

Avinor AS

► Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn

Tromsø lufthavn Langnes

Del 1: Oppsummering av resultater og risikovurdering

Oppdragsnr.: 5205614 Dokumentnr.: RIM08-ENTC Versjon: E03 Dato: 2024-04-30



Oppdragsgiver: Avinor AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Trine Reistad
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Aina Marie Nordskog
Fagansvarlig: Lars Været og Annelene Pengerud
Andre nøkkelpersoner: Henrikke Børsum, Øistein Preus Hveding

Forsidebilde: Gammelt brannøvingsfelt (BØF2) ved Tromsø lufthavn, november 2022.

E03	2024-04-30	Til behandling hos myndigheter	Henrikke Børsum Lars Været Aina Marie Nordskog	Annelene Pengerud Lars Været	Aina Marie Nordskog
B02	2024-02-02	For kommentar hos oppdragsgiver	Henrikke Børsum Aina Marie Nordskog Lars Været	Annelene Pengerud Lars Været	Aina Marie Nordskog
A01	2024-01-22	Til fagkontroll	Henrikke Børsum Aina Marie Nordskog Øistein Preus Hveding	Lars Været Annelene Pengerud	Aina Marie Nordskog
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammen drag

Bakgrunn

Avinor ble i mai 2021 pålagt å utarbeide tiltaksplan for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved Tromsø lufthavn. Opprinnelig gjaldt pålegget utarbeidelse av tiltaksplan for brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2) og området ved gammel brannstasjon (GBS), med krav om en plan for videre kartlegging av lufthavnen og overvåkning av planlagte tiltak. Dette vedtaket ble i oktober 2023 omgjort av Miljødirektoratet. Vedtaket ble omgjort til å gjelde utarbeidelse av en tiltaksplan for hele lufthavnen, i tråd med oppdaterte krav til tiltaksplaner.

Norconsult har utarbeidet tiltaksplan for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved Tromsø lufthavn på oppdrag for Avinor. Tiltaksplanen er utarbeidet i to separate deler:

- Del 1: Tiltaksplanens del 1 er en sammenstilling av resultater fra utførte undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota ved Tromsø lufthavn, og en risikovurdering for helse og miljø som følge av spredning fra PFAS-forurensset grunn ved lufthavnen. Denne rapporten er tiltaksplanens del 1, og svarer ut krav 1 og 2 i Miljødirektoratets pålegg.
- Del 2: Tiltaksplanens del 2 er en redegjørelse for aktuelle tiltaksmetoder, kostnadsberegninger og foreslåtte tiltak ved de lokaliteter som gjennom utførte undersøkelser og risikovurdering er funnet å utgjøre de største kildene til spredning av PFAS fra Tromsø lufthavn. Tiltaksplanenes del 2 svarer ut krav 3–6 i Miljødirektoratets pålegg.

Forurensningssituasjon

Gjennom kartlegging av historisk bruk av brannskum på Tromsø lufthavn, samt omfattende kartlegging av jord, vann og biota ved lufthavnen, er det fire områder som peker seg ut som de største kildene i jord, og de største kildene til spredning av PFAS fra lufthavnen:

- Sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1)
- Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)
- Gammel brannstasjon og deice-området (GBS)
- Utfylt område ved Ørneveien (UOØ)

Sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1)

Det er påvist Σ PFAS opptil 250 $\mu\text{g/kg}$ i jord sentralt ved øvingsplattformen og i masser i umettet sone rett nord for plattformen. De høyeste konsentrasjonene av Σ PFAS er påvist i jordprøver tatt i forsterkningslaget (0–64 mm,) over gruslaget til membranen. Det er ikke undersøkt masser under øvingsplattformens membran (>90 cm).

Grunnvannsprøver i to brønner fra området rundt BØF1 viser klart høyeste konsentrasjoner av Σ PFAS (8000–64 000 ng/l) i brønnen nordvest for plattformen. Det er påvist gjennomgående lavere konsentrasjoner i brønnen som ligger like sørøst for (oppstrøms) øvingsplattformen (1000–3000 ng/l). Det er også høye konsentrasjoner av PFAS i prøver tatt av vann i oljeutskilleren før utløpet til sjøen (4700–26 000 ng/l).

Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)

Massene ved BØF2 består av fyllmasser i varierende mektighet over delvis omdannet torv over silt/leire.

Sentralt på feltet (ved øvingsplattformen og nord og vest for denne) er det påvist svært høye konsentrasjoner av Σ PFAS. Spesielt er det påvist høye konsentrasjoner i torvmasser under fyllmasser (opptil 100 000 $\mu\text{g/kg}$). Det er også påvist høye konsentrasjoner i fyllmassene (opptil 3000 $\mu\text{g/kg}$). Under torven er det påvist lavere konsentrasjoner (opptil 260 $\mu\text{g/kg}$).

Brønnene sentralt på feltet viser klart høyeste konsentrasjoner av Σ PFAS i grunnvann, med konsentrasjoner opp til 350 000 ng/l. Brønnene oppstrøms øvingsplattformen har langt lavere konsentrasjoner (13-360 ng Σ PFAS/l). I vannprøvene tatt i drengroften er de høyeste konsentrasjonene påvist i punkt V2kum (250-2200 ng Σ PFAS/l).

Utfylt område ved Ørneveien (UOØ)

Resultater fra utførte undersøkelser ved UOØ viser konsentrasjoner av Σ PFAS <30 $\mu\text{g/kg}$ i de fleste prøvepunktene i sentral og vestlig del av området (Figur 4-8). De høyeste konsentrasjonene (opptil 2700 $\mu\text{g/kg}$) er påvist øst på området, i torv under fyllmasser.

Det er ikke etablert brønner ved UOØ. Det er tatt prøver i en grøft nord for området, konsentrasjonene varierer fra 320 til 1300 ng Σ PFAS/l.

Gammel brannstasjon og deice-område (GBS)

Ved den gamle brannstasjonen og under den sørlige delen av deice-plattformen er det påvist høye konsentrasjoner av Σ PFAS i jord (over 500 $\mu\text{g/kg}$ i de fleste punktene, og opptil 2600 $\mu\text{g/kg}$). Det er påvist høyest konsentrasjoner i fyllmasser og skjellsand i umettet sone.

I grunnvann er det påvist høye konsentrasjoner av PFAS i brønnene nedstrøms området, med konsentrasjoner opp til 38 000 ng Σ PFAS/l. I brønnen oppstrøms området er konsentrasjonene vesentlig lavere (400 ng Σ PFAS/l).

Mengder i jord og spredningsmengder

Samlet er det estimert at det ligger om lag 41 kg PFAS i jord ved de fire hovedkildene til spredning fra Tromsø lufthavn (BØF1, BØF2, UOØ og GBS).

Mengder i jord er fordelt som følger:

- 18,9 kg PFAS på gammel brannstasjon og deice-området (GBS)
- 17,3 kg på gammelt brannøvingfelt (BØF2)
- 4,2 kg på utfylt område ved Ørneveien (UOØ)
- 0,6 kg på sist nedlagt brannøvingfelt (BØF1)

De største mengdene PFAS er beregnet ved gammel brannstasjon og deice-området (GBS) og gammelt brannøvingfelt (BØF2). Ved BØF2 er det ca. 10,5 kg PFAS i torvmassene, fordelt på et volum på ca. 7500 m^3 . Dette utgjør en høy mengde PFAS per volum masser, med gjennomsnittlig 1,4 g PFAS/ m^3 . Dette er vesentlig høyere enn andre områder og dybdeintervaller/massetyper på Tromsø lufthavn. Det presiseres imidlertid at torvmassene befinner seg under fyllmassene på feltet. I fyllmasser på BØF2 er det estimert 6,2 kg PFAS, fordelt på et volum på ca. 40 600 m^3 .

På gammel brannstasjon og deice-området (GBS) er de største mengdene PFAS i masser fra 0-3 m under terreng. Det er beregnet totalt 16,2 kg PFAS i disse massene. De estimerte mengdene er relativt jevnt fordelt i dybden for de øvre 2-3 meterne, med avtagende mengder i dybden ned til undersøkt dyp på 5 meter. I hovedsak er forurensningen påvist over grunnvannsnivå.

Beregnet samlet spredning fra de fire lokalitetene er mellom 1,4 – 2,0 kg PFAS/år, hvorav hovedandelen av spredningen kommer fra gammel brannstasjon og deice-området (GBS), og gammelt brannøvingsfelt (BØF2). Estimerte spredningsmengder er som følger:

- 1000-1200 g/år fra gammel brannstasjon og deice-området (GBS)
- 300 til 700 g PFAS/år fra gammelt brannøvingsfelt (BØF2)
- 35-45 g PFAS/år fra sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1)
- 30-40 g PFAS/år fra utfylt område ved Ørneveien (UOØ)

Risikovurdering

Utført risikovurdering for human helse tilsier at forurensningen på de nedlagte brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2), gammel brannstasjon og deice-området (GBS), samt utfylt område ved Ørneveien (UOØ) utgjør en begrenset risiko for human helse med dagens bruk av lokalitetene.

Det er svært liten risiko for eksponering for forurensning gjennom hudkontakt med forurensset jord eller oralt inntak av forurensset jord på lufthavnen, grunnet utilgjengelige masser eller ingen/svært begrenset opphold på forurensede områder. Det er ikke funnet private drikkevannsbrønner lokalisert i områder nedstrøms lufthavnen. Det er ikke lokalisert badeplasser i sjøen utenfor lufthavnen, men et område benyttes for kiting. Noe bading må forventes i forbindelse med dette. Med grunnlag i forventet eksponeringstid vurderes det å være svært begrenset risiko for human helse knyttet til bading/kiting.

Resultater fra utførte biotaundersøkelser tyder på at det er en påvirkning og risiko for det akvatiske økosystemet i nærliggende resipienter som følge av spredning av PFAS fra de forurensede lokalitetene ved Tromsø lufthavn. Påvirkningen er størst i utløpsområdet for dreis/overvann fra de nedlagte brannøvingsfeltene i Rottbogen, og særlig i utstrømningssonen for grunnvann ved gammel brannstasjon og deice-området (GBS) i Giæverneset. Her er det i strandbiota påvist konsentrasjonsnivåer som overskrider miljøkvalitetsstandard EQSbiota og QSsec pois, som er grenseverdi for beskyttelse av predatorer mot sekundær forgiftning. Rottbogen og Giæverneset er del av et bløtbunnsområde utenfor lufthavnen som har meget stor betydning for fugl, noe som tilsier risiko for opptak og spredning av PFAS via fugl som benytter området.

► Innhold

1	Innledning	8
1.1	Bakgrunn	8
1.2	Per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS)	8
1.2.1	<i>Generelt</i>	8
1.2.2	<i>Klassifisering og grenseverdier</i>	9
2	Tromsø lufthavn Langnes	12
2.1	Lokalisering	12
2.2	Topografi og grunnforhold	13
2.3	PFAS-forurensede lokaliteter	14
2.3.1	<i>Sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1)</i>	16
2.3.2	<i>Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)</i>	18
2.3.3	<i>Utfyllt område ved Ørneveien (UOØ)</i>	19
2.3.4	<i>Gammel brannstasjon (GBS) og avisningsplattform</i>	20
2.4	Avrenningsforhold	21
2.5	Resipienter	24
2.6	Naturmangfold	26
2.6.1	<i>Terrestriske naturverdier</i>	27
2.6.2	<i>Marine naturverdier</i>	27
2.7	Kulturminner	28
2.8	Friluftsliv og rekreasjon	30
3	Utførte undersøkelser	32
3.1	Delprosjekt 2 og risikovurdering	32
3.2	Undersøkelser i forbindelse med utbyggingsprosjekter	32
3.3	Miljøovervåkning 2014 - 2024	32
3.4	Supplerende undersøkelser i forbindelse med PFAS-prosjektet	34
4	Oppsummering av resultater	35
4.1	Hele lufthavnen	35
4.1.1	<i>Jord</i>	35
4.1.2	<i>Vann</i>	37
4.2	Sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1)	39
4.2.1	<i>Jord</i>	39
4.2.2	<i>Vann</i>	41
4.3	Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)	43
4.3.1	<i>Jord</i>	43
4.3.2	<i>Vann</i>	46
4.4	Utfyllt område ved Ørneveien (UOØ)	48

4.4.1	Jord	48
4.4.2	Vann	50
4.5	Gammel brannstasjon og deice-området (GBS)	52
4.5.1	Jord	52
4.5.2	Vann	54
4.6	Resipienter	56
4.6.1	Sediment	56
4.6.2	Biota	58
5	Mengder i jord	61
6	Spredningsmengder	63
6.1	Sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1)	64
6.2	Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)	66
6.3	Utfylt område ved Ørneveien (UOØ)	69
6.4	Gammel brannstasjon og deice-området (GBS)	71
7	Risikovurdering av dagens forurensningssituasjon	74
7.1	Risiko for human helse	74
7.1.1	Kunnskapsgrunnlag	74
7.1.2	Aktuell eksponering	76
7.2	Økologisk risiko	80
7.2.1	Akvatisk økosystem	80
7.2.2	Terrestrisk økosystem	81
8	Referanser	83

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Avinor ble i 2020 pålagt å gjennomføre supplerende undersøkelser av forurensning av per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS) ved de ti lufthavnene Rørvik, Tromsø, Ålesund, Stavanger, Bergen, Alta, Haugesund, Kristiansund, Kirkenes og Brønnøysund (jfr. pålegg fra Miljødirektoratet datert 14. mai 2020 [1]).

I nevnte pålegg og brev av 26. februar 2020 skisserte Miljødirektoratet at Avinor skal utarbeide tiltaksplaner ved disse ti lufthavnene med frist i 2021 og 2022 [2]. Lufthavnene ble valgt ut på bakgrunn av Avinors prioriteringsrekkefølge for opprydding av PFAS-forurensning basert på kost/effekt, og risikovurderinger med hensyn på lokale effekter [3] [4].

Avinor ble i mai 2021 pålagt å utarbeide tiltaksplan for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved Tromsø lufthavn [5]. Opprinnelig gjaldt pålegget utarbeidelse av tiltaksplan for brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2) og området ved gammel brannstasjon (GBS), med krav om en plan for videre kartlegging av lufthavnen og overvåkning av planlagte tiltak. Frist for levering av tiltaksplan for brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2) ved Tromsø lufthavn var i Miljødirektoratets pålegg satt til 31. desember 2021, og frist for tiltaksplan for området ved brannstasjonen (GBS) var satt til 31. desember 2025.

Dette vedtaket ble i oktober 2023 omgjort av Miljødirektoratet [6]. Vedtaket ble omgjort til å gjelde utarbeidelse av en tiltaksplan for hele lufthavnen, i tråd med oppdaterte krav til tiltaksplaner [7]. Frist for tiltaksplan som gjelder hele lufthavnen ble satt til 15. mars 2024. Avinor har i videre dialog med Miljødirektoratet fått utsatt frist til 30. april 2024.

Tiltaksplanen for Tromsø lufthavn er utarbeidet i to separate deler:

- Del 1: Tiltaksplanens del 1 er en sammenstilling av resultater fra utførte undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota ved Tromsø lufthavn, og en risikovurdering for helse og miljø som følge av spredning fra PFAS-forurensset grunn ved lufthavnen. Denne rapporten er tiltaksplanens del 1, og svarer ut krav 1 og 2 i Miljødirektoratets pålegg.
- Del 2: Tiltaksplanens del 2 er en redegjørelse for aktuelle tiltaksmetoder, kostnadsberegninger og foreslåtte tiltak ved de lokaliteter som gjennom utførte undersøkelser og risikovurdering er funnet å utgjøre de største kildene til spredning av PFAS fra Tromsø lufthavn [8]. Tiltaksplanenes del 2 svarer ut krav 3–6 i Miljødirektoratets pålegg.

1.2 Per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS)

1.2.1 Generelt

Per- og polyfluorerte stoffer, PFAS, er en stor gruppe organiske forbindelser med vann- og fettavvisende egenskaper. PFAS har vært benyttet blant annet i brannslukningsskum, og benyttes i impregnering av tekstiler, skismøring, matemballasje mfl. Stoffgruppen inneholder blant andre forbindelsene PFOS, PFOA, langkjedete perfluorerte syrer (C9-PFCA – C14 PFCA), PFHxS, PFBS, PFHxA og HFPO-DA (GenX) som er på Miljødirektoratets prioritetsliste. Prioritetslisten er en liste over miljøgifter som regnes for å utgjøre en alvorlig trussel mot helse og miljø, og med nasjonal målsetning om å stanse bruk og utslipp av stoffene. Stoffene er tungt nedbrytbare, hopper seg opp i næringskjeden, og kan være giftige for organismer [9].

Forbindelsene PFOS og PFOA er i dag strengt regulert gjennom europeisk regelverk (EUs POPs-forordning og Reach), og det er internasjonale forbud mot bruk av disse [9] [10]. Det er imidlertid for både PFOS og PFOA noen unntak fra forbudene, og det er satt en grense for hvilket innhold det kan være av stoffene uten

at de omfattes av forbudene (produktforskriften) [10]. Det er foreslått forbud mot forbindelsene PFHxS og PFHxA er i Reach regelverket, og Miljødirektoratet med flere har tatt initiativ til et generelt forbud mot PFAS-forbindelser [9].

I september 2020 fastsatte European Food Safety Authority (EFSA) ny TWI (tolerabelt ukentlig inntak) for summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS på 4,4 ng/kg kroppsvekt per uke (omregnet til tolerabelt daglig inntak (TDI) $4,4/7 = 0,63$ ng/kg kroppsvekt per dag) [11]. Basert på den nye tålegrensen utførte Folkehelseinstituttet (FHI) en vurdering av hvilke nivåer av PFAS i fisk og drikkevann som utgjør en økt helserisiko [12]. 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 kvinner og 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.

I desember 2020 vedtok EU et nytt drikkevannsdirektiv og grenseverdien for PFAS der er satt til 100 ng/l [13]. I desember 2020 advarte videre Mattilsynet mot å spise fisk og drikke vann fra ferskvann og vassdrag i nærheten av lufthavner. Bakgrunnen for advarselen er at ferskvannsresipienter og fisk i nærheten av lufthavner kan være forurensset av PFAS-forbindelser [14].

Med bakgrunn i senkede TWI/TDI verdier er det i Europakommisjonen nå utarbeidet forslag til nye miljøkvalitetsstandarder for ferskvann og biota som er på høring [15]. Nye foreslåtte verdier for AA-EQS ferskvann og EQS biota er satt for summen av 24 PFAS-forbindelser uttrykt som summen av PFOA ekvivalenter. Det betyr at det benyttes omregningsfaktorer for å kunne uttrykke summen av de 24 PFAS-forbindelsene som PFOA enheter. Dette for at skadepotensialet for flere PFAS forbindelser skal kunne sammenlignes med PFOA, ettersom kunnskapsgrunnlaget for PFOA er bedre enn for mange av de andre forbindelsene. På denne måten kan summen av en gruppe forbindelser sammenlignes med standarder eller grenseverdier for PFOA. For AA-EQS ferskvann er det foreslått at summen av PFOA ekvivalenter skal være under 0,004 µg/l, og for EQS biota at summen av PFOA ekvivalenter skal være under 0,077 µg/kg.

1.2.2 *Klassifisering og grenseverdier*

1.2.2.1 Jord

Normverdier, tilstandsklasser og akseptkriterier

Miljødirektoratet har ikke satt tilstandsklasser for Σ PFAS i jord, og det er kun PFOS som har en normverdi. Normverdien for PFOS er 100 µg/kg [16]. Denne normverdien har vært under utredning, og i høringsforslaget er det foreslått en ny og lavere normverdi for PFOS på 2 µg/kg [17].

Grensen for når masser forurensset med PFOS/PFOA klassifiseres som farlig avfall er i avfallsforskriften satt til 3000 mg/kg [18]. For PFOS gjelder imidlertid også grenseverdi på 50 mg/kg for det som må destrueres i henhold til produktforskriftens kapittel 4 (POPs forordningen). Denne gjelder da foran grenseverdi i avfallsforskriften.

Det er heller ikke satt generelle akseptkriterier for konsentrasjoner av Σ PFAS i jord. En stedsspesifikk risikovurdering, kost/effekt og samlet miljønytte av tiltak vil være styrende for hvilken konsentrasjonsgrense akseptkriteriet ved en PFAS-forurensset lokalitet vil få.

Konsentrasjonsintervaller

I denne rapporten er det for konsentrasjonsinndeling av Σ PFAS i jord benyttet de samme syv konsentrasjonsintervallene ($\mu\text{g/kg}$) som er gitt i Miljødirektoratets pålegg om samlet vurdering av PFOS-forurensning ved Avinors lufthavner [19]. Konsentrasjonsintervallene er vist med farger i Tabell 1-1. Det er benyttet den samme inndelingen for PFOS og for Σ PFAS.

Tabell 1-1: Konsentrasjonsintervaller benyttet for klassifisering av PFOS og Σ PFAS i jord.

