

Avinor AS

► Tilleggsvurderinger til tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving

Rørvik lufthavn

Oppdragsnr.: 5205614 Dokumentnr.: RIM05-ENRM Versjon: E03 Dato: 2021-12-07



Oppdragsgiver: Avinor AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Asbjørn Rasdal
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Aina Marie Nordskog
Fagansvarlig: Lars Været og Annelene Pengerud
Andre nøkkelpersoner:

E03	2021-12-07	Revidert etter tilbakemelding fra Miljødirektoratet	Annelene Pengerud	Lars Været og Aina Marie Nordskog	Aina Marie Nordskog
E02	2021-11-18	For godkjenning hos myndigheter	Annelene Pengerud og Aina Marie Nordskog	Lars Været	Aina Marie Nordskog
A01	2021-11-09	For fagkontroll	Annelene Pengerud og Aina Marie Nordskog	Lars Været	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammendrag

Avinor leverte den 01.10.2021 en tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving ved Rørvik lufthavn til Miljødirektoratet. Dette dokumentet er en tilleggsvurdering til tiltaksplanen, og vil erstatte eller supplere følgende deler av tiltaksplanen:

- Spredningsberegninger for BØF 2 (tiltaksplanens kap. 5.2)
- Vurdering av risiko for human helse (tiltaksplanens kap. 6.1)

I tiltaksplanen var det beregnet spredningsmengder fra det sist nedlagte brannøvingsfeltet (BØF 2) ved bruk av Miljødirektoratets beregningsverktøy for spredning fra forurensset grunn. Verktøyet er utviklet med bistand fra Norges Geotekniske Institutt (NGI), og det ble benyttet en betaversjon av verktøyet med tilhørende bakgrunnsrapport. Etter at tiltaksplanen ble levert er verktøyet oppdatert til en ny betaversjon grunnet noen feil i tidligere versjon, og det er i denne tilleggsvurderingen utført nye beregninger av spredningsmengder ved bruk av den nye versjonen.

Under de gitte forutsetningene for beregningen gir verktøyet en beregnet konsentrasjon for Σ PFAS i utstrømmende grunnvann fra BØF 2 til resipient Vikan på omkring 34 000 ng/l. Med et beregnet volum forurensset grunnvann tilsvarende ca. 10 600 m³/år gir dette en årlig beregnet spredningsmengde på om lag 360 g Σ PFAS per år. Inkludert beregnet spredning fra bekk vest for rullebanen, og overvannssystemet øst for rullebanen summeres total beregnet spredningsmengde for hele lufthavnen til ca. 490 g Σ PFAS per år.

Ved et tiltak med utgraving av alle masser med konsentrasjoner > 500 µg/kg vil ca. 86 % av den totale beregnede mengden PFAS i jord fjernes. Det er ved denne tiltaksgrensen beregnet at spredningen fra BØF 2 vil reduseres med ca. 90 %. Det foreslås at miljømålet for reduksjon i spredning av PFAS fra BØF 2 endres fra «mer enn 90 % reduksjon» til ca. 90 % reduksjon.

Det er også i denne tilleggsvurderingen utført en beregning av risiko for human helse som følge av eksponering for forurensningen ved det sist nedlagte brannøvingsfeltet (BØF 2) ved Rørvik lufthavn. Beregningen er utført ved bruk av Miljødirektoratets beregningsverktøy for risikovurdering av human helse på lokaliteter med forurensset grunn. Verktøyet er utviklet med bistand fra Norges Geotekniske Institutt (NGI), og det er benyttet en testversjon av dette verktøyet sammen med tilhørende bakgrunnsrapport (ligger tilgjengelig på Miljødirektoratets hjemmesider). Beregningene er utført både ved bruk av standardverdier for arealbruk industri, og ved bruk av inngangsverdier for aktuelle eksponeringsveier og eksponeringstid slik lokaliteten benyttes i dag.

Risiko for human helse som følge av opphold på brannøvingsfeltene (BØF 1 og 2) er generelt vurdert som lav på bakgrunn av at lokalitetene ikke er tilgjengelig for allmenn ferdsel, samt at det er lite ferdsel for lufthavnens ansatte i disse områdene. Resultatene av beregninger av risiko for human helse for dagens forurensningssituasjon ved BØF 2 ved bruk av gitte inngangsverdier for aktuelle eksponeringsveier og eksponeringstid slik lokaliteten benyttes i dag, viser at total eksponering fører til overskridelse av grenseverdi for *maksimalt tolerabelt daglig inntak* (MTDI). Det er inntak av fisk fra Vikan som kan utgjøre en risiko for human helse for både barn og voksne. Beregninger av risiko for human helse etter tiltak med foreslått tiltaksgrense > 500 µg/kg viser en reduksjon i beregnede konsentrasjoner i fisk (fra 2,1 µg/kg til 0,3 µg/kg), og videre en redusert risiko for human helse som følge av inntak av fisk. Beregnet total eksponering etter tiltak fører ikke til overskridelse av MTDI.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Spredning fra BØF 2	6
2.1	Beregningsverktøy	6
2.2	Spredningsmengder	6
2.3	Gjenværende PFAS-forurensning	8
2.4	Miljømål og akseptkriterier	8
3	Risikovurdering human helse	10
3.1	Kunnskapsgrunnlag	10
3.2	Aktuell eksponering	11
3.3	Beregningsverktøy	13
3.4	Risiko for human helse	14
3.4.1	<i>Beregning basert på standardverdier</i>	14
3.4.2	<i>Beregning basert på aktuell eksponering</i>	14
4	Referanser	16

