utredning mot nord. Miljøgeologisk undersøkelse. Forurensing i grunnen. Rapp. nr. 58095-2.

Sweco Norge AS og Cowi AS (2013). Miljøprosjektet DP 2. Miljøtekniske grunnundersøkelser. Harstad/Narvik lufthavn, Evenes.

## Digitale kilder

miljødirektoratet.no. 14 nye Ramsarområder utnevnt i Norge.  
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/Nyhetsarkiv/2002/9/14-nye-Ramsaromrader-utnevnt-i-Norge/>. Lesedato 2015-12-16.



Ramsar.org. 14 new sites of International Importance in Norway. <http://www.ramsar.org/news/14-new-sites-of-international-importance-in-norway>. Lesedato 2015-12-16.

# 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