Konsentrasjoner i jord ($\mu\text{g/kg}$)
<3
3-30
30-150
150-500
500-1 000
1 000-3 000
>3 000

1.2.2.2 Vann og sediment

Miljøkvalitetsstandarder

Miljøkvalitetsstandarder i vann og sediment er kun satt for PFOS og dets derivater og PFOA (Tabell 1-2). Med hensyn på kroniske effekter ved langtidseksponering, er miljøkvalitetsstandard AA-EQS (årlig gjennomsnittsverdi) for PFOS og dets derivater i ferskvann og kystvann satt lavt. På bakgrunn av at PFOS er lite akutt toksisk er MAC-EQS (maksimal verdi) satt til en mye høyere verdi. For PFOA i vann og sediment er det kun gitt AA-EQS, denne er for vann lik for ferskvann og kystvann [20].

Tabell 1-2: Miljøkvalitetsstandarder for PFOS og PFOA i ferskvann og kystvann [20].

Vann	AA-EQS ferskvann	MAC-EQS ferskvann	AA-EQS kystvann	MAC-EQS kystvann
PFOS	0,65 ng/l	36 000 ng/l	0,13 ng/l	7 200 ng/l
PFOA	9 100 ng/l	-	9 100 ng/l	-
Sediment	AA-EQS ferskvann	MAC-EQS ferskvann	AA-EQS kystvann	MAC-EQS kystvann
PFOS	2,3 $\mu\text{g/kg}$	360 $\mu\text{g/kg}$	0,23 $\mu\text{g/kg}$	72 $\mu\text{g/kg}$
PFOA	713 $\mu\text{g/kg}$	-	71 $\mu\text{g/kg}$	-

Konsentrasjonsintervaller

I denne rapporten er det for konsentrasjonsinndeling av innhold av PFOS og Σ PFAS i vann benyttet åtte konsentrasjonsintervaller (ng/l) som gitt med farger i Tabell 1-3. Nedre konsentrasjonsgrense tilsvarer AA-EQS for ferskvann, og øvre grense tilsvarer MAC-EQS for ferskvann (Tabell 1-2).

Tabell 1-3: Konsentrasjonsintervaller benyttet for klassifisering av PFOS og Σ PFAS i vann.

Konsentrasjoner i vann (ng/l)
<0,65
0,65-30
30-300
300-1 000
1 000-3 000
3 000-10 000
10 000-36 000
>36 000

1.2.2.3 Biota

Miljøkvalitetsstandarder

Miljøkvalitetsstandard i organismer er kun satt for PFOS (og dets derivater) i fisk. For PFOS er EQS-verdi i fisk satt til 9,1 $\mu\text{g/kg}$ våtvekt (målt i muskel). Denne EQS verdien er basert på 10 % av tidligere tålegrense (TDI - tolererbart daglig inntak) for PFOS som av EFSA i 2008 ble satt til 150 ng/kg kroppsvekt /dag [21].

I 2020 fastsatte EFSA ny TWI for summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS på 4,4 ng/kg kroppsvekt per uke ($4,4/7 = 0,63$ ng/kg kroppsvekt per dag) [11].

Som beskrevet i kap. 1.2.1 er det i Europakommisjonen, med bakgrunn i senkede TWI/TDI verdier, nå utarbeidet forslag til nye miljøkvalitetsstandarder for ferskvann og biota som er på høring [15]. Resipienter og biota som til nå ikke har blitt regnet som betydelig påvirket av PFAS-forurensning kan derfor få endret status.

Konsentrasjonsintervaller

Det er for konsentrasjonsinndeling av Σ PFAS i biota som kan benyttes til matkonsum benyttet fire konsentrasjonsintervaller ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt). Øvre konsentrasjonsgrense tilsvarer $\text{EQS}_{\text{biota}}$ for PFOS og dets derivater. For biota som ikke benyttes til mat er det benyttet tre konsentrasjonsintervaller for konsentrasjonsinndeling av Σ PFAS ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt). Øvre konsentrasjonsgrense tilsvarer $\text{QS}_{\text{sec pois}}$, som er grenseverdi for beskyttelse av predatorer mot sekundærforgiftning. Konsentrasjonsintervallene er vist med farger i Tabell 1-4.

Tabell 1-4: Konsentrasjonsintervaller benyttet for klassifisering av Σ PFAS i biota.

Konsentrasjoner i matbiota ($\mu\text{g/kg}$)	Konsentrasjoner i annen biota ($\mu\text{g/kg}$)
<LOQ	< 9,1*
LOQ-5	9,1-33
5-9,1	>33**
>9,1*	

* Tilsvarer $\text{EQS}_{\text{biota}}$ for PFOS og dets derivater

** Tilsvarer $\text{QS}_{\text{sec pois}}$ (sekundærforgiftning)

2 Tromsø lufthavn Langnes

2.1 Lokalisering

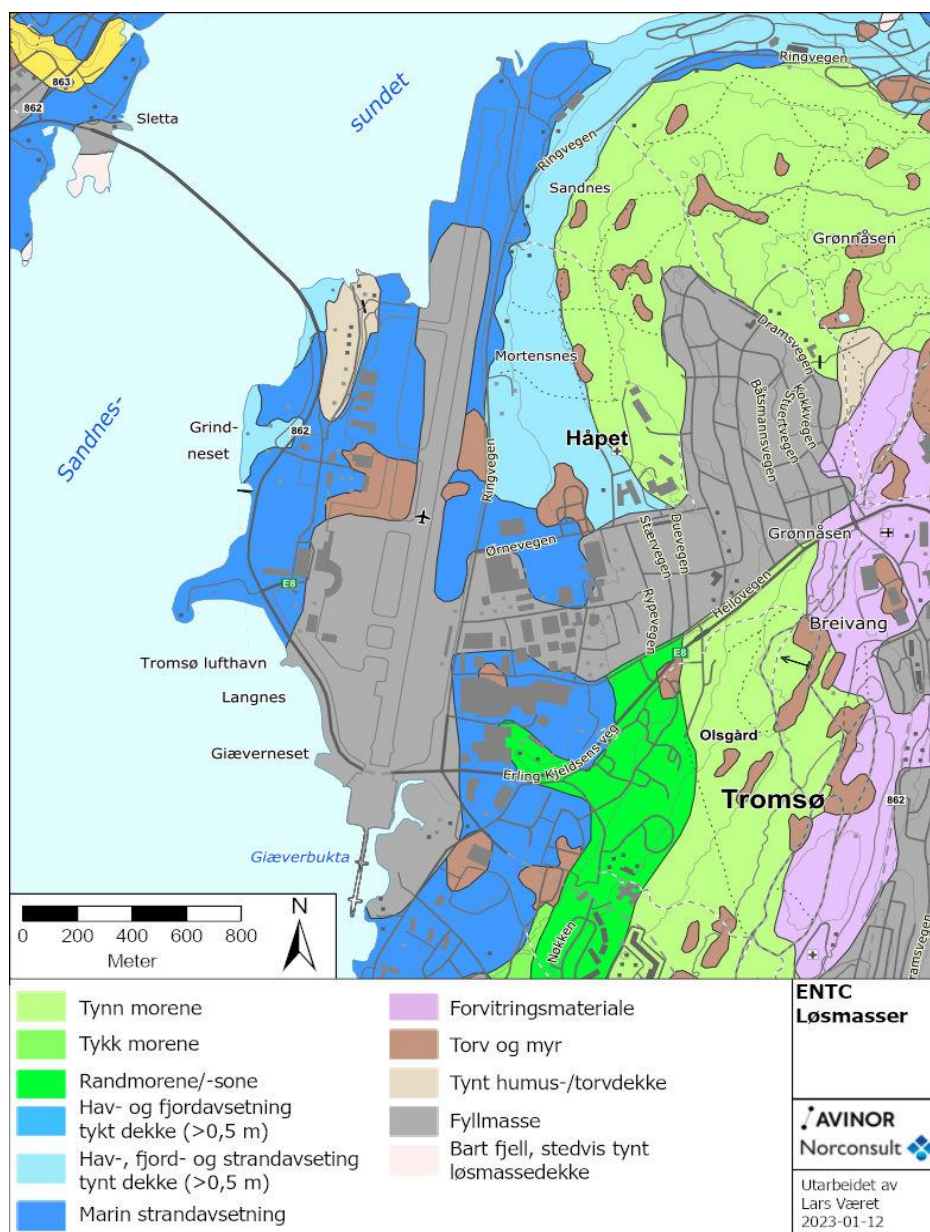
Tromsø lufthavn Langnes, befinner seg på Tromsøya i Tromsø kommune. Lufthavnen ble åpnet i 1964 og er lokalisert på vestsiden av Tromsøya, ca. 3 km fra Tromsø sentrum. Området befinner seg ca. 2-13 m over havnivå, og grenser til Rottbogen i nord, Sandnessundet i vest og Giæverbukta i sør. Mot øst grenser lufthavnen delvis mot et næringsområde og et skog- og myrområde.



Figur 2-1: Oversiktskart lokalisering Tromsø lufthavn.

2.2 Topografi og grunnforhold

Terrenget øst for lufthavnen stiger oppover mot Grønnåsen (134 moh.), som ligger cirka 1,6 km øst for lufthavnen. Iht. NGUs løsmassekart består grunnen på selve lufthavnen av marine strandavsetninger, torv- og myr, samt fyllmasser [22] (Figur 2-2). Dette stemmer overens med observasjoner under utførte grunnundersøkelser på lufthavnen. Store deler av området for rullebanen og terminalområdet består av utfylte masser. Det er også fylt ut på sidearealer sørøst for rullebanen, som tidligere i stor grad var preget av torv og myr. Nord for terminalområdet er det også brukt fyllmasser for å bygge ut området. I de utfylte vikene er det fyllmasser over tidligere sjøbunn. Berggrunnen under løsmassene består av granatglimmerskifer, glimmergneis og kalksteinsbergarter [23].



Figur 2-2: Løsmassekart for Tromsø lufthavn og området rundt [16].

2.3 PFAS-forurensede lokaliteter

Bruk av skum med PFOS som hovedkomponent ble faset ut ved Avinors lufthavner i 2001, og ble erstattet med skum som inneholdt andre PFAS-forbindelser. Brannskum med andre PFAS-forbindelser ble faset ut i 2012, og i dag brukes det skum som er fritt for PFAS-forbindelser.

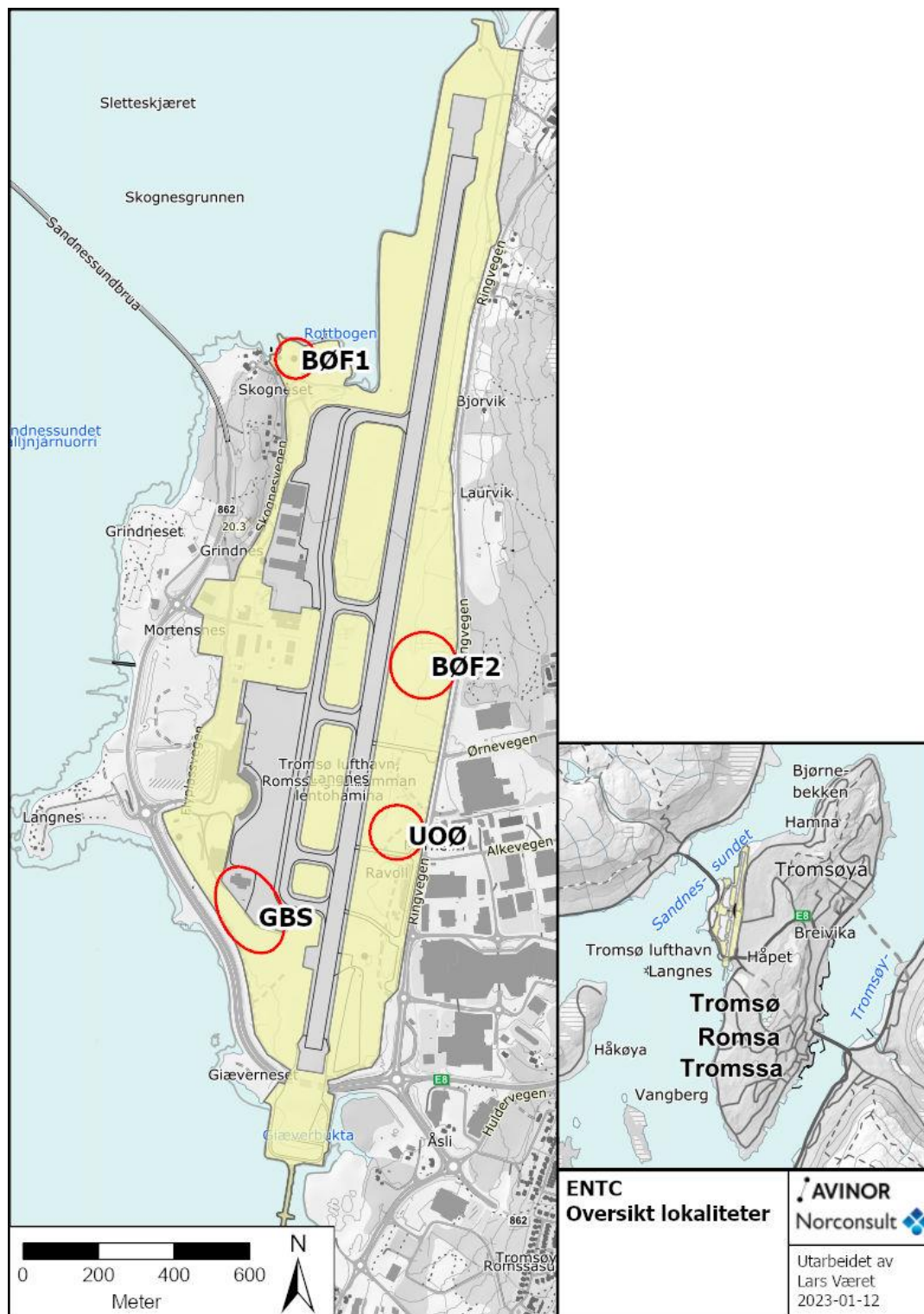
Gjennom kartlegging av historisk bruk av brannskum på Tromsø lufthavn [24], samt omfattende kartlegging av jord, vann og biota ved lufthavnen (kap. 4), er det fire områder som peker seg ut som de største kildene i jord, og de største kildene til spredning av PFAS fra lufthavnen:

- Sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1)
- Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)
- Gammel brannstasjon (GBS) og arealer rundt
- Utfylt område ved Ørneveien (UOØ) (omtalt som *Gammelt deponi* i tidligere rapporter [25] [24])

Lokalisering av de fire lokalitetene er vist i Figur 2-3.

To områder innenfor lufthavnen er registrert i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase. Det er BØF2 (ID: 5804-A) og UOØ (ID: 5805-A). Begge lokasjoner er registrert med påvirkningsgrad 2, som indikerer akseptabel tilstand med dagens arealbruk [26].

De påfølgende delkapitlene presenterer historikk for de fire lokalitetene.



Figur 2-3: Oversikt over de største kildene til spredning av PFAS-forurensning ved Tromsø lufthavn. Sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1), gammelt brannøvingsfelt (BØF2), gammel brannstasjon (GBS) og deice-område, utfyllt område ved Ørneveien (UOØ).

2.3.1 Sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1)

Det sist nedlagte brannøvingsfeltet (BØF1) var i bruk fra 2001 til 2020 (etter øvingssesongen 2019). Feltet befinner seg nord på lufthavnen. BØF1 grenser til Rottbogen i nordlige deler. Mot sør grenser feltet til området for avising nord og snødeponi nord. Plattformen er etablert på et område hvor det delvis var sjø før utbygging av lufthavnen, og grunnen består derfor av utfylte masser (Figur 2-4). Området hvor feltet ligger er eid av Forsvarsbygg. Videre bruk av området etter nedleggelsen av feltet er ifølge lufthavnen ikke avklart.

BØF1 er etablert med en sirkulær plattform med en diameter på ca. 60 m. Overflatedekket på plattformen består av et betongfundament (under selve flysimulatoren) og asfaltdekke (over resten av plattformen). Mottatt tegningsgrunnlag angir at oppbygningen av feltet under asfaltert område består av ca. 80-90 cm bærelag og forsterkningslag over fiberduk og membran, på underliggende avrettingslag. Oppgitte fraksjoner i forsterkningslaget varierer opp til 64 mm, mens det ned mot fiberduk og membran er oppgitt mer ensartet grus/pukk (4-16 mm).

Plattformen er etablert med fall ned til en kum midt på plattformen, med utløp av oppsamlet vann via oljeutskiller til sjø mot nordvest. Mye PFAS brukt i brannslukningsøvelser har sannsynligvis gått via oljeutskiller nord til sjø via sjøledning [24].

Øvingsaktiviteten på feltet bestod av øving og oppdateringskurs for eget personell, i tillegg til opplæring for personell fra andre lokale lufthavner [24]. Lufthavnen opplyser også om at feltet i en periode var utleid til Norges brannskole som benyttet det til grunnkurs og lederkurs.

Sørøst på området for BØF1 har det vært en kommunal øvingsplattform (synlig på flyfoto fra 2003 i Figur 2-4). Bruken av denne plattformen er avsluttet, og plattformen er ifølge Avinor fjernet. Det skal ha vært utført øvelser hovedsakelig med fyring av ved og slukking ved bruk av vann. I tillegg skal det ha vært øvelser med røykdykking i containere.

Bruk av skum med PFOS som hovedkomponent ble utfaset i 2001, dvs. omkring tiden BØF1 ble tatt i bruk. Skum som inneholdt andre PFAS-forbindelser ble benyttet frem til 2012, men dette skummet inneholdt sannsynligvis også mindre mengder PFOS.

I 2011 var det en lekkasje i sandfangkum under flysimulator og i rørledninger mellom feltet og oljeutskilleranlegget [24]. Lekkasjen ble i henhold til informasjon i risikovurderingsrapporten fra 2016 tettet, med utbedring av avløpssystem, opprydning av forurensset masse og etablering av tre miljøbrønner som hadde til hensikt å drenere oljeforurensset vann til oljeutskiller. Lufthavnen har opplyst at det ble trukket strømpes i rørene, men at oljeutskilleren ikke er tett.



Figur 2-4: Historiske flyfoto som viser BØF1 fra 1956-2019, hentet fra kart.finn.no.

2.3.2 Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)

Det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) var i bruk fra 1985-2001. Området befinner seg øst for rullebanen og grenser til lufthavns gjerde i øst. Selve øvingsområdet var tidligere en flate på i underkant av 4000 m² med betongdekke under selve øvingskaret (på ca. 100 m²), mens området rundt har vært myr- og skogkledd (Figur 2-5). Flyfoto fra 2006 og 2009 viser at området også har vært benyttet som mellomlagringsplass eller til utfylling av masser [27]. På flyfoto fra 2012 er det ikke lenger synlige spor etter brannøvingsaktivitet eller annen aktivitet på området. Flyfoto fra 2019, vist på Figur 2-5, viser området slik det har sett ut fra 2012 og frem til i dag. På grunn av lengre driftsperiode er det forventet å ha vært et høyere forbruk av brannskum ved BØF2 enn ved BØF1, og det ble benyttet skum som inneholdt PFOS.

VA-kart fra Avinor viser at det ikke er oppsamlingssystem som kummer og ledninger for overvann ved BØF2. Skum og overvann har trolig rent av på overflaten mot grøfter, eller infiltrert i grunnen omkring selve plattformen. Området heller noe i retning mot vest.