1 Innledning

Avinor leverte den 01.10.2021 en tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving ved Rørvik lufthavn til Miljødirektoratet. Dette dokumentet er en tilleggsvurdering til tiltaksplanen, og vil erstatte eller supplere følgende deler av tiltaksplanen:

- Spredningsberegninger for BØF 2 (tiltaksplanens kap. 5.2)
- Vurdering av risiko for human helse (tiltaksplanens kap. 6.1)

I tiltaksplanen var det beregnet spredningsmengder fra det sist nedlagte brannøvingsfeltet (BØF 2) ved bruk av Miljødirektoratets beregningsverktøy for spredning fra forurensset grunn. Verktøyet er utviklet med bistand fra Norges Geotekniske Institutt (NGI), og det ble benyttet en betaversjon av verktøyet med tilhørende bakgrunnsrapport. Etter at tiltaksplanen ble levert er verktøyet oppdatert til en ny betaversjon grunnet noen feil i tidligere versjon, og det er i denne tilleggsvurderingen utført nye beregninger av spredningsmengder ved bruk av den nye versjonen.

Det er også utført en beregning av risiko for human helse som følge av eksponering for forurensningen ved brannøvingsfeltet (BØF 2) ved Rørvik lufthavn. Beregningen er utført ved bruk av Miljødirektoratets beregningsverktøy for risikovurdering av human helse på lokaliteter med forurensset grunn. Verktøyet er utviklet med bistand fra Norges Geotekniske Institutt (NGI), og det er benyttet en testversjon av dette verktøyet sammen med tilhørende bakgrunnsrapport (ligger tilgjengelig på Miljødirektoratets hjemmesider).

2 Spredning fra BØF 2

2.1 Beregningsverktøy

Miljødirektoratet, med bistand fra Norges Geotekniske Institutt (NGI), har utviklet nytt beregningsverktøy for å vurdere spredning fra forurensset grunn. Betaversjon av verktøyet med tilhørende bakgrunnsrapport er anvendt for beregning av spredningsmengder [1].

I tiltaksplanen for Rørvik lufthavn [2] er det benyttet en versjon av beregningsverktøyet som ble mottatt på e-post fra NGI 6. juli 2021. Beregningsverktøyet er oppdatert siden dette, og det er utført nye beregninger av spredningsmengder. Den versjonen av verktøyet som er benyttet ble mottatt på e-post fra NGI 21. oktober 2021. Verktøyet er basert på en boksmodell som består av tre bokser:

1. Umettet sone der forurensingen ligger
2. Mettet sone der grunnvannet transporterer forurensingen til resipienten
3. Resipienten som får tilført forurensingen

Det vises til NGIs bakgrunnsrapport for detaljert metodebeskrivelse og vurdering av usikkerheter knyttet til beregningsverktøyet [1].

For beregning av dagens spredning er det derfor tatt utgangspunkt i resultatene fra utførte undersøkelser (tiltaksplanens kap. 3), vurdering av resultatene fra disse undersøkelsene og utførte beregninger av mengder i jord (tiltaksplanens kap. 4), samt vurdering av stedsspesifikke forhold knyttet til hhv. umettet sone, mettet sone og hydrogeologiske forhold, og resipienten – som input til modellen.

I beregningene er det målte konsentrasjoner av Σ PFAS i jord som er lagt til grunn, selv om PFOS er eneste PFAS som ligger inne i modellens liste over stoffer. Fremfor å legge inn målte konsentrasjoner for alle enkeltprøver i jord for beregning av gjennomsnittskonsentrasjon og mengde PFAS i umettet sone, er det benyttet gjennomsnittskonsentrasjon for Σ PFAS hentet direkte fra interpolering og mengdeberegninger omtalt i tiltaksplanens kap. 4. Denne vil representere en vektet gjennomsnittskonsentrasjon for det forurensede arealet, og anses i så måte å være mest representativ for utlekkingspotensialet for området som helhet. Dette gjør også at enkeltprøver med svært høye eller lave konsentrasjoner ikke tillegges uforholdsmessig stor vekt i beregningene.