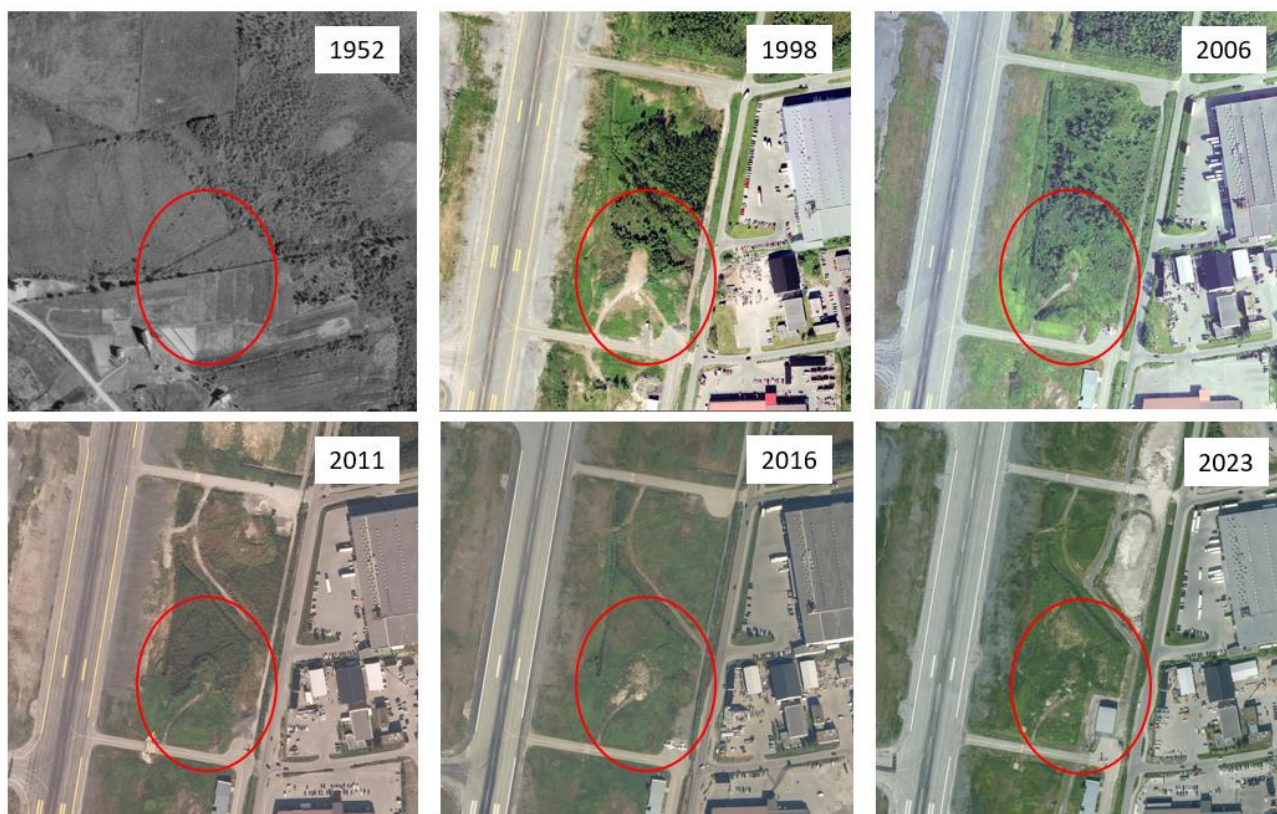


Figur 2-5: Historiske flyfoto som viser BØF2 fra 1998-2019, hentet fra kart.finn.no. Rødt omriss markerer plassering av øvingskaret.

2.3.3 Utfyllt område ved Ørneveien (UOØ)

Sør for BØF2 er det seg et område som har vært benyttet som fyllplass for masser (UOØ, se Figur 2-6). Det undersøkte området er i tidligere rapporter (2011 og 2016) omtalt som gammelt deponi, og det skal fra midten av 90-tallet ha vært avholdt enkelte brannøvelser med skum og parafin i dette området [24].

Det er ikke kjent hvor massene som er lagt på området kommer fra. På flyfoto fra 1998 kan det ses et slags tippområde [27]. Det er ikke synlig avfall på flyfotoet, med det ser mer ut til å ha vært lagt løsmasser eller liknende der. På flyfoto fra 2003 og 2006 ser det ut til at tippområdet har begynt å gro til med vegetasjon [27]. Det antas derfor at massene som er lagt her stammer fra før år 2000. Lufthavnen har opplyst om at det mellom 2019 og 2021 er lagt fjernvarmeledninger langs internveien øst på området. I 2022/2023 ble det bygget en asfaltert plate med en hangar for helikopter sørøst på området, som vist på flyfoto fra 2023 på Figur 2-6. Hangaren er en plasthall/telt som er etablert midlertidig på området frem til et annet hangarområde på vestsiden av rullebanen er ferdig bygget. Det er forventet at det kan bli et langvarig (10 års) perspektiv. For etablering av hangaren er det fylt ut masser på terreng for avretting. Lufthavnen opplyser om at det ikke har vært utført gravearbeider utover utfylling av avrettingsmasser, og at det ikke er etablert VA, strøm eller andre ledninger til hangaren.



Figur 2-6: Historiske flyfoto som viser UOØ fra 1952-2023, hentet fra kart.finn.no.

2.3.4 Gammel brannstasjon (GBS) og avisningsplattform

Sør for terminalbygget har det tidligere vært en brannstasjon i et gammelt driftsbygg. Lufthavnen informerer om at brannstasjonen ble tatt i bruk rundt årsskiftet i 1974/1975, og var i drift frem til 2000. I 2023 ble bygget revet. Riving av bygget ble utført som del av arbeider med oppgradering av Tromsø lufthavn som omfattet blant annet utvidelse av terminalbygg A, riving av terminalbygg B, rehabilitering av flyoppstillingsplasser og opprustning av vegnettet inn og ut av lufthavnområdet [28]. Bygget som lå sørvest for rullebanen og sør for terminalområdet var delt i to, og den ene delen ble i en periode benyttet som brannstasjon, den andre delen ble benyttet til fiskeforedling (Domstein Sjømat). Bygget ble benyttet som brannstasjon frem til år 2000. Det foregikk rengjøring av brannbiler på utsiden av stasjonen (byggets sørside), med avrenning til grunnen [24].

Rett sørøst for den gamle brannstasjonen ligger lufthavnens sørlige avisningsplattform (deice). På dette området har det ifølge lufthavnen vært utført flyavising siden ca. 2007/2008, og området brukes også som snødeponi. Områdets bruk som avisningsplattform skal fases ut, og ny sentral avisningsplattform bygges lenger nord på lufthavnen. Plattformen er asfaltert, og asfaltgrensen har blitt utvidet i sørlig retning gjennom årene. På 1980- og 1990-tallet ble området utvidet til å strekke seg lenger sør enn taksebanen, med hensikt å benyttes som parkeringsplass for maskiner. Plattformen har blitt utvidet ytterligere mot sør utover 2000-tallet.

Området var tidligere en bukt, med sandstrand mot sjøen i sørvest [27] (Figur 2-7). Der den gamle brannstasjonen sto var det tidligere jorder. Området har blitt utfyllt med fyllmasser. Løsmassene består derfor av fyllmasser over skjellsand over finsand og leire.



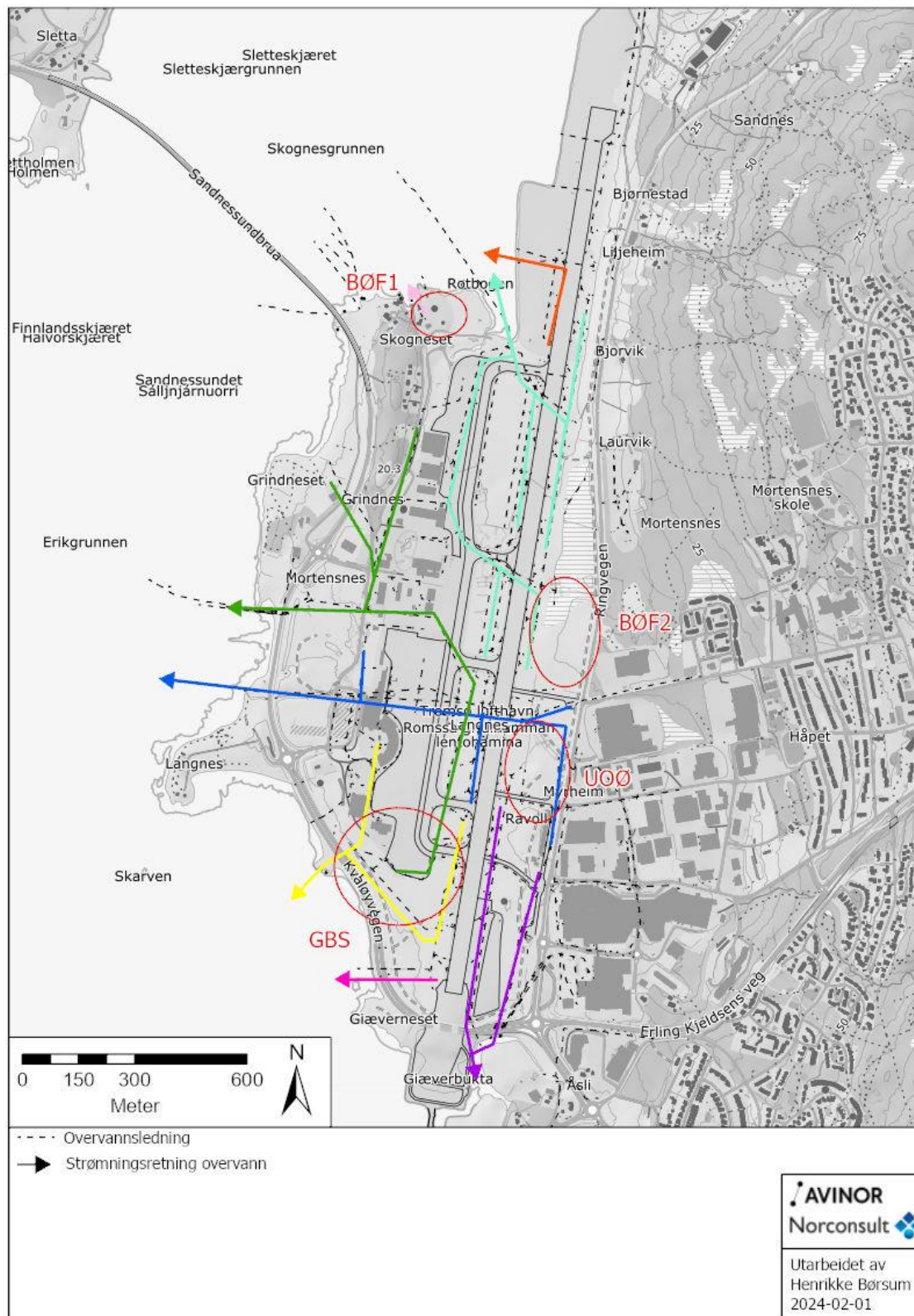
Figur 2-7: Historiske flyfoto som viser GBS og deice-plattformen fra 1956-2019, hentet fra kart.finn.no. Selve den gamle brannstasjonen er vist med rødt omriss. Deice-plattformen er det asfalterte området sørøst for denne.

2.4 Avrenningsforhold

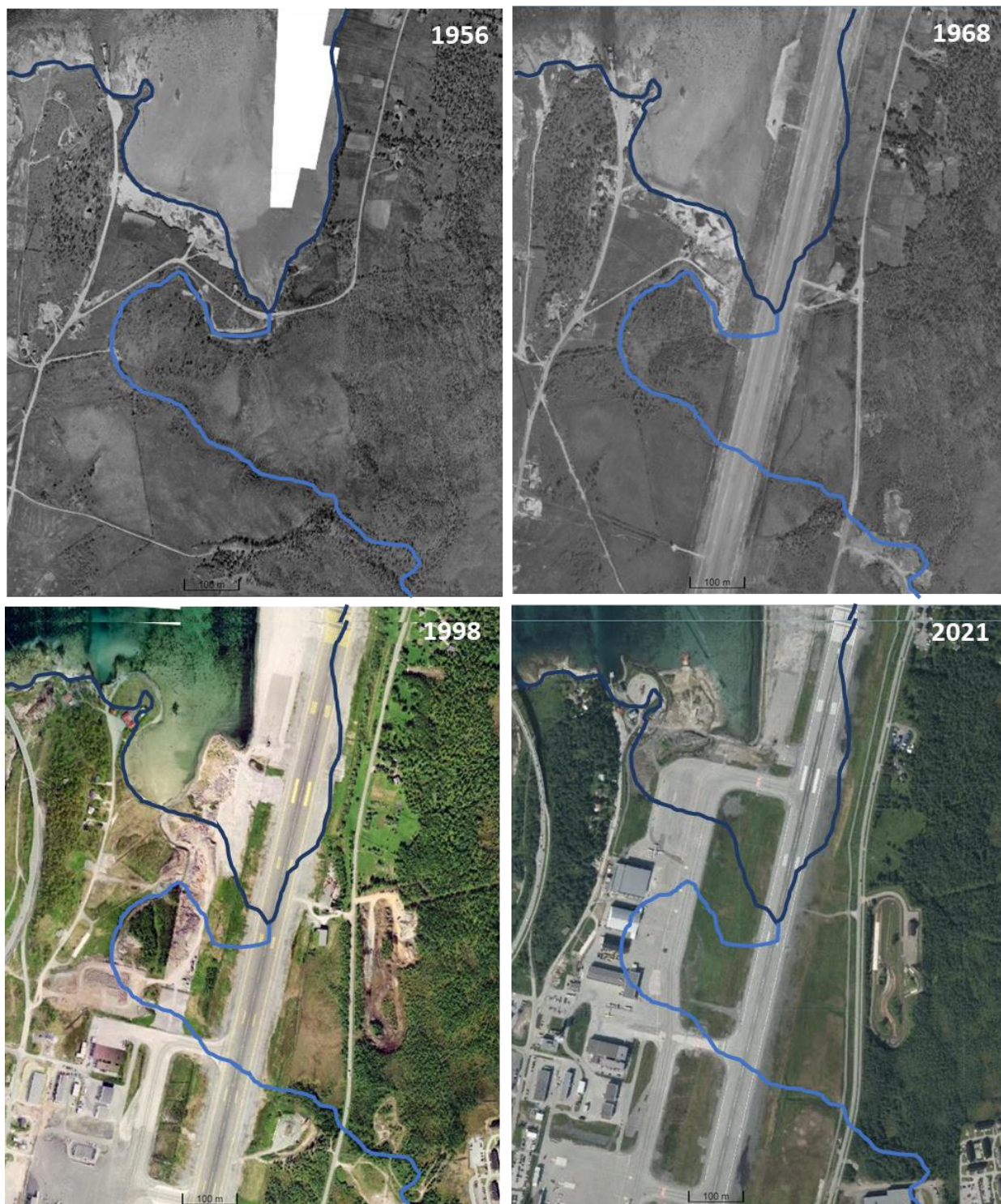
System for håndtering av overvann ved Tromsø lufthavn er vist i Figur 2-8. Avrenning fra asfalterte områder vil hovedsakelig drenere til overvannssystemet. På gresskleddede områder på lufthavnen forventes nedbør i stor grad å infiltrere i grunnen. Det finnes enkelte grøfter som samler grunn- og overflatevann fra ikke-asfalterte områder, hvor vann fra grøftene drenerer videre inn på overvannssystemet. Avrenning fra lufthavnen har utløp i sjøen, via overvannsledninger og spillvannsnett.

På store deler av lufthavnen er det utfyllingsmasser (bærelag og forsterkningslag), dels over tidligere bekkeløp og sjøbunn (Figur 2-9). Disse massene kan ha betydelig permeabilitet og utgjøre strømningsveier som ikke fanges opp av overvannssystemene.

For detaljer om avrenningsforhold ved de enkelte lokalitetene, brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2), gammel brannstasjon og deice-området (GBS), samt utfyllt område ved Ørneveien (UOØ), vises det til kap. 6.



Figur 2-8: Grov oversikt over avrenningsforhold på lufthavna.



Figur 2-9: Flyfoto i perioden 1956-2021 som viser kystlinje mot Rottbogen (markert med mørk blå farge) og tidligere bekkeløp (markert med lysere blå farge), samt hvordan lufthavnen er bygd ut i de ulike årene. Kilde kart.finn.no.

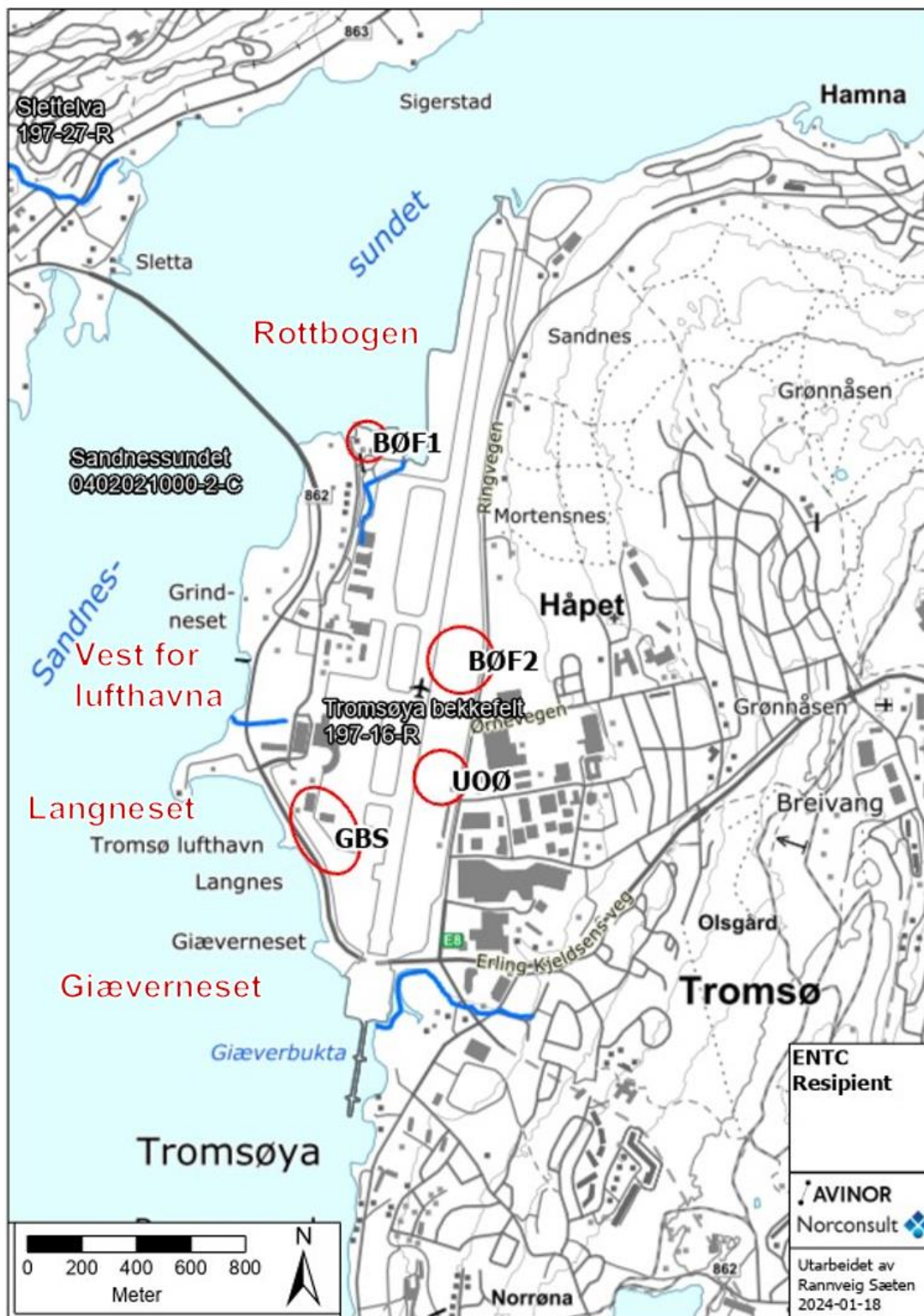
2.5 Resipienter

Resipienter for avrenning fra Tromsø lufthavn er Rottbogen, Sandnessundet og Giæverbukta. Disse er i Vann-nett [29] registrert som vannforekomst Sandnessundet. I tillegg er det tre mindre bekker som er registrert på/nær lufthavnen. Disse inngår i vannforekomst Tromsøya bekkefelt.

Tromsøya bekkefelt (ID: 197-16-R) består av totalt fire bekkedrag på Tromsøya. Et av disse renner ut i Giæverbukta sør for rullebanen. I tillegg har et bekkedrag utspring ca. 300 m sør for BØF1, og renner ut i Rottbogen øst for BØF1. En annen av bekkene er registrert å ha utspring rett vest for terminalbygget, og renner ut i Sandnessundet rett nord for Langneset. Tromsøya bekkefelt er registrert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF), grunnet morfologiske endringer som følge av bekkelukking for jordbruk, og vannforekomsten har derfor miljømål om *godt økologisk potensial*, heller enn *god økologisk tilstand*. Vannforekomsten er registrert med *moderat økologisk potensial*, som følge av bekkelukking. Ingen andre klassifiseringsdata er registrert. Kjemisk tilstand er ukjent [29].

Sandnessundet (ID 0402021000-2-C) er klassifisert som kystvann, med vanntype *beskyttet kyst/fjord*. Vannforekomsten er klassifisert til *god økologisk tilstand* og *dårlig* kjemisk tilstand. Den dårlige kjemiske tilstanden skyldes dårlig tilstand for enkelte prioriterte stoffer (TBT og PAH) i bunnsediment og kvikksølv (Hg) i biota. PFAS inngår ikke i klassifiseringsgrunnlaget [29].

Oversiktskart over PFAS-kartlagte områder og resipienter er vist i Figur 2-10.

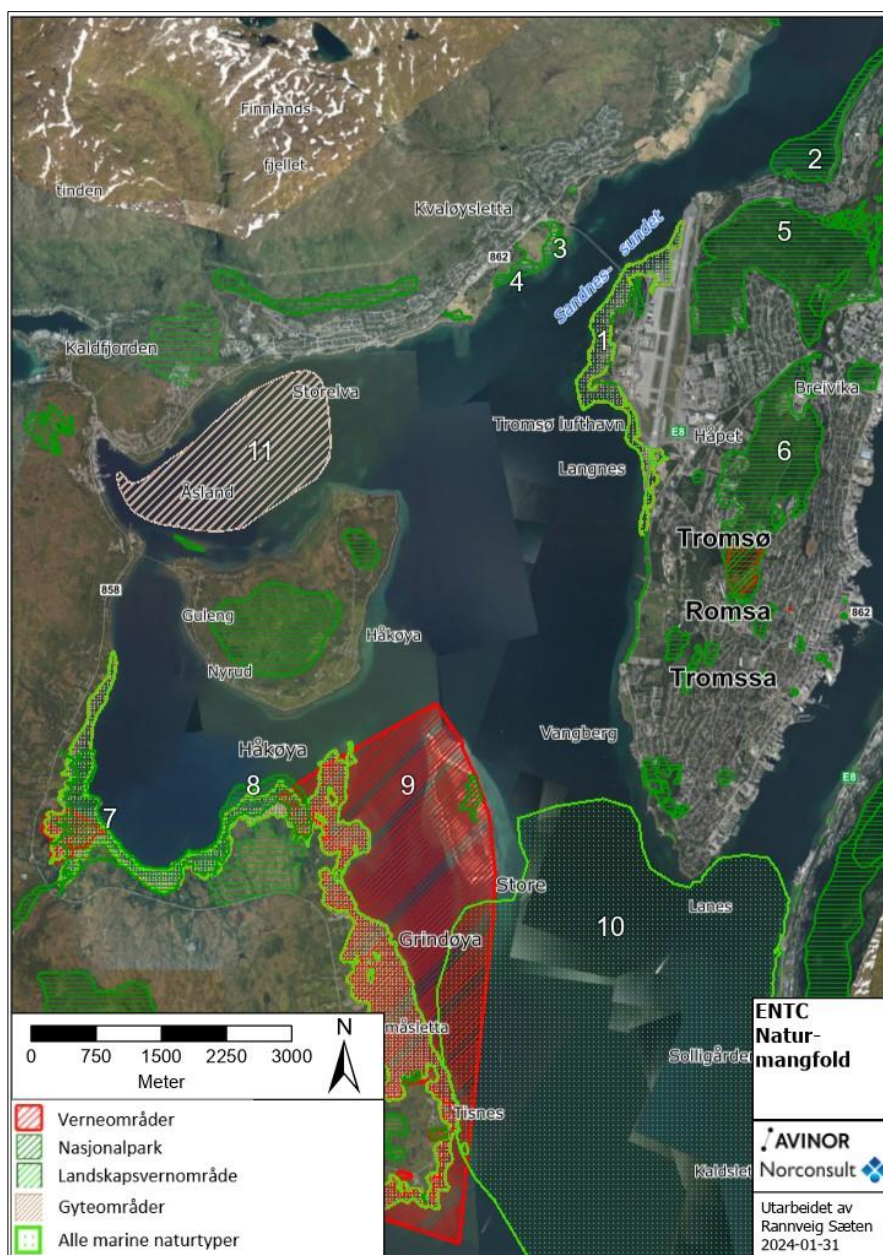


Figur 2-10: Oversiktskart over brannøvingsfelt (BØF1 og BØF2), gammel brannstasjon (GBS) og utfyllt område ved Ørneveien (UOØ), samt resipienter ved Tromsø lufthavn.

2.6 Naturmangfold

Det finnes betydelige naturverdier både i sjøen, langs strandsonen, og inne på land i nærområdet til Tromsø lufthavn [30] (Figur 2-11). Området innehar en rekke regionalt viktige funksjonsområder for sjøfugl, og de ulike naturtypene man kan finne utgjør blant annet *strandeng* og *strandsump*, samt en meget stort sammenhengende *bløtbunnsområde* i strandsonen. Dette området strekker seg rundt hele lufthavnsområdet fra Rottbøgen i nord, via Grindneset og Giæverneset, til Giæverbukta i sør.

Under følger en oppsummering av naturverdier som er registrert rundt lufthavnen og i nærområdet til Sandnessundet.



Figur 2-11: Registrerte naturtyper ved Tromsø lufthavn [30].

2.6.1 Terrestriske naturverdier

Av terrestriske verdier på land på Tromsøya, finnes blant annet to store områder med bjørkeskog med høgstauder øst for rullebanen. Hele Tromsøya har også svært mange registreringer av sjeldne og rødlistede fuglearter i Artskart.

(5) Grønnåsen: Området er registrert i Naturbase (ID: BN00018889) som naturtypen *Bjørkeskog med høgstauder (viktig, B)*, og er en mosaikk av rik bjørkeskog og myrer [30]. Området er et stort (2031,8 daa) sammenhengende grøntområde, som er leveområde for mange arter, bla. breiull og lappmarihånd som er rødlistet [31].

(6) Storskogen: Området er registrert i Naturbase (ID: BN00018900) som naturtypen *Bjørkeskog med høgstauder (viktig, B)*, og er registrert som hekkeområde for en rekke fuglearter [30].

2.6.2 Marine naturverdier

Vest for lufthavnsområdet på Langnes ligger Sandnessundet. Sundet er omtrent 14 km langt, og deler Tromsøya og Kvaløya. Sandnessundet krysses av Sandnessundbrua som knytter bydelen Kvaløysletta til Tromsø sentrum. I sundet ligger også øyene Håkøya og Store Grindøya. Mot sør-vest i enden av Sandnessundet ved Kvaløya, møter Sandnessundet utløpet av Straumsfjorden.

Sandnessundet er strømríkt, og sundet utgjør en terskel, sammen med Tromsøysundet, som fremstår som en fysisk avgrensning mellom de store vannmassene nord for Tromsøya (Kvalsundet og Grøtsundet) og Balsfjorden i sør. Tidevannsstrømmen presses mot terskelområdet som også har en tydelig innsnevring fra flyplassområdet i nord til området der Sandnessundbrua krysser.

I Sandnessundet finnes flere registrerte gyteområder for fisk, både nord og vest for lufthavnen. Sør for Sandnessundet mot Straumsfjorden, er det registrert store områder med *større kamskjellforekomster*. Sandnessundet er også registrert som et svært viktig beiteområde for ærfugl.

(1) Langnes: Strandsonen som ligger langsgående hele lufthavnsområdet, er registrert som naturområdet *Langnes* i Naturbase (ID: BM00119765) [30]. Området er vurdert som er *svært viktig (A)*, og definert som et sammenhengende område av *større bløtbunnsområde i strandsonen* (>500 000 m²). Forekomsten er totalt 714 daa [30]. Dette stemmer overens med en marin kartlegging Norconsult utførte i 2022 i forbindelse med utlegging av ny utslippsledning fra ny avisningsplattform på lufthavnen.

Bløtbunnsområdet på Langnes har meget stor betydning for fugl. Lungs Grindneset er det registrert yngleområde for ærfugl. Områdene rundt Grindneset utgjør store mudderflater på fjære sjø som er svært viktige for vadefugl i hele året, men aller mest i trekktiden i forhold til beiting. Området er meget stort og fungerer sammen med de andre mudderflatene langs strandsonen i området som et nettverk som til sammen har stor betydning for rastende vadefugl [31].

I Artskart ligger det inne store mengder registreringer av fugl [31]. De fleste vadefuglene som forekommer regelmessig her registreres årlig, og flere arter kan forekomme i store antall. Arter som er registrert er blant annet Polarsnipe, myrsnipe, fjæreplytt, lappspove, brusfugl (VU), sandlo og heilo. Det hekkes også en mindre koloni med fiskemåke (NT) på Langnes.

Sandnessundet er også registrert som et viktig beiteområde for ærfugl. Dette området er også viktig som beiteområde for flere andre andefugler. I Artskart er blant annet registrert ærfugl, svartand (NT), sjøorre (NT), praktærfugl og havelle [31].

(2) Hamnafjæra: Området er registrert i Naturbase (ID: BN00018888) som naturtypen *Strandeng og strandsump (Viktig, B)*, og er et stort (477 daa) og viktig fjærområde for sjøfugl [30].

(3) Kvaløysletta, fjæra: Området er registrert i Naturbase som naturtypen *strandeng og strandsump, viktig, B* (ID: BN00018890) [30]. Området har en del rastende og hekkende fugl. Av rødlistede arter er det registrert hekkende fiskemåke (NT) og stær (NT) i området, mens vipe (NT) og storspove (NT) er registrert som næringssøkende i hekkesesongen. I tillegg er de mer vanlige rødnebbterne og ærfugl registrert hekkende [31].

(4) Finnlandfjæra: Området er registrert i Naturbase som et *svært viktig (A) deltaområde*, (ID:BN00018892), og er et lite deltaområde (66 daa) med tilhørende bukt like nord-øst [30].

(7) Håkøybotn naturreservat er et våtmarksområde i Mammakjosen på Kvaløya [30]. Området utgjør en bukt med et uvanlig variert strandengkompleks og yttergrenseforekomster for flere strandplanter, og er vurdert som nasjonalt verneverdig i botanisk sammenheng. Området har også et meget variert fugleliv, og er vurdert som lokalt viktig som høsttrekkområde for våtmarksfugl [31].

(8) Storelvneset, Håkøybotn: Området er registrert i Naturbase (ID: BN00019030) som naturtypen *strandeng og strandsump (viktig, B)*. Området er tilgrenset Mammakjosen naturreservat og Grindøysundet naturreservat, og utgjør 1195,7 daa. [30]. Det er i utgangspunktet et gammelt hytteområde, og det finnes frodig bjørkeskog på oversiden av naturtypen strandeng og strandsump.

(9) Grindøysundet naturreservat (ID: VV00000215) er fredet etter forskrift om fredning av Grindøysundet naturreservat [32]. Området omfatter strekningen fra Grindøya til Tisnes, og er et stort sammenhengende område ca. 10 km fra Sandnessundbrua med holmer, skjær og store mudderflater i tidevannssonen. På Store Grindøya er det blant annet høgstaude-bjørkeskog, frodige eng-områder, krattbevokste myrer og strandenger. Området er vurdert som regionalt viktig for sjøfugl under trekk, både vår og høst, samt som hekkeområde for vadefugl, samt beite- og oppholdsområde sommer og vinterstid. Området er i sin helhet vurdert som nasjonalt verneverdig i ornitologisk sammenheng. Grindøysundet inngår i Balsfjorden våtmarkssystem, som er utvalgt til Ramsar-område, det vil si at verneområdet inngår i et globalt nettverk av vernede våtmarker som er særlig viktige for fuglelivet. Fra 1.mai til 30. juni er det ferdselsforbud på et 535 daa stort område på Grindøya [31].

(10) Balsfjorden: Området er registrert i Naturbase (ID: BM00106366) som naturtypen *større kamskjellforekomster (svært viktig, A)* [30]. Området er betydelig, og utgjør mer enn 10 km². Det er vurdert følgende størrelsesfordeling i flater på kamskjell i området [33]: små skjell 50-70 %, store skjell 10 %. Dekningsgrad: 10-50 %.

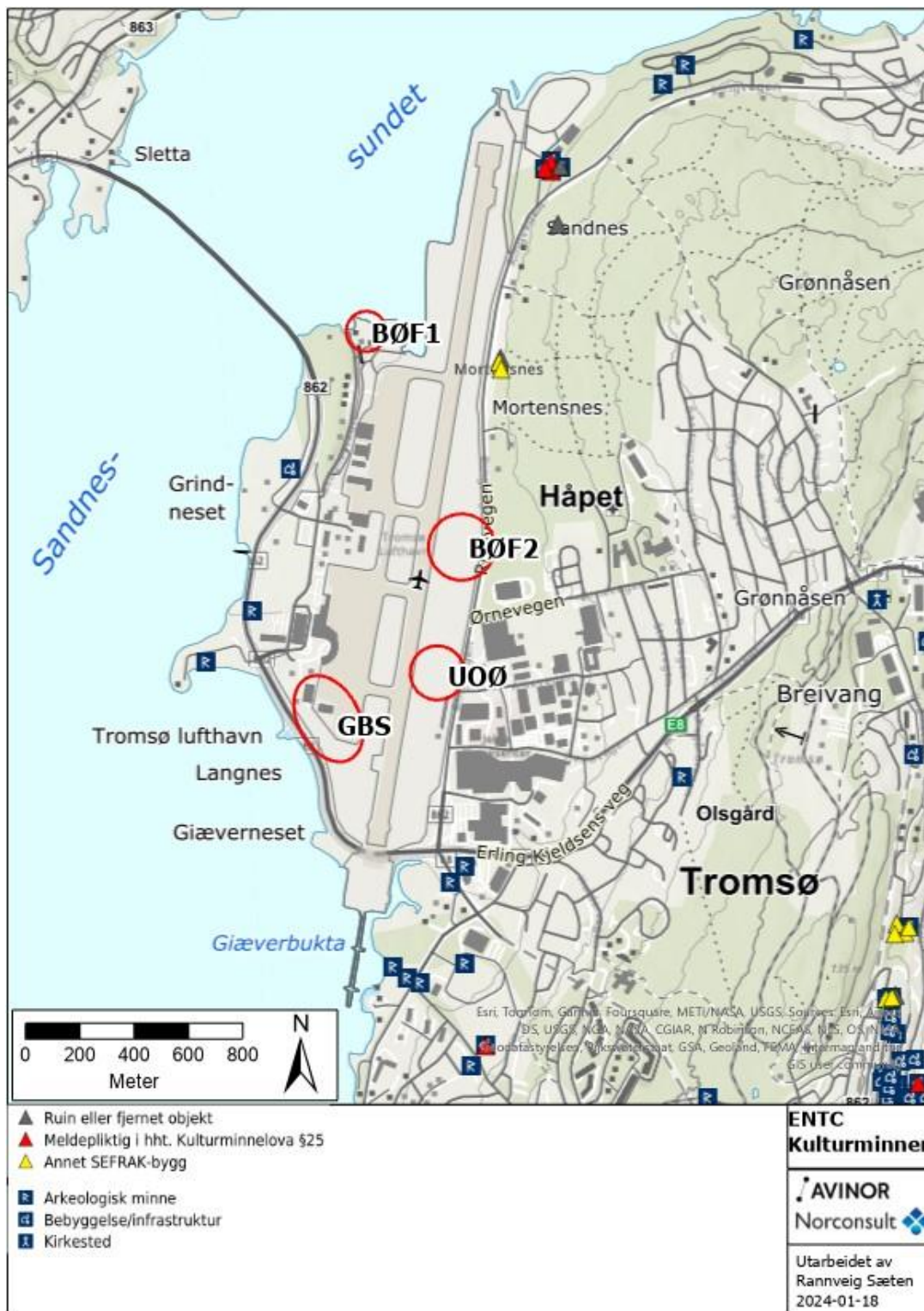
(11) Nordbotn: Gytefelt for saltvannsfisk. Området er registrert i Fiskeridirektoratets kart Akvakultur [34]. I forbindelse med en kartlegging av Ecofact i 2014 ble det beskrevet at området er lokalt mindre viktig [35].

2.7 Kulturminner

Det er ikke registrert kulturminner innenfor gjerdet til Tromsø lufthavn hos Riksantikvarens kulturminnesøk (Figur 2-12) [36]. Nærmeste registrerte kulturminne er Storneset (ID: 57087), som ligger vest for lufthavnens terminalområde (nær E8). Ifølge beskrivelsen er det funnet tegn etter eldre bosetning, dvs. potteskår fra 1600-1700-tallet, samt enkelte steiner, beinknapper o.l.

I tillegg finnes det en registrering vest for E8, på Langneset (ID: 299553). Her er det registrert bosetning med gammetuft fra etterreformatorisk tid.

Ingen av de registrerte kulturminnene er nær noen av de PFAS-forurensede områdene på lufthavnen.



Figur 2-12: Kulturminner ved Tromsø lufthavn [36].

2.8 Friluftsliv og rekreasjon

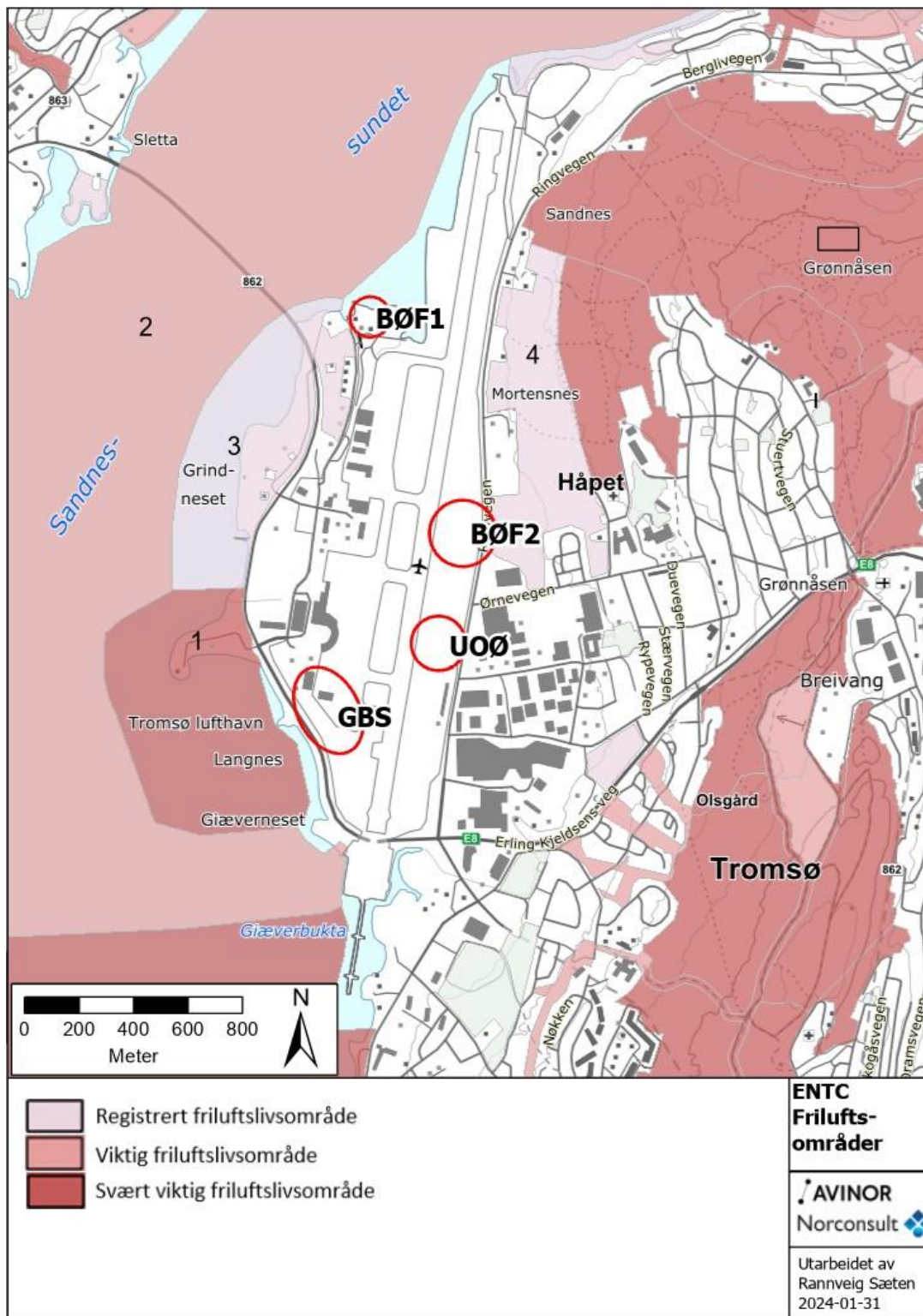
Miljødirektoratets kart Naturbase viser områder som er vurdert å ha en verdi for friluftsliv [30].

(1) Langneset (ID: FK00045307), som er en odde vest for terminalområdet og E8, er registrert å være et svært viktig friluftslivsområde (verdi A). Ifølge databasen benyttes området til turgåing, hundelufting, kiting. Nordlystitting og fuglekikking. Det er registrert som en av Tromsøs beste lokasjoner for kiting. Strandsonen er beskrevet som nokså urørt, og det går en mye brukt turvei gjennom området [30].

(2) Sandnessundet (ID: FK00045462) er registrert å være viktig (verdi B), og benyttes bl.a. til å sette ut båter, kajakkpadling og fiske. Området befinner seg vest og nord for lufthavnen [30].

(3) Nord for Langneset, vest for lufthavnen, er Grindneset (ID: FK00045155), som har verdi C. Det er beskrevet at det er lett å gå i området, og at det er sammenhengende turmulighet til Langneset. Området brukes til friluftsliv og lufting av hunder. Det er registrert at området har potensiale for mer bruk. Fra 2022 har en fallskjermklubb fått tillatelse til å bruke Grundneset som landingsplass [30].

(4) Nedre Mortensnes (ID: FK00045374) har også verdi C, og befinner seg øst for lufthavnområdet. Lokaliteten er registrert som markaområde. Det er tett skog og myrlendt terreng. Området blir noe brukt til turgåing, jogging o.l. [30].



Figur 2-13: Friluftsområder ved Tromsø lufthavn [23].