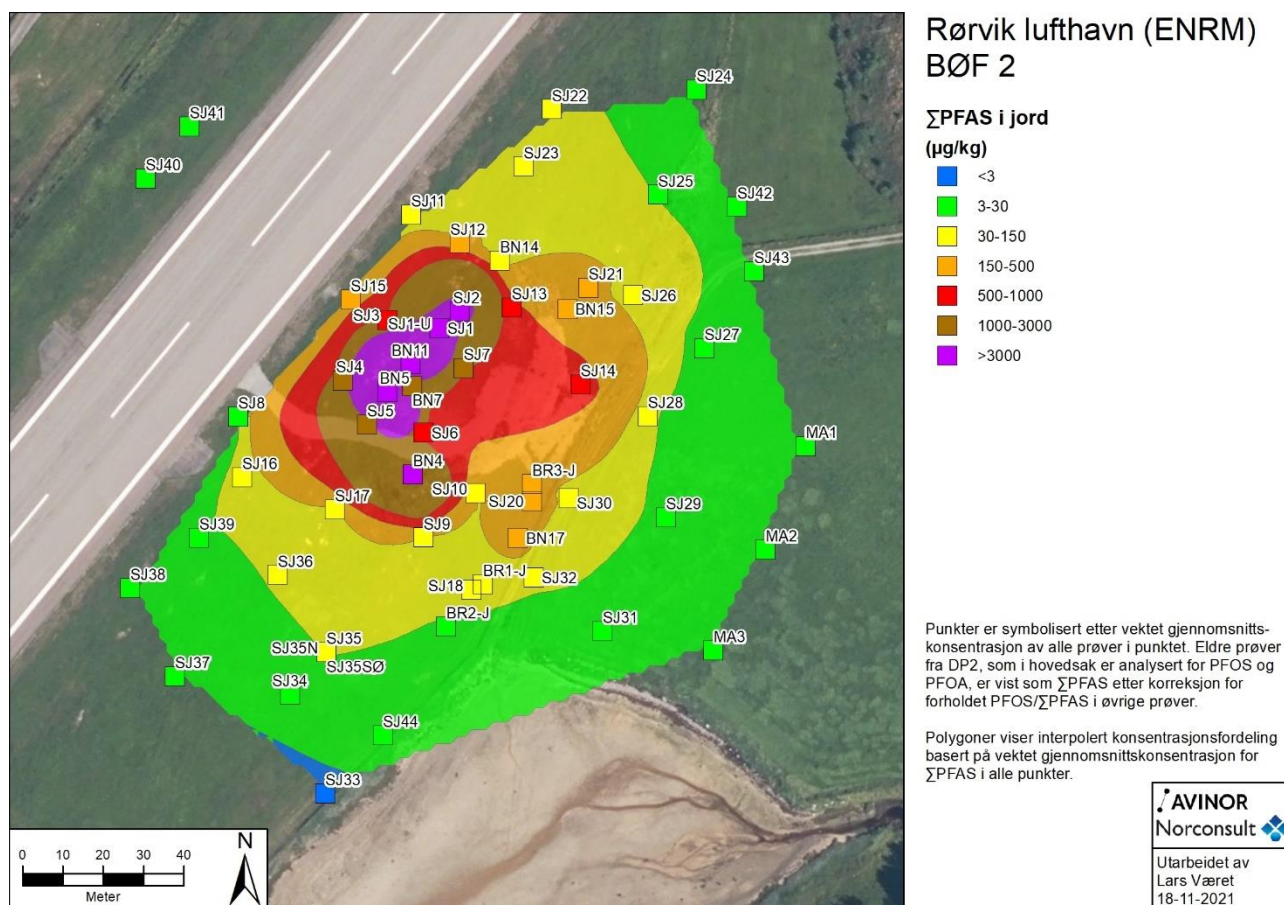
Beregninger i modellverktøyet er utført uten å legge inn målte konsentrasjoner i porevann, mettet sone (jord), grunnvann og resipient. Målte konsentrasjoner er i stedet brukt som en kontroll, for å kunne se om modellen gir beregnede verdier på nivå med det som faktisk er målt. Ved en slik tilnærming vil modellen også kunne brukes til å beregne forventede effekter av ulike tiltaksomfang.

2.2 Spredningsmengder

For BØF 2 er det tatt utgangspunkt i interpolert gjennomsnittskonsentrasjon for jord $>30 \mu\text{g/kg}$, med utstrekning som vist i Figur 2-1 ($880 \mu\text{g/kg}$), samt øvrige inngangsparametere som gitt i Tabell 2-1. Områder med konsentrasjoner $>30 \mu\text{g/kg}$ er vurdert å representere arealer med avrenning til bekk/grøft, mens større deler av områder med lavere konsentrasjoner, særlig sør for BØF, antas å ha avrenning direkte til sjø. Beregnede mengder PFAS i jord innenfor arealer med lave konsentrasjoner (grønn farge i Figur 2-1) utgjør for øvrig en mindre del ($< 2 \%$) av den totale mengden i jord innenfor undersøkt volum.

Under de gitte forutsetningene gir verktøyet en beregnet konsentrasjon for PFAS i utstrømmende grunnvann til resipient på omkring 34 000 ng/l. Med et beregnet volum forurensset grunnvann tilsvarende ca. 10 600 m³/år gir dette en årlig beregnet spredningsmengde på ca. 360 g ΣPFAS per år.

Inkludert beregnet spredning fra bekk vest for rullebanen (125 g/år), og overvannssystemet øst for rullebanen (4 g/år) summeres total beregnet spredningsmengde for hele lufthavnen til ca. 490 g ΣPFAS per år.