3 Utførte undersøkelser

3.1 Delprosjekt 2 og risikovurdering

De første undersøkelsene ved Avinors brannøvingsfelter ble utført i forbindelse med Avinors miljøprosjekt (DP2) i perioden 2010-2015. I perioden 2011-2012 gjennomførte Sweco AS og Cowi AS en innledende kartlegging av både gamle og aktive brannøvingsfelt med hovedfokus på PFOS i jord, og prøver av vann og biota ved noen av feltene. Det ble i denne forbindelse utført risikovurderinger for spredning av PFOS fra brannøvingsfeltene basert på Miljødirektoratets veileder 99:01 [37]. De innledende kartleggingene og risikovurderingene ble rapportert i en hovedrapport og egne DP2-rapporter for hver lufthavn [25] [38].

For detaljer omkring prøvetakingen og analyseresultatene vises det til DP2-rapporten [25].

På bakgrunn av at det ble påvist PFOS ved nesten alle brannøvingsfeltene, ble det gjennomført en klassifisering av sannsynlig miljørisiko og sårbarhet ved lufthavnene med hensyn til konsekvens for nærmiljøet og lokale resipienter [38]. Klassifiseringen resulterte i at 18 lufthavner ble vurdert til usikkert risikonivå, eller tilsynelatende uakseptabel risiko. Ved disse 18 lufthavnene ble det av Sweco og Norconsult i 2012-2014 flere steder tatt prøver av biota, og enkelte steder supplerende prøver av jord og vann. Basert på resultatene fra alle undersøkelsene, utførte Sweco og Norconsult i 2015-2016 en utvidet risikovurdering av lokale forhold for de 18 lufthavnene som ble rapportert i egne rapporter for hver lufthavn [24].

Den utvidede lokale risikovurderingen for Tromsø lufthavn ble utført i 2015/2016 [24]. Det ble da utført en vurdering av risiko knyttet til menneskelig helse, og risiko for lokalt økosystem som følge av PFAS-forurensningen ved brannøvingsfeltene på Tromsø lufthavn. Risiko ble vurdert ut ifra undersøkelsene gjort i forbindelse med DP2-prosjektet, i tillegg til supplerende prøver av vann, og biota (strandbiota og fisk) fra sjø utenfor lufthavnen. Det ble også utført supplerende analyser av jordprøver som var lagret fra DP2-undersøkelsene.

3.2 Undersøkelser i forbindelse med utbyggingsprosjekter

Fra 2019 har det pågått større ombygginger på lufthavnen. Det er blant annet utført arbeider med oppgradering av Tromsø lufthavn som omfatter utvidelse av terminalbygg A, riving av terminalbygg B, rehabilitering av flyoppstillingsplasser og opprustning av vegnettet inn og ut av lufthavnområdet [28]. Det pågår pr 2024 prosjekt med etablering av ny sentral avisningsplattform og ombygging av flyoppstillingsplasser. Det er i tillegg gjennomført diverse grave- og opprydningsprosjekter. Det er utført undersøkelser i jord og sjø i forbindelse med disse prosjektene, blant annet resipientundersøkelser vest for lufthavnen i forbindelse med utlegging av ny dypvannsledning for utslipp [39], og undersøkelser og tiltaksplaner i jord [40] [41]. I forbindelse med prosjektet for ny avisningsplattform er det også utført miljøteknisk prøvetaking av jord på områder aktuelle for omdisponering av masser på lufthavnen [42].

Ved området for gammel brannstasjon (GBS) er det utført enkelte miljøtekniske grunnundersøkelser i forbindelse med andre prosjekter (prøvepunkt merket TER, OV og LYS (se Figur 4-10).

3.3 Miljøovervåkning 2014 - 2024

Avinor har et pågående miljøovervåkningsprogram (MOV) for Tromsø lufthavn, som har pågått siden 2014 [43], som også omfatter prøvetaking for overvåkning av utlekking og spredning av PFAS fra lufthavnen. Prøvepunkter som inngår i MOV i 2024, hvor det analyseres for PFAS, er vist i Figur 3-1. Punktene prøvetas for PFAS-forbindelser 1-6 ganger i året.



Figur 3-1: Prøvepunkter som inngår i miljøovervåkningsprogrammet (MOV) ved Tromsø lufthavn (2024).

3.4 Supplerende undersøkelser i forbindelse med PFAS-prosjektet

I forbindelse med Avinors PFAS-prosjekt er det i perioden 2020-2023 utført supplerende undersøkelser av PFAS i jord, vann og biota på Tromsø lufthavn. Undersøkelsene er utført på bakgrunn av krav i pålegg fra Miljødirektoratet datert den 14. mai 2020 [44]. Det er undersøkt konsentrasjoner av PFAS i jord ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1), gammelt brannøvingsfelt (BØF2), utfylt område ved Ørneveien (UOØ), samt gammel brannstasjon (GBS) og deice-plattform sør. Undersøkelsene er utført for å kunne vurdere utbredelse og konsentrasjonsfordeling av forurensningen, og foreta beregning av mengder PFAS i jord. Det er også undersøkt konsentrasjoner i vann for å vurdere om det pågår spredning fra feltene til de respektive resipienter, og i biota for å vurdere miljø- og helserisiko som følge av spredningen. Resultater fra undersøkelsene danner grunnlag for utarbeidelse av tiltaksplan for opprydding i PFAS-forurensning ved lufthavnen.

Det henvises til resultatrapporter for de enkelte områdene for ytterligere informasjon om undersøkelser i jord og vann, samt metoder og klassifiseringskriterier:

- 5205614-RIM03-ENTC-1-J04- Rapport for supplerende undersøkelser Tromsø lufthavn_BØF 1
- 5205614-RIM05-ENTC-2-J05 Rapport fra supplerende undersøkelser Tromsø Lufthavn_BØF2
- 5205614-RIM07-ENTC-UOØ-J03 Rapport for supplerende undersøkelser Tromsø lufthavn_OUØ
- 5205614-RIM04-ENTC-GBS-J05- Rapport for supplerende undersøkelser Tromsø lufthavn_GBS
- 5205614-RIM06-ENTC-J03-Rapport fra undersøkelser av PFAS i OV-system og biota Tromsø lufthavn

Det er også utført undersøkelser med prøvetaking av vann i overvannssystemet og utløpspunkter på lufthavnen, med hensikt å styrke kartleggingsgrunnlaget for vurdering av spredningsveier og avdekke ev. ukjente kilder til PFAS på lufthavnen. Videre er det utført undersøkelser av biota i marin resipient (blåskjell, purpursnegl og strandsnegl) med hensyn på vurdering av spredning og økologisk risiko. Resultater fra undersøkelser av prøvetaking i overvannssystemet og biota i sjø er presentert i egen rapport [45].

4 Oppsummering av resultater

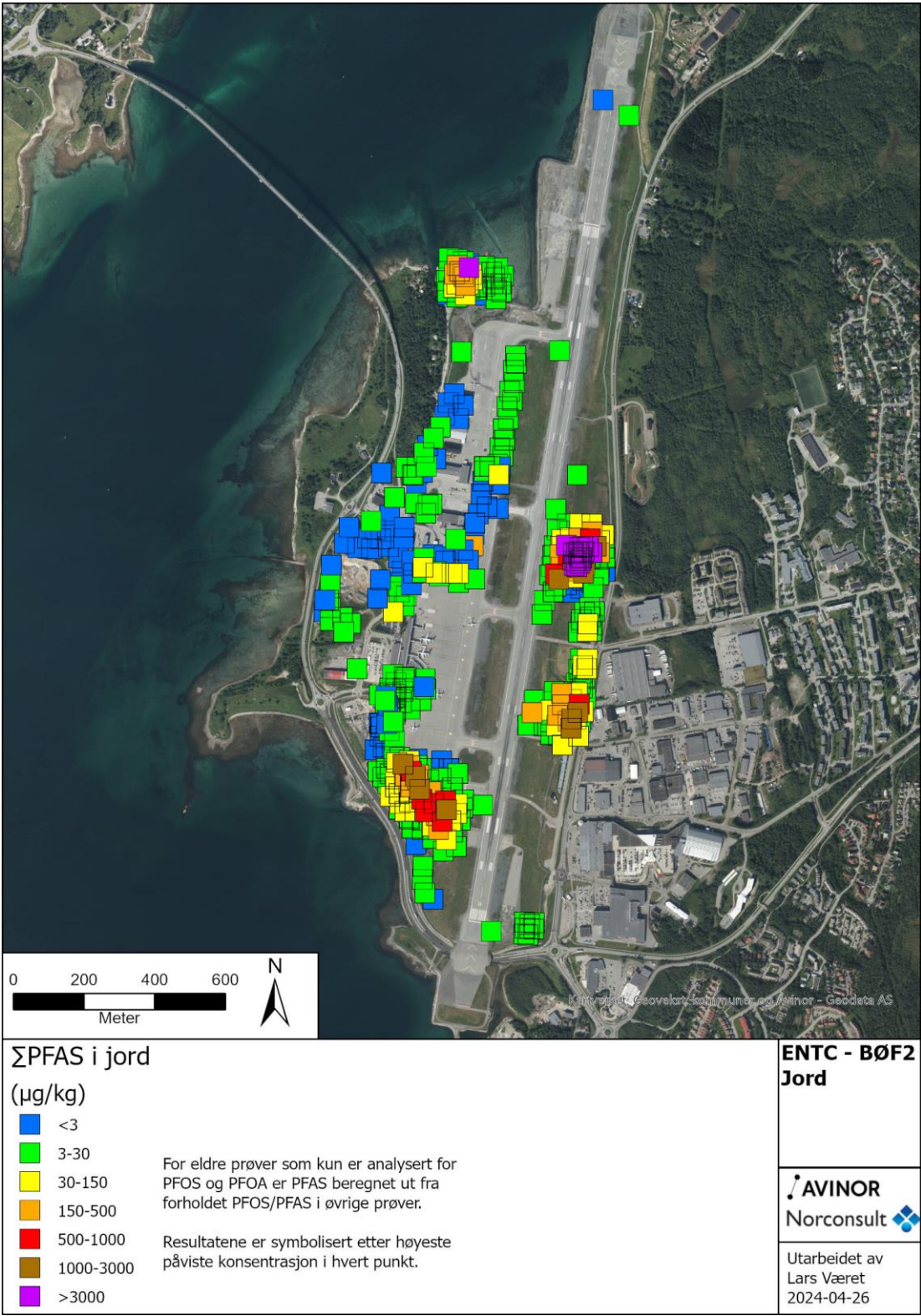
4.1 Hele lufthavnen

4.1.1 Jord

En sammenstilling av resultater fra utførte undersøkelser av PFAS i jord for hele lufthavnen er vist i Figur 4-1. Det er samlet for hele lufthavnen utført omfattende kartlegginger av PFAS i jord i forbindelse med ulike prosjekter, eksempelvis prosjekt for ny sentral deice-plattform og terminalprosjektet. I PFAS-prosjektet er utført kartlegging av PFAS i jord i all hovedsak rettet mot områdene ved brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2), gammel brannstasjon og deice-området (GBS), samt utfylt område ved Ørneveien (UOØ).

Områdene som er kartlagt i PFAS-prosjektet knytter seg til områder hvor det er kjent at det har foregått brannøvingsaktivitet, samt informasjon angående bruk av andre områder på lufthavnen. Tidligere utførte undersøkelser (DP2-prosjektet) og andre prosjekter på lufthavnen har påvist høye PFAS-konsentrasjoner i jord i enkelte områder. Med bakgrunn i dette er det de fire nevnte områder som har gitt grunn til videre kartlegging av PFAS i jord. Undersøkelser av grunnvann, dreng/overvann og utløpspunkter gir også indikasjoner på at de største kildene til PFAS-forurensning er avdekket.

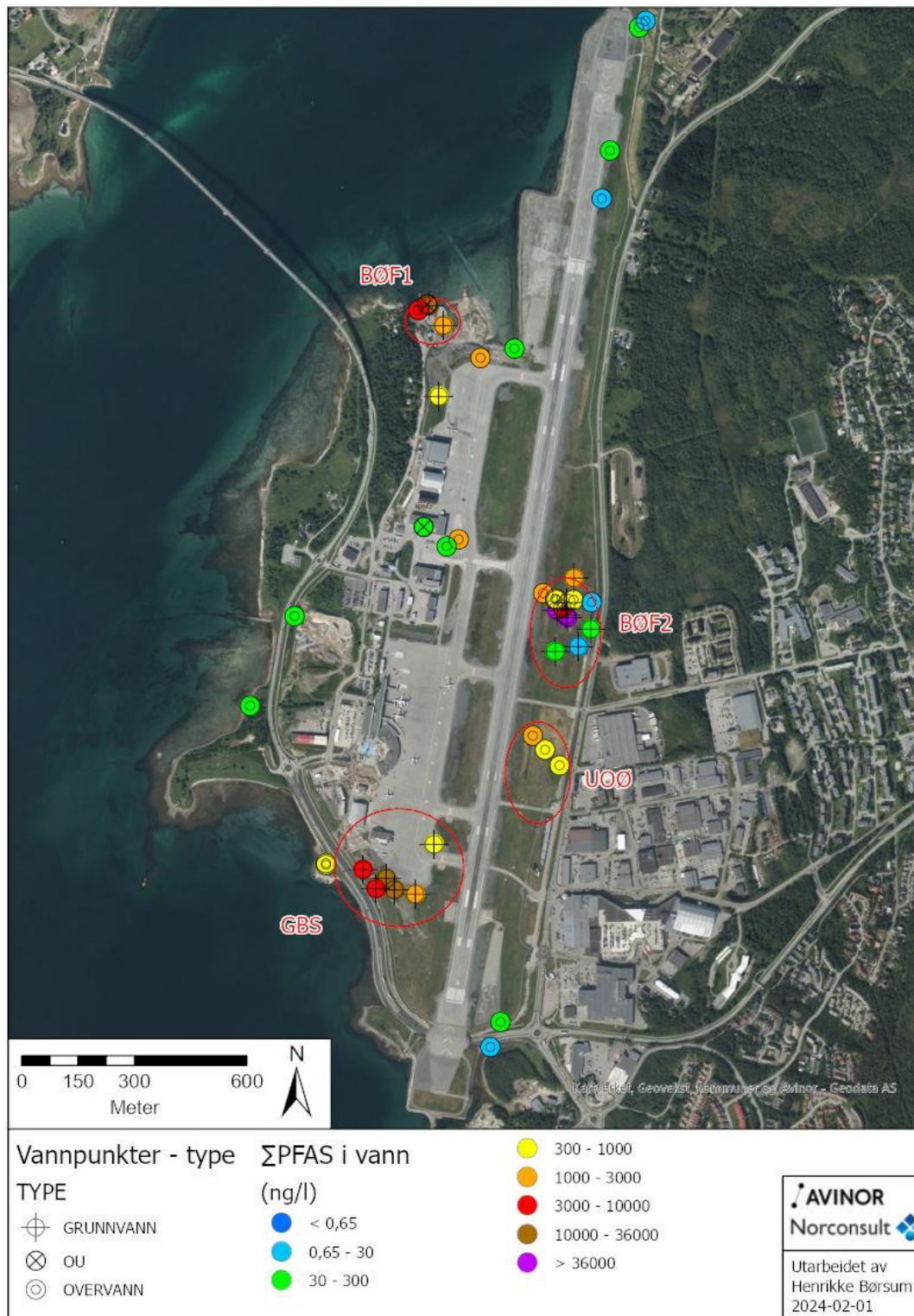
De følgende delkapitlene oppsummerer resultater fra utførte undersøkelser ved sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1), gammelt brannøvingsfelt (BØF2), utfylt område ved Ørneveien (UOØ) og gammel brannstasjon og deice-området (GBS), samt resultater fra undersøkelser i resipienter for avrenning fra brannøvingsfeltene.



Figur 4-1: Sammenstilling av resultater fra utførte undersøkelser av PFAS i jord ved Tromsø lufthavn.

4.1.2 Vann

Resultater fra utført prøvetaking av vann viser at det påvises PFAS i samtlige prøvepunkter på lufthavnen, men med klart høyeste konsentrasjoner i vannprøver tatt ved brannøvingsfeltene (grunnvann og drenerings-/overvann) og gammel brannstasjon og deice-området (GBS), og aktuelle spredningsveier fra disse. For BØF1 går spredning mot nord til Rottbogen gjennom grunnvann og oppsamlet vann i oljeutskiller. For BØF2 fanges hovedparten av avrenningen opp av lufthavnens OV-system som ledes under rullebanen, og videre mot utslipp i Rottbogen i nord. Ved GBS er det påvist høye konsentrasjoner i brønner, og grunnvann i dette området går rett ut i sjøen ved Giæverbukta. Prøver i overvannspunkter nord på rullebanen og vestsiden av lufthavnen, viser relativt lave konsentrasjoner av ΣPFAS, sammenliknet med prøvepunkter ved GBS, UOØ og brannøvingsfeltene.



Figur 4-2: Resultater fra vannprøver i grunnvann og overvann på lufthavnen. Det er vist mediankonsentrasjon for prøver tatt i 2020-2023.

4.2 Sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1)

4.2.1 Jord

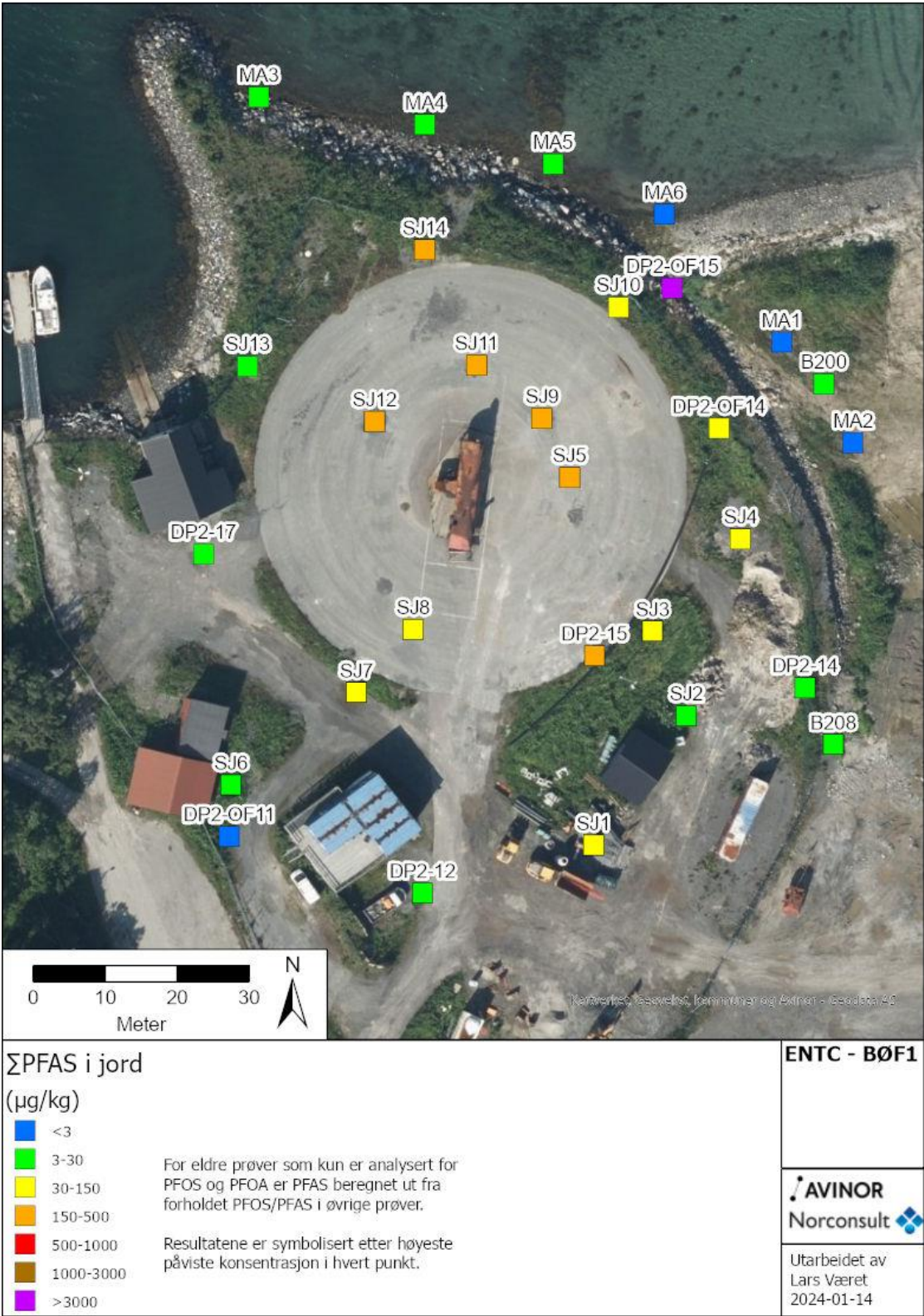
Området for sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1) er fylt ut i sjø. Løsmassene består av diverse fyllmasser av sand, silt, stein og pukk over tidligere sjøbunn (skjellsand og silt), over antatt berggrunn. Noen punkter på øst- og sørlig del av feltet inneholder torv og avfall. Massene i området ved øvingsplattformen består av avrettingslag (sand) under asfaltdekke, bærelag (sand, stein/pukk), og gruslag over membran.

De høyeste konsentrasjonene av Σ PFAS i jord (opptil 250 $\mu\text{g/kg}$) er påvist sentralt ved øvingsplattformen, og i masser i umettet sone rett nord for feltet (Figur 4-3). Forurensningen anses avgrenset til $<30 \mu\text{g/kg}$ både horisontalt og vertikalt. De høyeste konsentrasjonene av Σ PFAS er påvist i jordprøver tatt i forsterkningslaget (0-64 mm,) over gruslaget til membranen. Det er ikke undersøkt masser under øvingsplattformens membran ($>90 \text{ cm}$). Organisk innhold, målt som totalt organisk karbon (TOC), varierer mellom 0,5-1,3 % i fyllmassene rundt BØF1.

Andelen PFOS av Σ PFAS i de analyserte prøvene varierer. I gjennomsnitt er andelen PFOS ca. 60% av Σ PFAS. Andre forbindelser som det er påvist relativt stor andel av i flere prøver er 6:2 FTS, 8:2 FTS, PFHxA, PFHxS og PFPeA.

I overflateprøver tatt ved Rottbogen i nord (MA1-MA6 i Figur 4-3) er det påvist lave konsentrasjoner av Σ PFAS ($<20 \mu\text{g/kg}$).

Analyseresultater for prøven av betongplaten viser konsentrasjoner av Σ PFAS på 400 $\mu\text{g/kg}$. PFOS utgjør største andel av Σ PFAS i denne prøven (35%).



Figur 4-3: Konsentrasjoner av ΣPFAS (µg/kg) i jordprøver tatt ved BØF1.

4.2.2 Vann

Antatt grunnvannsnivå på BØF1 er mellom 1 og 2,5 m under terrengoverflaten, basert på observert vanninnslag i sjakter utenfor selve plattformen. Grunnvannsnivået ser ut til å ligge i overgangen fyllmasser og skjellsand/leirig silt/fjell.

Grunnvannsprøver i to brønner fra området rundt BØF1 viser klart høyeste konsentrasjoner av Σ PFAS (8000-64 000 ng/l) i brønn-18N nordvest for plattformen (Figur 4-4). Det er påvist gjennomgående lavere konsentrasjoner i brønnen som ligger like sørøst for øvingsplattformen (1000-3000 ng/l). Det er også høye konsentrasjoner av PFAS i prøver tatt av vann i oljeutskilleren før utløpet til sjøen (4700-26 000 ng/l). Personell på lufthavnen har opplyst om at oljeutskilleren ikke er tett. Det kan bety at det er en sammenheng mellom høye konsentrasjoner av Σ PFAS i oljeutskilleren (OU) og brønn-18N lokalisert like ved. Brønn 15 befinner seg oppstrøms øvingsplattformen, og lavere konsentrasjoner av PFAS i denne er derfor å forvente.

De dominerende forbindelsene i grunnvannsprøvene er PFPeA, PFHxA, PFOS, 6:2 FTS, PFBA og PFHpA.



Figur 4-4: Konsentrasjoner av ΣPFAS (ng/l) i vannprøver ved BØF1. Konsentrasjonene er fargelagt basert på medianverdi fra prøvetaking i 2020-2023.

4.3 Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)

4.3.1 Jord

Massene på gammelt brannøvingsfelt (BØF2) består av fyllmasser i varierende mektighet over delvis nedbrutt torv over silt/leire. Sentralt og nord på brannøvingsfeltet, samt nord for drenggrøft er det store mektigheter av fyllmasser, stedvis over 3,5 m mektighet. Nær rullebanen er det i flere prøvepunkter funnet oppfyllingsmasser for rullebanen med pukk over fiberduk. Øst og sør for brannøvingsfeltet ble det registrert mindre mektighet av fyllmasser over torv, og mer sandige masser over silt og leire.

Resultater fra utført prøvetaking ved BØF2 viser svært høye konsentrasjoner av Σ PFAS sentralt ved den gamle øvingsplattformen og nord og vest for denne (Figur 4-5). De høyeste konsentrasjonene (opptil 100 000 μg Σ PFAS/kg) er påvist i torvmasser under fyllmasser (Figur 4-6). I fyllmasser er det påvist konsentrasjoner av Σ PFAS opp til 3000 $\mu\text{g/kg}$ (Figur 4-5), mens det i silt- og leirlag under torva er lavere konsentrasjoner (opptil 260 $\mu\text{g/kg}$).

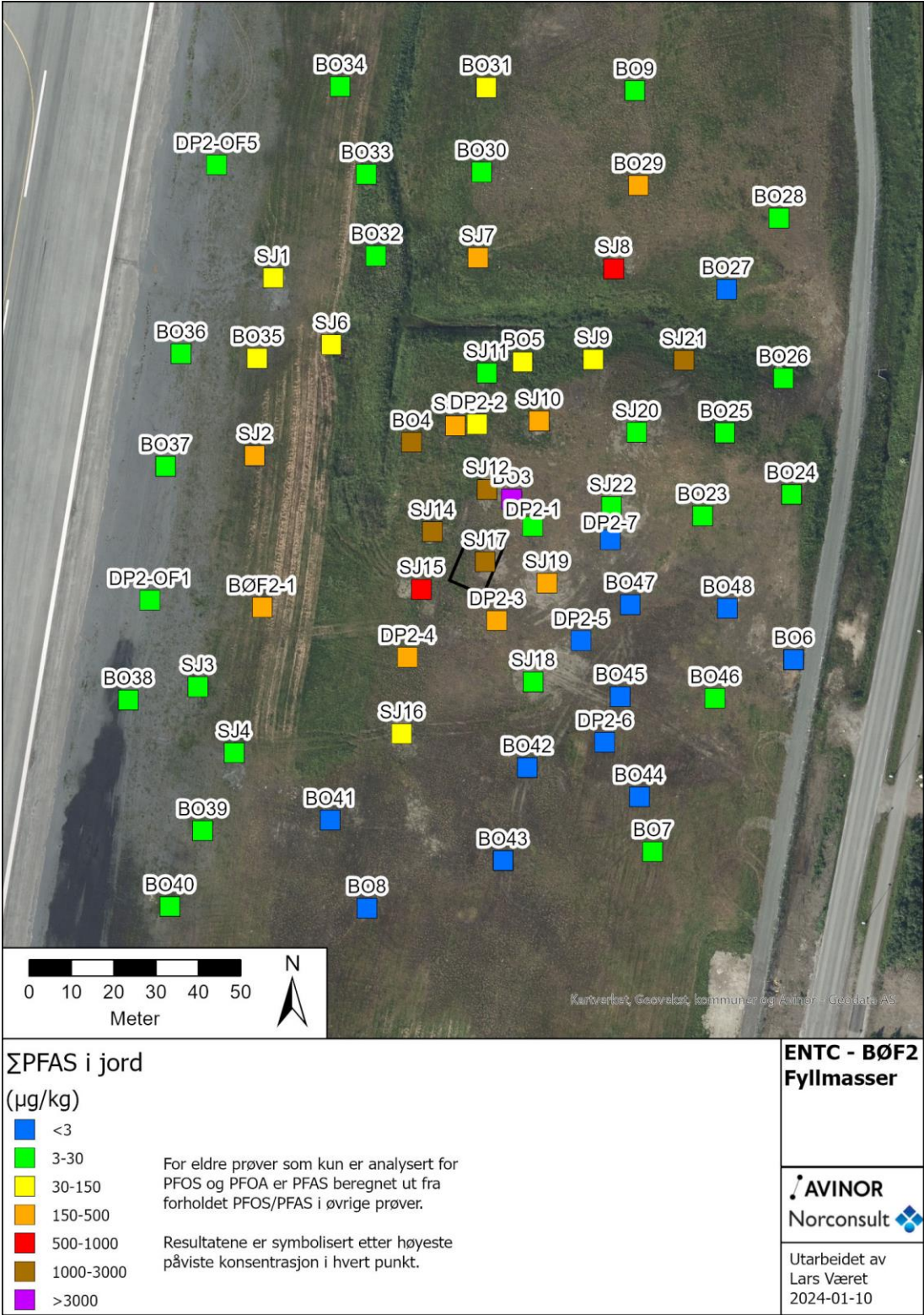
Forurensningen ved BØF2 vurderes å være relativt godt avgrenset i både horisontal og vertikal utbredelse. Det er enkelte punkter hvor dypeste prøve viser forurensning >150 μg Σ PFAS/kg, men i disse punktene er forurensningen vesentlig lavere enn i overliggende torv. Horisontalt er forurensningen avgrenset til <30 $\mu\text{g/kg}$ mot øst, sør, vest og nordvest. Nord for drenggrøft er forurensningen avgrenset til konsentrasjoner <150 $\mu\text{g/kg}$.

Andelen PFOS av Σ PFAS i de analyserte prøvene varierer. I gjennomsnitt er andelen PFOS ca. 80% av Σ PFAS. En annen forbindelse som i stor grad påvises er PFHxS.

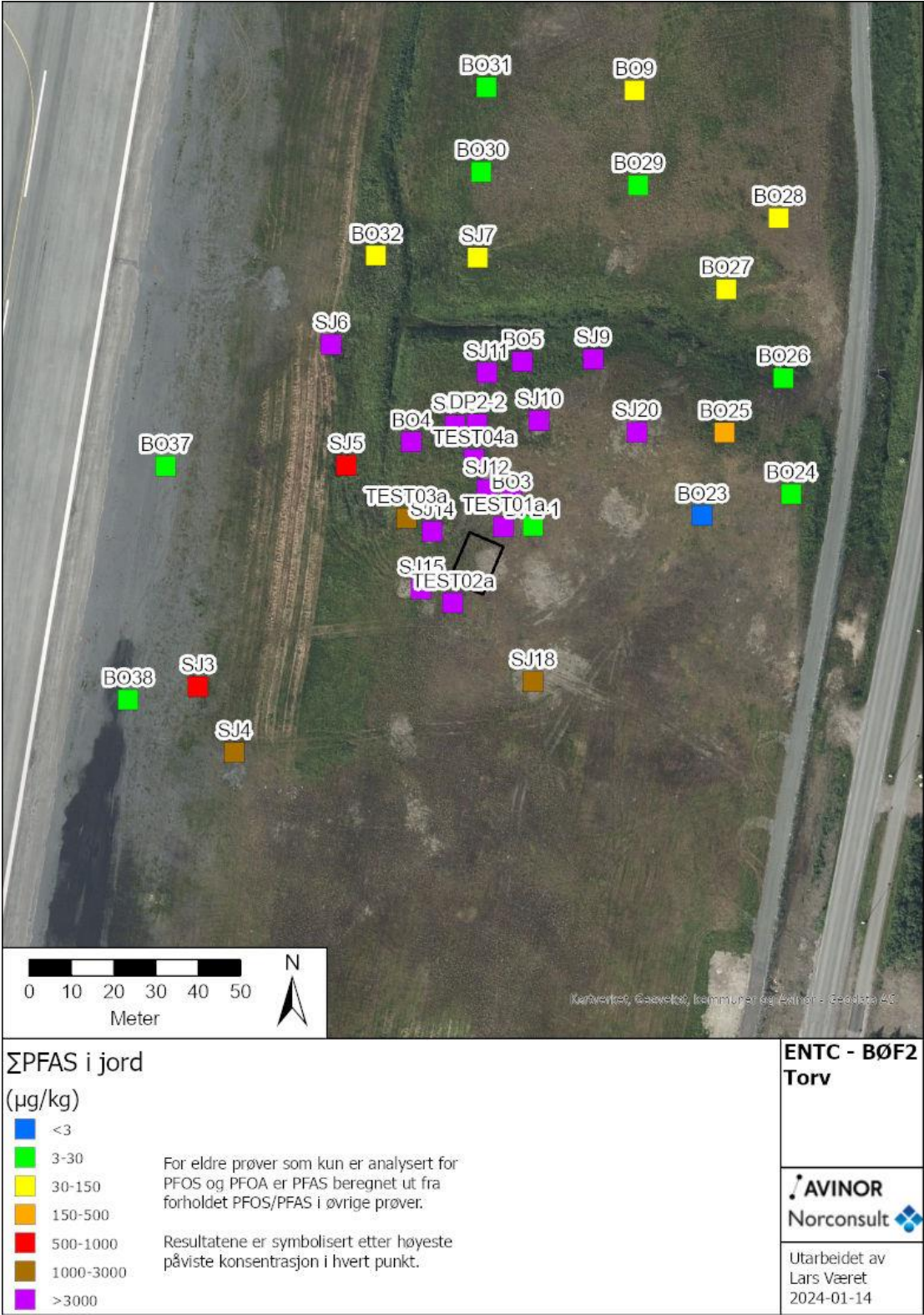
Det ble analysert for olje (alifater og aromater) i totalt 21 prøver fra 9 prøvepunkter, fra masser hvor det ble registrert oljelukt. I to av prøvepunktene (BO3 og BO5) ble det påvist oljeforurensning i hhv. tilstandsklasse 3 og 4 (alifater). I øvrige punkter ble det ikke påvist, eller påvist konsentrasjoner lavere enn normverdi.

Organisk innhold, målt som totalt organisk karbon (TOC), i de prøvetatte fyllmassene varierer mellom 0,1 og 5%, mens det i prøver av torv varierer mellom 20 og 40 %.

Det er tatt en prøve av betongplaten. Analyseresultatet for denne viser konsentrasjon av Σ PFAS på 3200 $\mu\text{g/kg}$.



Figur 4-5: Konsentrasjoner av ΣPFAS (µg/kg) i fyllmasser tatt ved BØF2.



Figur 4-6: Konsentrasjoner av ΣPFAS (µg/kg) i torvprøver tatt ved BØF2.

4.3.2 Vann

Grunnvannsnivå på BØF2 er målt til mellom 0,2 og 1,3 meter under terreng i brønner sentralt på brannøvingsfeltet. I brønner sør for øvingsområdet er det målt grunnvannsnivå med variasjoner fra vannstand på terrengnivå til 1,5 meter under terreng, og i brønn på nordsiden av feltet er grunnvannsnivå målt til ca. 2,5 meter under terreng.

Basert på målinger av grunnvannsnivå i brønner (15. september 2021) er det laget et kotekart (Figur 4-7). Kotekartet viser at grunnvannet på feltet strømmer i retning mot nordvest, i retning drenggrøfter nord og vest for feltet.

Prøvepunkter i Figur 4-7 er fargelagt etter mediankonsentrasjon av Σ PFAS, basert på prøvetaking i hvert punkt i perioden 2020-2023. Brønnene sentralt på feltet (Brønn 1, BR3, BR4 og BR5) viser klart høyeste konsentrasjoner av Σ PFAS i grunnvann, med konsentrasjoner opp til 350 000 ng/l. Brønnene oppstrøms øvingsplattformen (BR6-BR8) viser langt lavere konsentrasjoner (13-360 ng Σ PFAS/l). I vannprøvene tatt i drenggrøft er de høyeste konsentrasjonene påvist i punkt V2kum (opptil 2200 ng Σ PFAS/l, varierende fra 250 ng/l). Dette punktet er i innløpet fra grøftesystemet til overvannssystemet, hvor vannet ledes under rullebanen og videre mot utløp i Rottbogen i nord. Dette punktet mottar også vann fra et betydelig areal øst for lufthavnen via kulvert under Ringveien videre i grøft nord for brannøvingsfeltet til V2-kum.

De dominerende forbindelsene i grunnvannet er i hovedsak PFOS, PFHxS, PFHxA, PFOA og PFPeA.



Figur 4-7: Konsentrasjoner av ΣPFAS (ng/l) i vannprøver ved BØF2, sammenstilt med kotekart som viser grunnvannets strømningsretning. Konsentrasjonene er fargelagt basert på medianverdi fra prøvetaking i 2020-2023. Kotekart er basert på målinger i brønner 15.09.2021.

4.4 Utfylt område ved Ørneveien (UOØ)

4.4.1 Jord

Massene sentralt og noe mot øst på utfylt område ved Ørneveien (UOØ) består av fyllmasser over torv, over stedegne masser (sand, silt og leire). Det er varierende mektighet på både fyllmassene og torvlaget. Lenger ut fra det sentrale området med fyllmasser, er det typisk sand over et lag med varierende tykkelse av torv. Under torven er det påvist sand og siltig sand før leire. I enkelte sjakter er det ikke påvist torv. Det er i enkelte av sjaktene funnet avfall, som ståltråd, isopor, trevirke, asfaltbiter og div. søppel.

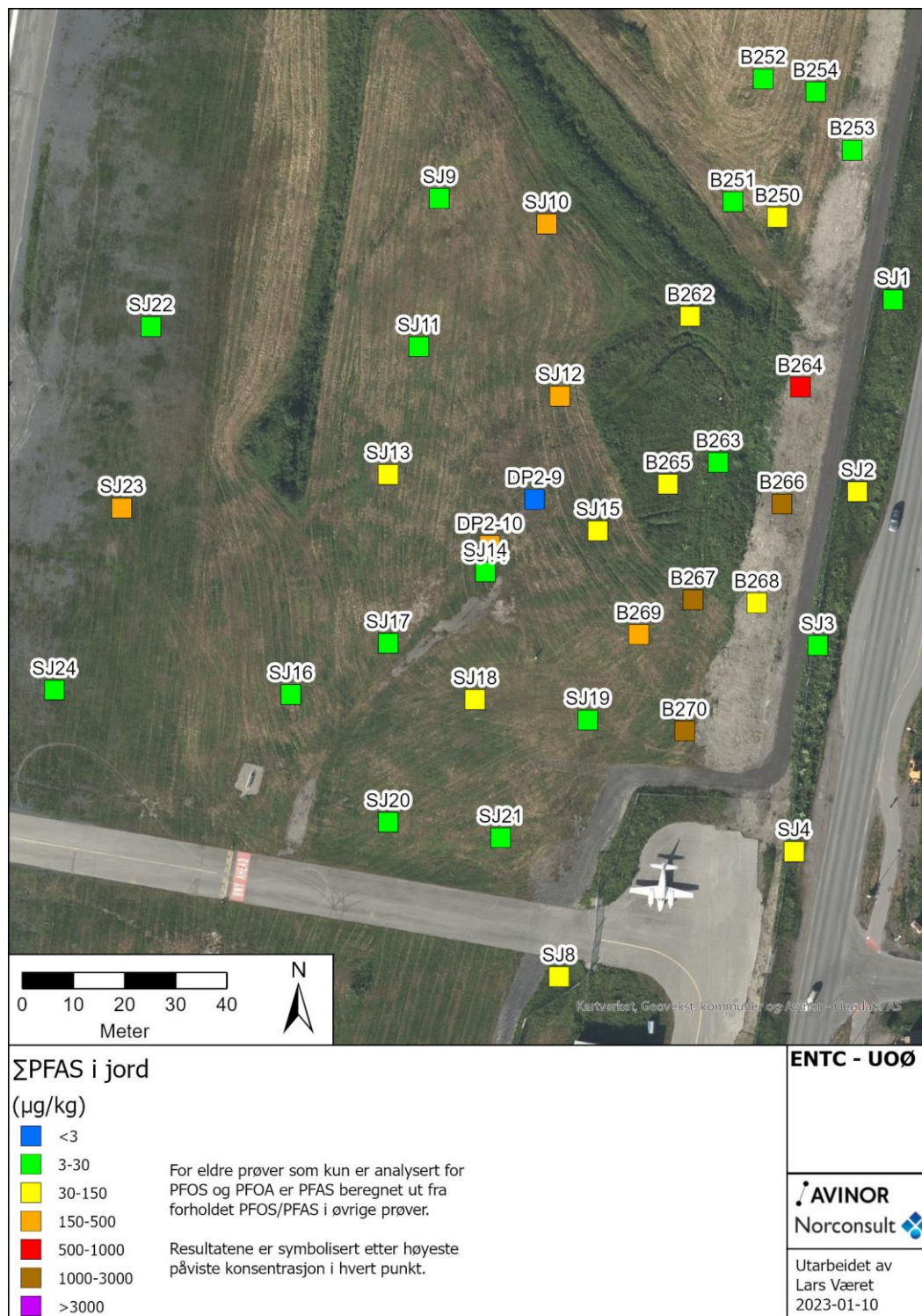
Resultater fra utførte undersøkelser ved UOØ viser konsentrasjoner av Σ PFAS $<30 \mu\text{g/kg}$ i de fleste prøvepunktene i sentral og vestlig del av området (Figur 4-8). De høyeste konsentrasjonene er påvist øst på området, hvor høyeste påviste konsentrasjon er $2700 \mu\text{g/kg}$. De høyeste konsentrasjonene er påvist i torv under fyllmasser.

I randsonen av det undersøkte området er det påvist konsentrasjoner av Σ PFAS $>30 \mu\text{g/kg}$ i flere punkter. Forurensningen er dermed ikke fullt avgrenset i horisontal utbredelse. Prøvepunktene SJ10 og SJ23 viser konsentrasjoner mellom $170\text{--}240 \mu\text{g/kg}$, forurensningen er knyttet til tynne lag av torv.