Figur 2-1: Interpolert konsentrasjonsfordeling (µg/kg) av ΣPFAS i jord for undersøkt areal ved BØF 2. Interpolering er utført ved bruk av metoden "natural neighbour" i programvaren Surfer.

Tabell 2-1: Inngangsparametere for beregning av spredning fra umettet sone BØF2.

UMETTET SONE GENERELLE PARAMETERE			
Grunnleggende jord parametere	Sjåblong-verd	Anvendt verd	Begrunnelse
f_{oc} (-)	0.01	0.03	Målt i felt gj.snitt 3 % i fylmasser
Bulkdensitet jord, ρ_{jord} [kg/dm ³]	1.7	1.53	Justert for å ta høyde for finstoffandel på 85% (1,8*0,85)
Effektiv porøsitet, ϵ	0.4	0.4	Øvre grense for sand / grus masser
Vannfylt porevolum i umettetsone (m ³ /m ³)	0.2	0.2	Halvparten av porevolumet konservativt høy
Generelle områdeparametere	Sjåblong-verd	Anvendt verd	Begrunnelse
Lengde forurensingsoverflate i grunnvannsretning (m)	50	73	Basert på areal for interpolert konsentrasjonsfordeling >30 ug/kg
Bredde forurensingsoverflate på tvers av grunnvannsretning (m)	50	135	Basert på areal for interpolert konsentrasjonsfordeling >30 ug/kg
Dybde til grunnvann (m)	4	0.92	Beregnet snitt som sentralt (0,75) og omkringliggende (1 m)
Nedbør (mm/år)	1500	1270	Yr.no
Fraksjon av nedbør som infiltrerer	0.8	0.6	Jord med vegetasjon, noe grusflater

2.3 Gjenværende PFAS-forurensning

Beregnet PFAS-forurensning i jord ved BØF 2 for ulike konsentrasjonsintervaller før tiltak er omtalt og vist i tiltaksplanens kap. 4.2. Spredning for dagens situasjon uten tiltak er beregnet og vist i kap. 2.2. Tilsvarende metodikk og beregninger er lagt til grunn for gjenværende PFAS-forurensning ved ulike tiltaksgrenser/-omfang.

Det er beregnet at det ved BØF 2 ligger ca. 12,5 kg PFAS i jord før tiltak (> 3 µg/kg), og at forurensning i områder med konsentrasjoner av Σ PFAS > 30 µg/kg (12,3 kg) utgjør 98 % av total mengde i jord. Spredning fra BØF 2 til bekk/grøft er i beregningene i hovedsak antatt å komme fra område med påvist forurensning av Σ PFAS >30 µg/kg. Teoretisk vil derfor et tiltak der alle masser med Σ PFAS >30 µg/kg fjernes, tilnærmet eliminere all spredning fra BØF til bekk/grøft. Høyere tiltaksgrenser, slik som 500 og 150 µg/kg vil også gi betydelig reduksjon i beregnet spredning (Tabell 2-2).

Tabell 2-2: Beregnede gjenværende mengder i jord, spredningsmengder og reduksjon i spredning ved ulike tiltaksgrenser for gravetiltak ved BØF 2.

Tiltaksgrense	Gjenværende mengde i jord (kg)	Beregnet spredning (g/år)	Beregnet reduksjon i spredning* (%)
Ingen tiltak	12,3	362	0
Fjerne alt over 500 µg/kg	1,4	40	89
Fjerne alt over 150 µg/kg	0,5	14	96
Fjerne alt over 30 µg/kg	0	-	-

* Beregnet reduksjon i % i forhold til teoretisk beregnet spredning fra BØF 2 under dagens situasjon.

2.4 Miljømål og akseptkriterier

I tiltaksplanenes kap. 9.3 er det gitt miljømål for tiltaket ved Rørvik lufthavn og foreslått et akseptkriterium for konsentrasjoner av Σ PFAS i gjenliggende masser etter tiltak. Følgende miljømål er i tiltaksplanen satt for tiltaket ved Rørvik lufthavn:

- Mer enn 85 % reduksjon i mengde PFAS i jord
- Mer enn 90 % reduksjon i spredning av PFAS fra BØF 2

Det er videre beskrevet at det forventes at spredningen via bekken vest for rullebanen (som er beregnet til 125 g/år) nær opphører etter tiltak med fjerning av oljeutskilleren og gravetiltak ved BØF 1.

Videre i tiltaksplanen foreslås det gjennomføring av tiltak innenfor arealer med interpolerte gjennomsnittskonsentrasjoner > 500 µg/kg, og et akseptkriterium på 500 µg/kg for Σ PFAS i gjenliggende masser. Ved et tiltak for masser med konsentrasjoner > 500 µg/kg vil ca. 86 % av den totale beregnede mengden PFAS i jord fjernes.

Resultater av oppdaterte spredningsberegninger for BØF 2 estimerer ca. 2 % lavere spredningsreduksjon enn spredningsberegningen i tiltaksplanen. Den oppdaterte beregnede spredningsreduksjonen ved BØF 2 på ca. 90 % sammenlignet med dagens situasjon er fortsatt en høy reduksjon.