Vertikalt er forurensningen i de fleste prøvepunktene avgrenset til konsentrasjoner Σ PFAS $<30 \mu\text{g/kg}$. Dette med unntak av fem prøvepunkt. I fire av punktene er det påvist $<70 \mu\text{g } \Sigma\text{PFAS/kg}$ i dypeste prøve, mens det i et av punktene er påvist Σ PFAS på $1000 \mu\text{g/kg}$ i en prøve av torv $1,7\text{--}2 \text{ m}$ under terrengoverflaten.

Andelen PFOS av Σ PFAS i de analyserte prøvene er 80%, både vurdert etter gjennomsnitt og medianverdi. En annen forbindelse som i stor grad påvises er PFHxS.

Det er påvist alifater, krom og PAH16 i tilstandsklasse 2 i enkelte av punktene. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) er opptil 3% i de mineralske massene (fyllmasser og dypereliggende mineraljord), og ca. 40% i torvmassene.



Figur 4-8: Konsentrasjon av ΣPFAS (μg/kg) i jordprøver tatt ved UOØ.

4.4.2 Vann

Strømningsretning for overflatevann og grunnvann antas å være mot drenggrøft i nord og nordvest.

Det er kun tatt prøver av vann i grøften nord for UOØ på ett tidspunkt (september 2021). Det ble i tillegg forsøkt å ta prøver fra grøften i juni 2022, men da var grøften tørr. Resultater fra prøvetaking i 2021 er vist i Figur 4-9. Konsentrasjonene i punktene V3-1 og V3-2 i grøfta mot nord er hhv. 330 ng Σ PFAS/l og 320 ng Σ PFAS/l. Konsentrasjonene er høyere i punktet V3-3 (1300 ng Σ PFAS/l).

PFOS, PFHxA, PFBA, PFPeA og PFHxS er dominerende forbindelser. I vannprøven fra punkt V3-3 er PFOS langt mer dominerende enn i de to andre prøvepunktene.



Figur 4-9: Konsentrasjoner av ΣPFAS (ng/l) i vannprøver ved UOØ. Merk at det kun foreligger resultater fra en prøvetaking av de enkelte punktene.

4.5 Gammel brannstasjon og deice-området (GBS)

4.5.1 Jord

Løsmassene ved og rundt gammel brannstasjon og deice-området (GBS) består av gress-/grus-/asfaltdekke med diverse fyllmasser av sand, silt, stein og pukk over skjellsand og finsand/leire. Enkelte steder finnes det innslag av torv/organisk materiale.

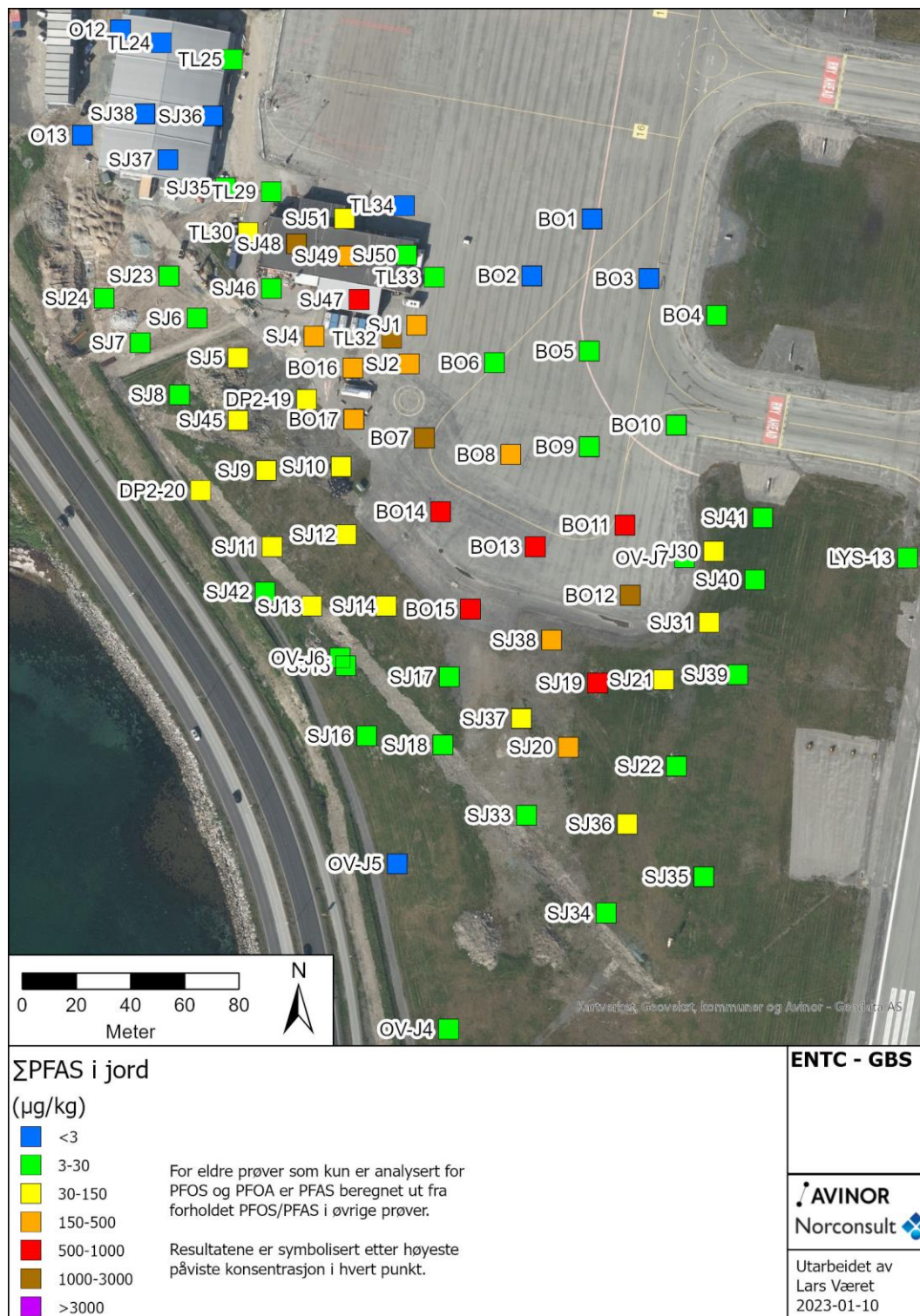
Resultater fra utførte undersøkelser viser høyeste konsentrasjoner av PFAS sentralt under den gamle brannstasjonen og under sørlige deler av deice-plattformen (Figur 4-10). Her er det påvist konsentrasjoner av Σ PFAS over 500 $\mu\text{g/kg}$ i de fleste prøvepunkt, med høyeste konsentrasjoner på 2400-2600 $\mu\text{g/kg}$ rett sørøst for det gamle brannstasjonsbygget. De høye konsentrasjonene tilhører i hovedsak prøver som er tatt i fyllmasser og skjellsand. I horisontal utbredelse avtar PFAS-konsentrasjonene gradvis. Konsentrasjoner av Σ PFAS >150 $\mu\text{g/kg}$ er ikke påvist under grunnvannsnivå, med unntak av en prøve som er tatt som blandprøve av masser rett over og rett under grunnvannsnivå.

Andelen PFOS i de analyserte prøvene utgjør i gjennomsnitt 80% og i medianverdi 90% av Σ PFAS. Andre forbindelser som PFHxS, PFOSA og PFUnA utgjør også en betydelig andel av Σ PFAS i flere prøver.

Det er i yttergrensen av undersøkt område gjennomgående påvist konsentrasjoner av Σ PFAS <30 $\mu\text{g/kg}$, og forurensningen anses derfor å være avgrenset i horisontal utbredelse. I vertikal utbredelse er det enkelte punkter som har konsentrasjoner av Σ PFAS opptil 240 $\mu\text{g/kg}$, men de fleste prøvepunktene har konsentrasjon i dypeste prøve <30 $\mu\text{g/kg}$.

Et stort omfang av prøvene som ble tatt i 2023 er analysert for andre parametere (metaller, alifater, aromater, PCB-7, PAH-16, BTEX og propylenglykol). Det ble påvist krom i tilstandsklasse 2 i ett prøvepunkt (ENTC-GBS-BO6) og alifater i tilstandsklasse 2-3 i et annet prøvepunkt (ENTC-GBS-BO15). I tillegg ble det påvist propylenglykol i ett punkt (ENTC-GBS-BO15).

Det er tatt fire betongprøver av ringmuren til det gamle brannstasjonsbygget, samt en prøve av betong og en av maling fra konstruksjonen for en gammel smøregrop. I prøver av ringmuren ble det påvist lave konsentrasjoner av PFOS og Σ PFAS (<3 $\mu\text{g/kg}$) i tre av prøvene. Den høyeste konsentrasjonen (Σ PFAS på 69 $\mu\text{g/kg}$) ble påvist i prøven tatt fra ringmurens utside mot sør. I det samme området viser prøver av jord høye konsentrasjoner av PFAS. I prøven av betong fra konstruksjonen for gammel smøregrop ble det påvist THC (>C12-C35), og innholdet viser overskridelse av normverdi vurdert mot grenseverdi for alifater i avfallsforskriftens kap. 14a. Det ble ikke påvist PCB-7, eller metaller over grenseverdier i avfallsforskriftens kap. 14a i noen av betongprøvene eller malingsprøven.



Figur 4-10: Konsentrasjoner av ΣPFAS (μg/kg) i jordprøver tatt ved GBS og deice-området.

4.5.2 Vann

Grunnvannsnivå ved gammel brannstasjon (GBS) er målt til mellom 2,2 til 4,4 meter under terreng i brønner nedstrøms gammel brannstasjon og deice-området (GBS). I brønn oppstrøms (mot øst) er grunnvannsnivå målt til ca. 1 meter under terreng.

Figur 4-11 viser medianverdi av konsentrasjoner av Σ PFAS i grunnvannsprøver tatt mellom 2020-2023, samt grunnvannskotekart. Grunnvannskotekartet er basert på manuelle målinger av grunnvannsnivå i brønnene ved GBS 23.-24. mai 2023. Kotekartet viser at grunnvannet strømmer fra GBS og deice-plattformen og sørvestover i retning mot sjøen.

Prøver fra brønnene MB1, MB2, Brønn 20 og Brønn 22 har de høyeste PFAS-konsentrasjonene. Prøver fra MB1 har konsentrasjoner på 12 000 til 38 000 ng Σ PFAS/l, og brønnen har stort sett hatt de høyeste konsentrasjonene i grunnvann på GBS. For brønn GBS-BR4 foreligger det kun resultater fra en prøvetaking, men konsentrasjonene i denne er vesentlig lavere enn konsentrasjonen i øvrige brønner. Dette stemmer overens med at brønnen befinner seg oppstrøms gammel brannstasjon og deice-området, og at PFAS-kilden dermed ligger nedstrøms GBS-BR4.

PFOS er dominerende forbindelse i alle brønnene. I tillegg utgjør PFHxS, PFPeA og PFHxA en større andel i flere prøver.

Prøvepunktene V10B og V10C er i en overvannskum som, ifølge lufthavnen, mottar overvann som kommer fra ulike deler av lufthavnen. Herunder overvann fra deler av terminalområdet, deler av området på rullebanen (sør) og overløp fra deice-plattform sør. Vannet ledes ut i sjø i dypvannsledning.



Figur 4-11: Konsentrasjoner av Σ PFAS (ng/l) i vannprøver ved GBS og deice-området, sammenstilt med kotekart som viser grunnvannets strømningsretning. Konsentrasjonene er basert på medianverdi fra prøvetaking i 2020-2023. Kotekart er basert på manuelle målinger i brønner 23.-24.05.2023.

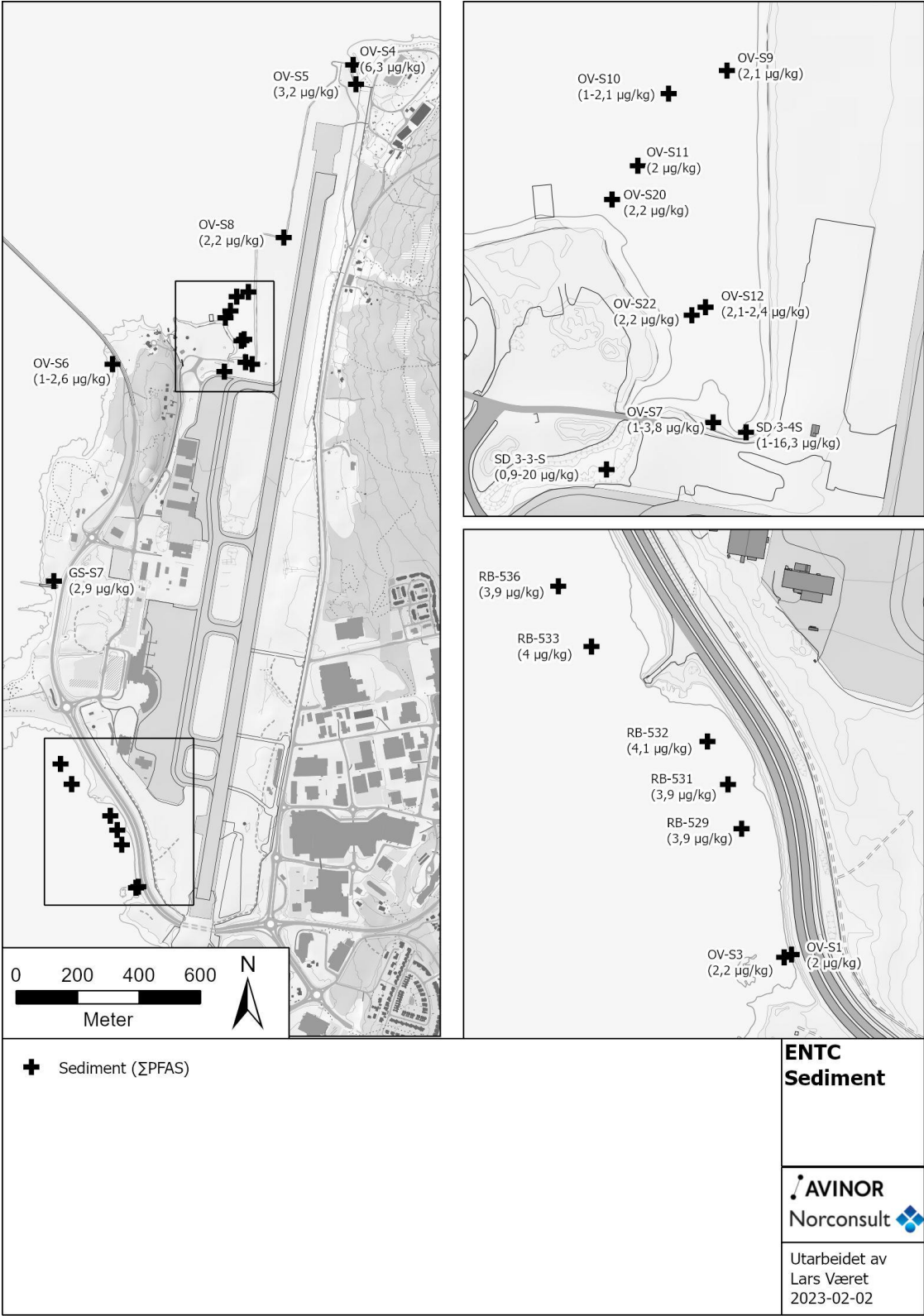
4.6 Resipienter

4.6.1 Sediment

Figur 4-12 viser resultater fra sedimentprøver som er tatt i sjø utenfor Tromsø lufthavn.

Det er tatt sedimentprøver med høyest tetthet i Rottbogen i nord og i Giæverbukta i sør. De høyeste konsentrasjonene av Σ PFAS er påvist innerst i Rottbogen (opptil 20 $\mu\text{g/kg}$). I Giæverbukta er konsentrasjonene av Σ PFAS i sedimentprøvene mellom 2-4 $\mu\text{g/kg}$. Det er utover dette tre prøvepunkter ved nordenden av rullebanen med konsentrasjoner mellom 2,2-6,3 $\mu\text{g/kg}$, et prøvepunkt vest for lufthavnen med konsentrasjon på 2,9 $\mu\text{g/kg}$ og et prøvepunkt nordvest for lufthavnen med konsentrasjon på 2,6 $\mu\text{g/kg}$.

AA-EQS for PFOS i kystvannssediment er 0,23 $\mu\text{g/kg}$.



Figur 4-12: Sedimentprøver tatt ved Tromsø lufthavn.

4.6.2 Biota

Det er utført flere undersøkelser av biota i marin resipient ved Tromsø lufthavn, med prøvetaking av strandbiota og fisk. Analyseresultater for biotaprøver tatt i perioden 2012-2021 er oppsummert i Tabell 4-1. Lokalisering av prøvetatte områder er vist i Figur 4-13.

I 2012-2013 ble det tatt syv blandprøver av strandbiota fordelt på fire ulike delområder i sjø (Rottbogen i nord, Giværneset, samt vest og sør for lufthavnen). Prøvene av strandbiota hadde konsentrasjoner av Σ PFAS mellom <LOQ - 43 $\mu\text{g/kg}$ (det ble analysert for 11 forbindelser i 2012 og 14 forbindelser i 2013), med høyeste konsentrasjon i prøven fra Giæverbukta (børstemark). Det ble i tillegg i Rottbogen tatt to blandprøver av fisk, en av skrubbe og en av lomre, åtte individprøver av kuskjell og ti individprøver av torsk (muskel). Det ble ikke påvist PFAS over rapporteringsgrensen (LOQ) i noen av disse prøvene [24].

I 2019 ble det fisket ved tre ulike stasjoner (Rottbogen, Giæverneset og en referansestasjon i Straumbukta). Det ble analysert 24 individprøver av torskemuskel fra Rottbogen, 25 fra Giæverneset og 10 fra referansestasjonen [46]. Prøvene ble analysert for 22 PFAS-forbindelser. Det ble påvist PFAS i 13 av prøvene fra Rottbogen og Giæverneset (0,5-6 $\mu\text{g/kg}$). Påviste forbindelser var i hovedsak PFHxA, men også PFHxS, PFOS, PFPeA og PFBA. Det ble påvist PFAS i 3 av 10 fiskeprøver fra referansestasjonen 5 km sør for lufthavnen, og konsentrasjonene var på samme nivå som i prøvene fra Rottbogen og Giæverbukta.

I 2021 ble det utført supplerende undersøkelser av biota, med prøvetaking av strandbiota. Det ble tatt blandprøver fra fire områder i nær tilknytning til Tromsø lufthavn (Rottbogen, Grindneset, Giæverneset og Giæverbukta), samt blandprøver fra en referansestasjon på Kvaløya (Straumbukta). Det ble tatt prøver av artene strandsnegl, purpursnegl og blåskjell, og prøvene ble analysert for 22 PFAS-forbindelser.

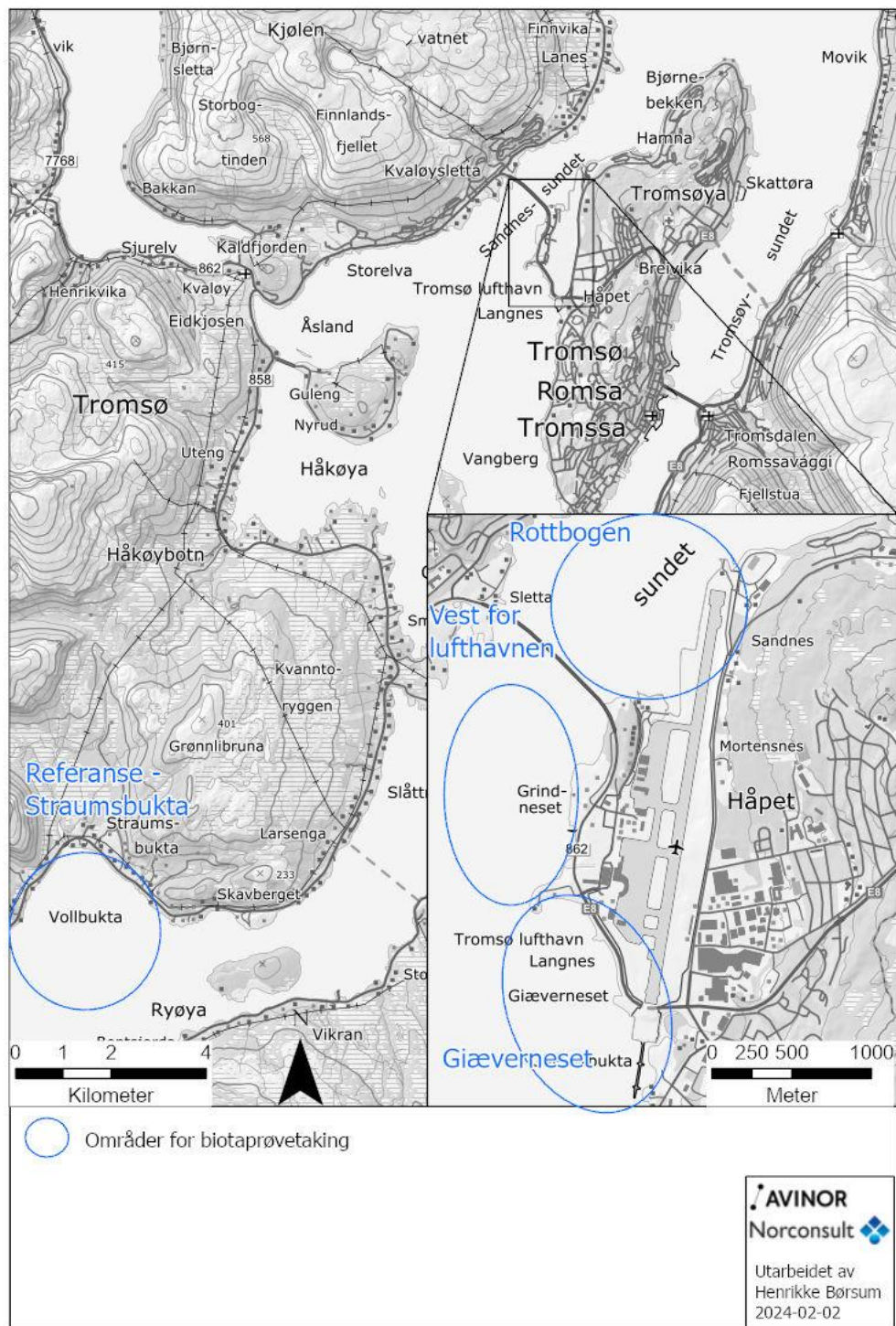
Prøvene av strandbiota (strandsnegl) fra Giæverbukta/Giæverneset, i strandsonen sør for GBS, hadde de høyeste konsentrasjonene av PFAS. Det ble det påvist Σ PFAS mellom 19,3 og 46,3 $\mu\text{g/kg}$ i prøvene. Det ble også tatt prøver av blåskjell fra Giæverneset, ved en stasjon lenger sør (sør for rullebanen). Ingen av disse prøvene hadde konsentrasjoner av PFOS eller Σ PFAS over kvantifiseringsgrensen til laboratoriet.