Det foreslåes at miljømålet for reduksjon i spredning av PFAS fra BØF 2 endres til ca. 90 % reduksjon. Inkludert reduksjon av spredning etter at fjerning av oljeutskilleren og gravetiltak ved BØF 1 vil forventet samlet spredningsreduksjon fra Rørvik lufthavn uansett være høyere enn miljømålet.

3 Risikovurdering human helse

3.1 Kunnskapsgrunnlag

I september 2020 fastsatte EFSA ny TWI (*tolerabelt ukentlig inntak*) for summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS på 4,4 ng/kg kroppsvekt per uke, noe som gir en grenseverdi for *maksimalt tolerabelt daglig inntak* (MTDI) på 0,63 ng/kg kroppsvekt per dag [3]. Basert på den nye tålegrensen utførte Folkehelseinstituttet (FHI) en vurdering av hvilke nivåer av PFAS i fisk og drikkevann som utgjør en økt helserisiko [4]. Vurderingen angir makskonsentrasjoner for summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS i fisk og drikkevann uten at TWI overskrides. Inntak fra øvrig kosthold og andre eksponeringskilder for forbindelsene er tatt med i vurderingen. For barn overskrides TWI for summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS fra øvrig kosthold, og det er derfor ikke beregnet makskonsentrasjoner i fisk eller drikkevann. Resultatene fra vurderingen er oppsummert i Tabell 3-1.

For et gjennomsnittlig inntak av fisk per uke er det beregnet en makskonsentrasjon av summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS 0,23 ng/g fisk for voksne kvinner, og 0,27 ng/g fisk for voksne menn. Det er beregnet en noe høyere makskonsentrasjon av summen av forbindelsene i fisk dersom personen spiser en porsjon mager fisk sammenliknet med en porsjon fet fisk per uke. Makskonsentrasjonen i fisk for voksne kvinner er 0,45 ng/g fisk ved inntak av mager fisk, og 0,60 ng/g fisk ved inntak av fet fisk. For voksne menn er de beregnede makskonsentrasjonene noe høyere.

For voksne kvinner kunne det ikke beregnes makskonsentrasjoner i drikkevann ettersom TWI for summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS overskrides fra øvrig kosthold og andre eksponeringskilder. For voksne menn er makskonsentrasjonen i drikkevann 2,6 ng/l dersom personen drikker en gjennomsnittlig mengde vann basert på data fra norske kostholdsundersøkelser.

Tabell 3-1: Beregnede makskonsentrasjoner av summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS i fisk uten at TWI overskrides ved ulike scenarioer for humant inntak [4].

Inntak av fisk	Makskonsentrasjon kvinner (ng/g fisk)	Makskonsentrasjon menn (ng/g fisk)
Dersom personen spiser en gjennomsnittlig mengde fisk per uke basert på data fra norske kostholdsundersøkelser	0,23	0,27
Dersom personen spiser en porsjon mager per fisk uke	0,45	0,75
Dersom personen spiser en porsjon fet fisk per uke	0,60	1,0
Dersom personen spiser 100 g fisk per uke	0,90	1,5

3.2 Aktuell eksponering

Når det gjelder risiko for human helse knyttet til spredning av PFAS fra Rørvik lufthavn, er følgende i lufthavnens nærområde vurdert (også omtalt i kap. 6.1.2 i tiltaksplanen):

- Mulig risiko knyttet til drikkevannskilder nær lufthavnen
- Lokale badeplasser og aktivitetsområder for barn og unge
- Kjente plasser for fritidsfiske, inkludert konsum av fisk og skalldyr
- Akvakultur/oppdrettsanlegg og/eller havbruksvirksomhet i lufthavnens nærområde
- Dyrking/konsum av grønnsaker/gress til beite eller dyrefor

I denne tilleggsvurderingen inkluderes også en vurdering av direkte eksponering for forurensset jord ved opphold på lokaliteten.

Opphold på lokaliteten

De forurensede lokalitetene (BØF 1 og BØF 2) ved Rørvik lufthavn ligger rett øst for lufthavnens rullebane. Lokalitetene ligger innenfor lufthavnens gjerder, og er ikke tilgjengelig for allmenn ferdsel. Det er også lite ferdsel for lufthavnens ansatte i disse områdene. Etter bruken av områdene som brannøvingsområder ble avsluttet tjener de ikke lenger noen spesifikke formål utover sideareal langs rullebanen. Områdene er gressdekkede og gresset klippes med store klippemaskiner om sommeren. Pga. gressdekket vil det forekomme minimalt med støvflukt.

Drikkevann

Det er ikke registrert noen husstander med uttak av drikkevann fra kilder nedstrøms brannøvingsfeltene ved Rørvik lufthavn.

Badeplasser

I karttjenesten ut.no, som viser lokale turforslag og registreringer for fritidsaktiviteter over hele Norge, er det ikke registrert badeplasser eller fiskeplasser i Vikan [5]. Med utgangspunkt i befaringsavvik ved Vikan og Vikaholmen, samt vurdering av kart, er det også antatt at det ikke finnes uregistrerte populære badeplasser i lufthavnens nærområde (≤ 1 km). Det er imidlertid funnet to populære badeplasser ved Reipholmen/Ryemsjøen, som er lokalisert sørøst for Vikaholmen ca. 800 m i luftlinje fra rullebanen [5] [6]. Påvist konsentrasjon av Σ PFAS i prøven av sjøvann tatt ved sørenden av rullebanen var på 1,7 ng/l. Det er ikke forventet at spredning av PFAS fra Rørvik lufthavn påvirker området ved Reipholmen eller Ryemsjøen på bakgrunn av avstand og fortykning i sjø.

Fritidsfiske

Når det gjelder lokale fiskeplasser, kan man på bakgrunn av beliggenhet anta at hele området i sjøen utenfor Vikan, mot Laukvika i vest og Nærøysundet i øst, er populære områder for fritidsfiske som benyttes av lokalbefolkningen. Området inne i selve Vikan er ifølge lufthavna ikke et område for fritidsfiske, men det kan ikke utelukkes at det forekommer fiske utenfor tidevannssonen også der.

Resultatene av analyser av muskelprøver av torsk fanget ved Vikaholmen, ca. 900 meter fra utløpet av grøften øst/sør for BØF 2, viste at stedbunden kysttorsk som beiter i sublitorale- og littoralsonen utenfor Vikaholmen hadde oppkonsentrering av PFAS i muskelvev. For 17 av de 25 muskelprøvene av torsk var konsentrasjon av PFAS over rapporteringsgrensen, og påviste konsentrasjoner av PFAS var mellom 0,3 og 7,3 ng/g. Det var kun påvist PFOS i alle prøvene, med unntak av i prøven med de høyeste konsentrasjonene. Denne prøven hadde innhold av PFOS på 5 ng/g, og PFOSA på 2,2 ng/g utgjorde resten av Σ PFAS på 7,3 ng/g.

EFSA har anbefalt at ukentlig inntak av PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS (summen av disse) over tid ikke bør overskride 4,4 ng/kg kroppsvekt [3]. Konsum av fisk med konsentrasjoner av PFOS i muskelvev over 1,5 ng/g vil gi overskridelser av TWI for både kvinner og menn ved alle scenarier for ukentlig inntak. 3 av 25 prøver av fisk ved Rørvik lufthavn har konsentrasjoner over 1,5 ng/g.

Akvakultur/oppdrettsanlegg

På Ryumsjøen/Reipholmen, ca. 800 meter i luftlinje fra lufthavna på andre siden av Vikaholmen ved utløpet av Nærøysundet, ligger et landbasert akvakulturanlegg. Dette er et klekkeri for kveite, drevet av Sterling White Halibut AS. Det er antatt at vanninntaket til anlegget er lokalisert på dypt vann i Nærøysundet. Basert på dette, sammen med avstand til kilde og fortynning i sjø, er det vurdert som lite sannsynlig at forurensning fra lufthavnen påvirker anlegget.

Dyrking/konsum av grønnsaker/gress

Det er ikke dyrking av grønnsaker i nærheten av brannøvingsfeltene ved lufthavna, men på jordet rett øst for brannøvingsfeltene dyrkes det gress. Gresset benyttes i dag som dyrefôr i hovedsak for bondens eget bruk, men det kan også forekomme noe videresalg. Gården driver med storfe og melkeproduksjon som hovednæring.

Av de 5 gressprøvene tatt på jordet øst for BØF 2 er det påvist PFAS i 3 av prøvene tatt nærmest feltet (0,4-25 ng/g). Prøven med høyest konsentrasjon (25 ng/g) ble tatt nærmest BØF 2, de to andre prøvene ble tatt i noe lenger avstand og hadde betydelig lavere innhold av PFAS (0,4-0,9 ng/g). Prøven tatt lengst nordøst for feltet og referanseprøven i nord ikke hadde innhold av PFAS over rapporteringsgrensen. Prøvetaking av gress fra jordet ble gjennomført på en slik måte at røtter og jordpartikler ble unngått. Resultatene fra gressprøvene med hensyn til avstand fra forurensningskilden stemmer i stor grad overens med resultatene som ble påvist for jordprøvene fra samme sted (se Figur 2-1). Konsentrasjonene i prøver av matjorden tatt i samme område som gressprøvene er på mellom 10-50 µg/kg, med de laveste konsentrasjonene i prøvene tatt lengst fra feltet (10-20 µg/kg). På bakgrunn av dette er det forventet at forurensingen av gress har liten utbredelse og er knyttet til den delen av jordet som er nærmest BØF 2.

I de tre prøvene av gress med påvist innhold av PFAS er det i hovedsak de to forbindelsene PFBA og PFPeA som er påvist. I prøven med høyest konsentrasjon er det imidlertid også påvist PFHxA, PFHpA, PFOS og PFHxS. PFPeA (C5) og PFBA (C4) er kortkjedede og relativt mobile forbindelser. I vannprøvene fra miljøbrønnene øst/sør for BØF 2 og i grøfta øst for feltet utgjør PFPeA mellom 8-27 % av ΣPFAS.

Det forventes at opptak i gress omfatter området nærmest BØF 2, og ved slått av gresset vil dette gresset utgjøre en liten del av den totale slåtten. Det er ikke tatt prøver av kveg eller melk for påvisning av PFAS.

3.3 Beregningsverktøy

Miljødirektoratet, med bistand fra Norges Geotekniske Institutt (NGI), har utviklet et nytt beregningsverktøy for risikovurdering av human helse på lokaliteter med forurensset grunn [7]. Testversjon av dette verktøyet og tilhørende bakgrunnsrapport ligger tilgjengelig på Miljødirektoratets hjemmesider, og dette er benyttet for beregninger av risiko for human helse som følge av eksponering for forurensningen ved brannøvingsfeltet (BØF2) ved Rørvik lufthavn.

Inputparametere til modellen omfatter parametere knyttet til:

1. Transport- og spredningsprosesser (eks. jordspesifikke egenskaper, hydrogeologiske forhold, mm.)
2. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk (eks. oppholdstid på lokaliteten, grunnvann benyttet som drikkevann, inntak av fisk fra nærliggende resipient, mm.)
3. Målte konsentrasjoner i ulike medier (eks. jord, grunnvann, inneluft, fisk, mm.)

I beregningene er det for transport- og spredningsprosesser benyttet tilsvarende inngangsverdier som benyttet for spredningsberegninger (se kap. 2.2). For aktuelle eksponeringsveier er det benyttet to ulike tilnærminger:

1. Beregning basert på standardverdier for eksponeringsveier og eksponeringstid for aktuell arealbruk (industri) (hentet fra Tabell 3 i bakgrunnsrapport for beregningsverktøyet [7]). Denne tilnærmingen gir en beregning av risiko for human helse dersom man hadde hatt et opphold av barn og voksne på lokaliteten, hvor standardverdier for opphold innendørs og utendørs er satt til 240 dager per år og 2 timer per dag for både barn og voksne. Det er i denne tilnærmingen lagt til grunn at det ikke er noe uttak av grunnvann til drikkevann fra lokaliteten, og heller ikke konsum av grønnsaker dyrket på arealet eller inntak av fisk fra nærliggende resipient (satt til 0% i beregningene).
2. Beregning basert på aktuelle eksponeringsveier og eksponeringstid slik lokaliteten benyttes i dag. Det er i denne tilnærmingen benyttet inngangsverdier som vist i Tabell 3-2. Inngangsverdier er satt basert på kjennskap til forholdene ved lokaliteten (jfr. beskrivelse i kap. 3.2).

Tabell 3-2: Aktuelle eksponeringsveier og inngangsverdier benyttet i beregningsverktøy.

Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 8	UAKTUELL	Ingen barn oppholder seg på lokaliteten.
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	3 1	dager/år timer/dag	Antar gressklipping et fåtalls ganger per år.
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 8	UAKTUELL	Ingen barn oppholder seg på lokaliteten.
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	0 8	UAKTUELL	Antar ingen direkte eksponering for hudkontakt.
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 24	UAKTUELL	Ingen barn oppholder seg på lokaliteten.
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	3 1	dager/år timer/dag	Antar gressklipping et fåtalls ganger per år.
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 24	UAKTUELL	Ingen bygninger på lokaliteten.
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 24	UAKTUELL	Ingen bygninger på lokaliteten.
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	Grunnvann ikke benyttet som drikkevann.
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	Ingen produksjon av grønnsaker på lokaliteten.
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	20 %		Antar begrenset omfang av fritidsfiske i selve Viken

For målte konsentrasjoner i jord er det benyttet en vektet gjennomsnittskonsentrasjon for Σ PFAS for hele det undersøkte arealet/volumet, heller enn å legge inn alle målte enkeltkonsentrasjoner i jord. Dette samsvarer med hva som er gjort for spredningsberegninger, hvor en vektet gjennomsnittskonsentrasjon anses å være mest representativ for utlekkingspotensialet for området som helhet. Dette gjør også at enkeltprøver med svært høye eller lave konsentrasjoner ikke tillegges uforholdsmessig stor vekt i beregningene.

Beregninger i modellverktøyet er utført uten å legge inn målte konsentrasjoner i andre medier, så som eksempelvis grunnvann og fisk. Målte konsentrasjoner er i stedet brukt som en kontroll, for å kunne se om modellen gir beregnede verdier på nivå med det som faktisk er målt. Ved en slik tilnærming vil modellen også kunne brukes til å beregne forventede effekter av ulike tiltaksomfang.

Som input til beregningene er det som nevnt benyttet en vektet gjennomsnittskonsentrasjon for Σ PFAS. Dette selv om PFOS er eneste enkeltforbindelse av PFAS som ligger inne i modellens liste over stoffer. Dette betyr at det er stoffspesifikke egenskaper for PFOS som legges til grunn i beregningene for alle enkeltforbindelser som inngår i Σ PFAS, og vil følgelig være en usikkerhet gitt at ulike PFAS har svært ulike stoffspesifikke egenskaper. Å benytte Σ PFAS som grunnlag for beregningene vil også være en svært konservativ tilnærming, da beregningene i et slikt tilfelle vil representere en total eksponering for summen av alle PFAS-forbindelser, vurdert opp mot en grenseverdi (MTDI) som gjelder for summen av fire enkeltforbindelser (PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS).

3.4 Risiko for human helse

3.4.1 Beregning basert på standardverdier

Basert på standardverdier for arealbruk industri er det beregnet en total eksponering (E_{he}) på 1,5 ng/kg kroppsvekt/dag for barn og 0,1 ng/kg kroppsvekt/dag for voksne, noe som gir overskridelser av MTDI (0,63 ng/kg kroppsvekt/dag) for barn, men ikke for voksne. For både barn og voksne er det oralt jordinntak som i all hovedsak bidrar til totaleksponeringen.

Det er i tiltaksplanen foreslått et tiltak på BØF2 med oppgraving og ekstern deponering av alle masser med konsentrasjon av Σ PFAS >500 µg/kg. Beregninger av risiko for human helse som følge av eksponering for forurensning i gjenliggende masser etter tiltak (basert på standardverdier), gir en total eksponering (E_{he}) på 0,2 ng/kg kroppsvekt/dag for barn og 0,02 ng/kg kroppsvekt/dag for voksne, noe som ikke gir overskridelser av MTDI for verken barn eller voksne. Også for situasjonen etter tiltak er det oralt jordinntak som i all hovedsak bidrar til totaleksponeringen.

3.4.2 Beregning basert på aktuell eksponering

Basert på gitte inngangsverdier for aktuell eksponering er det for dagens forurensningssituasjon ved BØF2 beregnet en total eksponering (E_{he}) på 1,9 ng/kg kroppsvekt/dag for barn og 0,8 ng/kg kroppsvekt/dag for voksne, noe som gir overskridelser av MTDI (0,63 ng/kg kroppsvekt/dag) for både barn og voksne. For både barn og voksne er det antatt inntak av fisk (i beregningene satt til 20% av totalt inntak av fisk) som i all hovedsak bidrar til totaleksponeringen. Beregningene viser i så måte at inntak av fisk fra Vikan kan utgjøre en risiko for human helse for både barn og voksne.

Beregningsverktøyet gir en teoretisk beregnet konsentrasjon i fisk i resipient Vikan på om lag 2,1 ng/g. Denne er basert på beregnet utlekking og spredning fra forurensset område, og en antatt biokonsentrasjonsfaktor (BCF_{fisk}) for PFOS på 2796 [8]. Beregnet verdi er på nivå med det som er målt i fisk (torsk, muskel) ved Vikanholmen (<LOQ – 7 ng/g).

Det er i tiltaksplanen foreslått et tiltak på BØF2 med oppgraving og ekstern deponering av alle masser med konsentrasjon av Σ PFAS >500 µg/kg. Beregninger av risiko for human helse som følge av eksponering for

forurensning i gjennliggende masser etter tiltak, viser en reduksjon i beregnede konsentrasjoner i fisk (fra 2,1 µg/kg til 0,3 µg/kg), og videre en redusert risiko for human helse som følge av inntak av fisk. Det er for gjennliggende forurensning etter tiltak beregnet en total eksponering (E_{he}) på 0,3 ng/kg kroppsvekt/dag for barn og 0,1 ng/kg kroppsvekt/dag for voksne, noe som ikke gir overskridelser av MTDI (0,63 ng/kg kroppsvekt/dag).

4 Referanser

- [1] NGI, «Spredningsveileder for forurensset grunn. Forslag til ny spredningsmodell - grunnlagsrapport til Miljødirektoratet. Rev.nr. 1/2020-03-31,» Norges geotekniske institutt (NGI), 2021.
- [2] Norconsult, «Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn som følge av brannøving - Rørvik lufthavn, dokumentnummer 5205614-RIM04-ENRM-E06,» 2021.
- [3] EFSA, «Risk to human health related to the presence og perfluoroalkyl substances in food,» EFSA, 2020.
- [4] Folkehelseinstituttet, «Forvaltningsstøtte til Mattilsynet og Miljødirektoratet - Vurdering av PFAS,» 2020.
- [5] D. N. Turistforening, «Ut.no,» [Internett]. Available: <https://ut.no/utforsker/stedsnavn/754441/rrvik-lufthavn-ryum/turforslag>. [Funnet 4 september 2021].
- [6] Visitnamdalen.com, «Badeplasser, strender og fritidsområder,» Visitnamdalen.com, [Internett]. Available: <https://visitnamdalen.com/badeplasser-og-fritidsomrader/>. [Funnet 4 september 2021].
- [7] NGI, «Utvikling av nytt verktøy for risikovurdering av human helse på forurensset grunn i Norge,» Norges geotekniske institutt (NGI), 2020.
- [8] NGI, «Oppdatering av stoffdata for forbindelser i forurensset grunn,» Norges geotekniske institutt (NGI), 2017, rev. 2020.