Prøvene av strandbiota fra Rottbogen (purpursnegl og strandsnegl) hadde konsentrasjoner av Σ PFAS mellom 1-6 $\mu\text{g/kg}$. Ved Grindneset, i strandsonen ved en molo vest for lufthavnen, ble det påvist Σ PFAS mellom 2,4-3,8 $\mu\text{g/kg}$ i prøver av strandsnegl.

I tillegg til prøvestasjonene i direkte tilknytning til Tromsø lufthavn ble det tatt prøver av strandbiota fra en referansestasjon i Straumbukta på Kvaløya, ca. 19 km i sjølinje sørøst for lufthavnen. Det ble påvist Σ PFAS i 3 av 5 prøver, og de påviste konsentrasjonene var mellom 0,14 og 3,8 $\mu\text{g/kg}$.

Tabell 4-1: Konsentrasjonsintervaller av Σ PFAS ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt) i prøver av biota fra 2012-2021, inkl. påviste PFAS-forbindelser.

Lokalitet	År	Art	Antall individer	Antall prøver	Prøve	Σ PFAS ekskl. LOQ ($\mu\text{g/kg}$ vv)		Påviste PFAS-forbindelser
						Min.	Max.	
Rottbogen	2021	Strandsnegl	≥ 15	3	Blandpr.	1,04	3,39	PFOS, PFUnA
	2021	Purpurnegl	≥ 10	2	Blandpr.			
	2021	Purpurnegl	≥ 25	5	Blandpr.	1,53	5,85	PFOS, 8:2 FTS, 6:2 FTS, PFHpA
	2019	Torsk	24	24	Individpr.	<LOQ	5,99	PFOS, PFHxA, PFBA, PFHxS, PFPeA
	2013	Mangebørstemark	14	1	Blandpr.	34,4		6:2 FTS, PFHxS, PFOS
	2013	Tangloppe	13	1	Blandpr.	14		PFOS
	2012	Børstemark	10	1	Blandpr.	1,5		PFOS
Vest for lufthavnen	2021	Strandsnegl	≥ 25	5	Blandpr.	2,43	3,83	PFOS, PFUnA
	2012	Torsk	10	10	Individpr.	<LOQ		
	2012	Kuskjell	8	8	Individpr.	<LOQ		
	2012	Skrubbe	3	1	Blandpr.	<LOQ		
	2012	Lomre	2	1	Blandpr.	<LOQ		
	2012	Børstemark	10	1	Blandpr.	<LOQ		
Giæverneset	2021	Strandsnegl	≥ 25	5	Blandpr.	19,3	46,3	PFOS, PFHxS, PFNA, PFUnA, PFOA, PFOSA, PFHxA, PFHpA, PFHpS, 6:2 FTS, PFDeA
	2021	Blåskjell	≥ 25	5	Blandpr.	<LOQ		
	2019	Torsk	25	25	Individpr.	<LOQ	0,92	PFOS, PFHxA
	2013	Tangloppe	31	1	Blandpr.	9,4		PFOS
	2013	Mangebørstemark	10	1	Blandpr.	3,3		PFOS
	2012	Børstemark	10	1	Blandpr.	42,7		PFOS, PFOA, PFNA
Straumsbukta/ referansestasjon	2021	Purpurnegl	≥ 15	3	Blandpr.	<LOQ	3,8	6:2 FTS, PFOS, PFHxA
	2021	Strandsnegl	≥ 10	2	Blandpr.			
	2019	Torsk	10	10	Individpr.	<LOQ	5,93	PFOS, PFHxS, PFHxA, PFPeA



Figur 4-13: Hovedområder hvor det er prøvetatt biota er Rottbogen, vest for lufthavnen, Giværneset og referansestasjon Straumbukta.

5 Mengder i jord

Formålet med beregningene av mengder Σ PFAS i jord er å gi et grunnlag for vurdering av forurensingssituasjonen, og for beregning av kost/effekt av tiltak i forbindelse med utarbeidelse av tiltaksplan.

Tabell 5-1 viser beregnede mengder i jord ved brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2), gammel brannstasjon og deice-området (GBS), samt utfylt område ved Ørneveien (UOØ) ved Tromsø lufthavn. Det er beregnet at det er totalt om lag 41 kg PFAS ved de fire PFAS-forurensede lokalitetene på Tromsø lufthavn, fordelt på ca. 283 400 m³ masser. Det er beregnet å være:

- 18,9 kg PFAS på gammel brannstasjon og deice-området (GBS)
- 17,3 kg på gammelt brannøvingsfelt (BØF2)
- 4,2 kg på utfylt område ved Ørneveien (UOØ)
- 0,6 kg på sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1)

For beskrivelse av metode og forutsetninger benyttet for mengdeberegninger, samt beregnede mengder PFAS for ulike konsentrasjonsgrenser, henvises det til resultatrapportene for de enkelte lokalitetene [47] [48] [49] [50].

De største mengdene PFAS er beregnet ved gammel brannstasjon og deice-området (GBS) og gammelt brannøvingsfelt (BØF2). Ved BØF2 er det ca. 10,5 kg PFAS i torvmassene, fordelt på et volum på ca. 7500 m³. Dette utgjør en høy mengde PFAS per volum masser, med gjennomsnittlig 1,4 g PFAS/m³. Dette er vesentlig høyere enn andre områder og dybdeintervaller/massetyper på Tromsø lufthavn. Det presiseres imidlertid at torvmassene befinner seg under fyllmassene på feltet. I fyllmasser på BØF2 er det estimert 6,2 kg PFAS, fordelt på et volum på ca. 40 600 m³.

På GBS/deice-området er de største mengdene PFAS i masser fra 0-3 m under terreng. Det er beregnet totalt 16,2 kg PFAS i disse massene. De estimerte mengdene er relativt jevnt fordelt i dybden for de øvre 2-3 meterne, med avtagende mengder i dybden ned til undersøkt dyp på 5 meter. I hovedsak er forurensningen lokalisert over grunnvannsnivå.

På øvrige områder på lufthavnen som er kartlagt for PFAS i jord i forbindelse med ulike prosjekter, eksempelvis prosjekt for ny sentral deice-plattform og terminalprosjektet, er det ikke avdekket andre områder som peker seg ut med gjennomgående høye konsentrasjoner av PFAS (Figur 4-1). I forbindelse med prosjekt for sentral deice-plattform er det estimert <1 kg PFAS i anleggsområdet som omfatter store deler av områdene rett nord og vest for terminalområdet, hvorav ca. 0,3 kg er planlagt levert til godkjent mottak i forbindelse med prosjektgjennomføringen [41].

Tabell 5-1: Beregnede mengder PFAS i jord ved de fire lokalitetene som utgjør de største kildene til spredning av PFAS-forurensning fra Tromsø lufthavn. Sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1), gammelt brannøvingsfelt (BØF2), gammel brannstasjon (GBS) og deice-område, samt utfylt område ved Ørneveien (UOØ).

Område	Dybdeintervall/masstype	ΣPFAS gj.snitt (µg/kg)	Areal (m2)	Dybde gj.snitt (m)	Volum masser (m3)	Tetthet (kg/m3)	Andel fraksjon <20 mm (%)	Mengde PFAS (kg)	Mengde/ volum (g/m3)
BØF1	Fyllmasser innenfor plate	100	2800	0,9	2520	1800	50	0,2	<0,1
	Fyllmasser utenfor plate	40	4190	1,8	7550	1800	70	0,4	<0,1
	Totalt alle delområder				10070			0,6	0,1
BØF2	Fyllmasser	140	21350	1,9	40560	1800	60	6,2	0,2
	Torv	9390	14960	0,5	7480	150	100	10,5	1,4
	Mineraljord (leirig silt)	70	13770	0,3	4130	1800	100	0,5	0,1
	Totalt alle delområder				52180			17,3	0,3
UOØ	Fyllmasser iblandet torv - utfylt område	130	12910	2	25810	1400	90	4,1	0,2
	Torv iblandet mineralske masser - ikke utfylt område	40	4030	1	4030	600	100	0,1	<0,1
	Totalt alle delområder				29840			4,2	0,1
GBS	0-1 m	140	46870	1	46870	1800	60	6,8	0,1
	1-2 m	120	43550	1	43550	1800	60	5,6	0,1
	2-3 m	70	42150	1	42150	1800	70	3,8	<0,1
	3-4 m	40	34560	1	34560	1800	80	1,9	<0,1
	4-5 m	20	24890	1	24890	1800	80	0,8	<0,1
	Totalt alle dybdeintervaller				192020			18,9	0,1
Totalt								41	

6 Spredningsmengder

Avrenningsforhold ved lufthavnen er beskrevet i kap. 2.4, mens resultater fra utførte undersøkelser i jord og vann er oppsummert i kap. 4. Med bakgrunn i resultatene fra disse undersøkelsen er det gjort spredningsberegninger for sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1), gammelt brannøvingsfelt (BØF2), utfyllt område ved Ørneveien (UOØ) og gammelbrannstasjon og deice-området (GBS).

Metodene som er benyttet for spredningsberegninger varierer mellom de ulike lokalitetene, grunnet dels ulike grunn-, spredning-, og avrenningsforhold, samt ulikt grunnlag av prøveresultater. Miljødirektoratets verktøy for beregning av spredning er ikke benyttet. Dette skyldes at erfaring med bruk av verktøyet er at det, med utgangsdata fra undersøkelser i jord, ikke klarer å gjenskape de grunnvannskonsentrasjoner som er målt ved/nedstrøms de PFAS-forurensede lokalitetene, og dermed synes å underestimere spredningsmengdene. Dette gjelder særlig for lokaliteter, hvor det er svært komplekse grunn- og spredningsforhold (eksempelvis det gamle brannøvingsfeltet (BØF2)), og lite homogen fordeling av massetyper, gjør at beregningsverktøyet i liten grad anses å være egnet for å beregne spredning av forurensning fra denne lokaliteten. Det er derfor valgt å benytte målte konsentrasjoner i grunnvann og drener-/overvann direkte, sammen med estimerte vannmengder, for å beregne spredning fra brannøvingsfeltene og lufthavnen som helhet. Det er i kapitlene under kort redegjort for hva som ligger til grunn for utførte beregninger ved den enkelte lokalitet.

Beregnet spredningsmengde for de ulike lokalitetene er oppsummert i Tabell 6-1.

Tabell 6-1: Beregnede spredningsmengder for Σ PFAS (g/år).

Delområde	Beregningsmetode	Konsentrasjon i vann basert på	Spredning (g/år)
BØF1	Nedbør på plate og konsentrasjon i oljeutskiller	Oljeutskiller	~35-45
BØF2	Tverrsnittsmode ll + Nedbørsfelt og konsentrasjon i grøft	Brønner / Overflatepunkt	~300-700
UOØ	Nedbørsfelt og konsentrasjon i grøft	Overflatepunkt	~30-40
GBS	Tverrsnittsmode ll	Brønner	~1000-1200
Total			~1400-2000

Beregnet spredning fra BØF2 er vesentlig lavere enn tilsvarende beregninger for GBS, til tross for at målte PFAS-konsentrasjoner i grunnvann er i samme størrelsesorden. Med bakgrunn i feltobservasjoner og kornfordelingskurver er det i beregningene lagt til grunn en lavere hydraulisk ledningsevne for massene på BØF2 enn ved GBS. Videre er det med bakgrunn i kartlagt forurensing i jord lagt til grunn et vesentlig mindre gjennomstrømningsareal (bredde forurensset område normalt på antatt strømningsretning) ved BØF2 sammenliknet med GBS. Dette gir et lavere volum vann som inngår i beregningene for BØF2 sammenliknet med GBS, og følgelig også lavere beregnet spredning.

Det bemerkes at det er betydelig usikkerhet i beregningene, særlig knyttet til hydraulisk ledningsevne og vannmengder, blant annet som følge av svært varierende grunnforhold og omfattende overvannsnett på og utenfor lufthavnen som påvirker vannmengder til beregningspunkter. Det er også dels stor variasjon i konsentrasjonsnivåer mellom prøvetakinger i de enkelte prøvepunkter. Videre må det antas at utfyllingsmasser (bærelag og forsterkningslag) på store deler av lufthavnen, dels over tidligere bekkeløp og sjøbunn (Figur 2-9), kan ha betydelig permeabilitet og utgjøre strømningsveier som ikke fanges opp av overvannssystemene. Dette vil da være mulige diffuse spredningsveier som ikke fullt ut dekkes gjennom de målepunkter og beregninger som inngår i spredningsberegningene.

6.1 Sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1)

Ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1) viser undersøkelser i jord lave konsentrasjoner med lavt potensiale for utlekking til grunnvann. Hoveddelen av det undersøkte området er dekket av asfalt og betongplate med underliggende membran. Asfaltert område ved BØF1 har fall mot sentralt sandfang under flysimulator. Vannet føres derfra til oljeutskiller nord for øvingsområdet, og videre til sjø. Det legges til grunn at membran og oppsamling av vann fungerer som tiltenkt, men det er opplyst at oljeutskilleren ikke er tett, noe som kan forklare konsentrasjoner i grunnvann i samme størrelsesorden som påvist i oljeutskiller. Samlet legges det derfor til grunn at påviste konsentrasjoner i oppsamlet vann til oljeutskiller gir best grunnlag for beregning av spredningsmengder til sjø.

For beregning av spredningsmengder via oljeutskiller er det lagt til grunn medianverdi av målt konsentrasjon i punktet OU-BØF for perioden 2020-2023 (se Figur 6-1 for plassering), sammen med avrenning innenfor det asfalterte området. Inngangsparametere er gitt i Tabell 6-2.

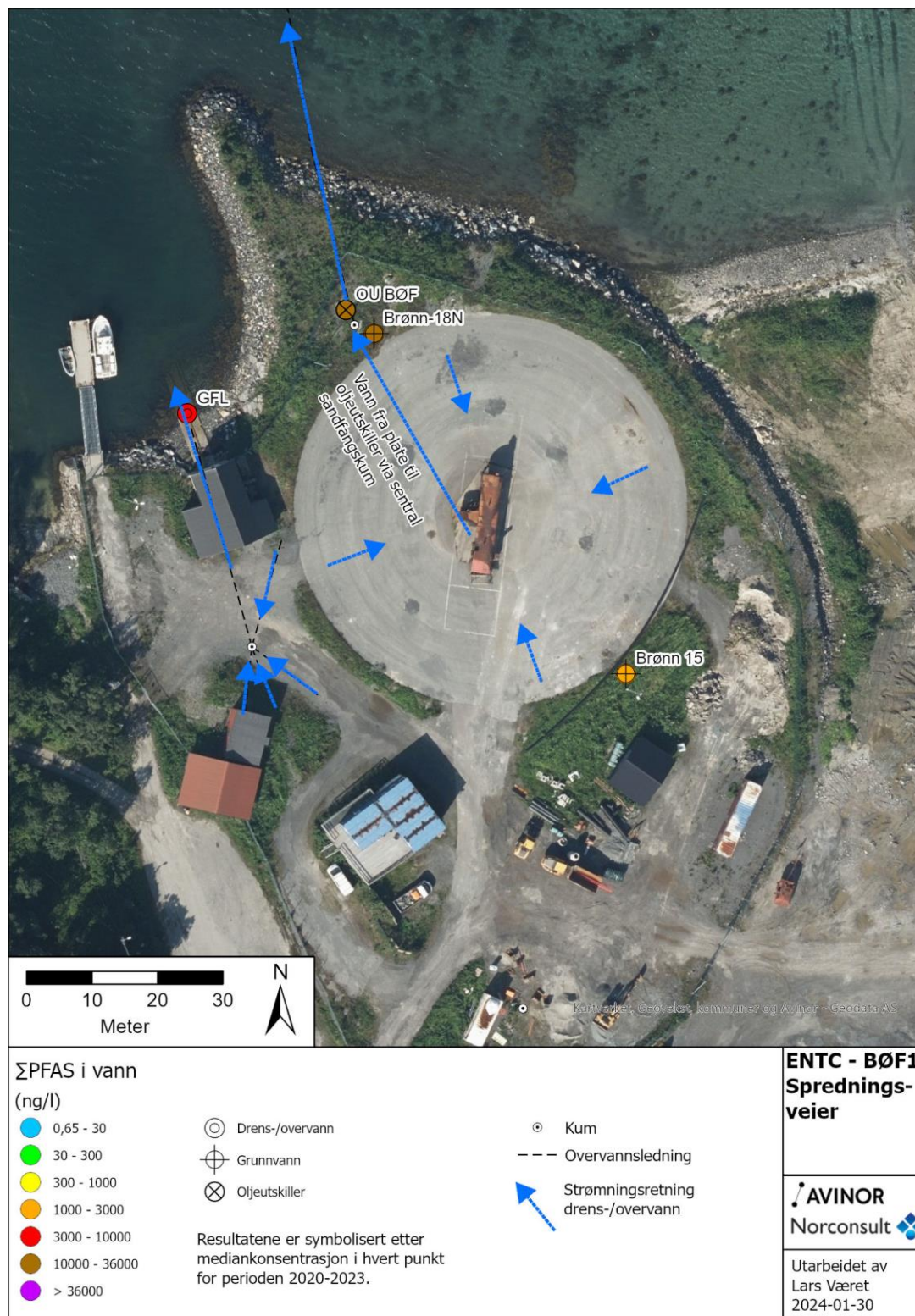
Som nevnt i kap. 2.3.1 var det i 2011 lekkasje i sandfangkum under flysimulator og i rørledninger mellom feltet og oljeutskilleranlegget [24]. Forurensede masser ble ryddet opp, og lekkasje utbedret blant annet gjennom strømpetrekking av rør. Undersøkelser i jord dekker ikke masser under membran. Det er derfor ikke grunnlag for å kvantifisere forurensingsomfang eller eventuell spredning fra disse, men dersom det legges til grunn tett membran med fungerende oppsamlingssystem til oljeutskiller, sammen med antatt oppbygning med grove fyllmasser, forventes forurensningsomfang og eventuell spredning fra disse underliggende massene å være svært begrenset.

Under de gitte forutsetningene over er det beregnet en årlig spredning av PFAS fra BØF1 via oljeutskiller til sjø på om lag **35-45 g/lår**, hvorav deler vil spres med grunnvann og utvasking med tidevann som følge av lekkasje i selve oljeutskilleren. Om det legges til grunn et tverrsnitt omkring oljeutskilleren tilsvarende 40 m (20 m til hver side), blandingssone 0,2 m (svært nær sjø), relativt høy permeabilitet (5×10^{-4} m/s) og målt grunnvannskonsentrasjon tilsvarende oljeutskiller (19 000 ng/l) utgjør spredning via grunnvann omkring halvparten av den beregnede spredningen via denne. Det bemerkes at omfanget av lekkasje i oljeutskiller ikke er kjent, men at estimert spredning via denne vil gå til sjø enten via ledning til sjø eller via lekkasje til grunnvann videre til sjø, og denne – med bakgrunn i foreliggende grunnlag - vurderes å utgjøre det vesentlige av total spredning fra feltet. Spredning via grunnvann fra området for øvrig forventes lav som følge av lave konsentrasjoner i jord med forventet lav utlekking til grunnvann. Videre er det stor andel grove fyllmasser utfyllt i sjø, som gjør at det må forventes svært begrenset strømningsgradient mot sjø innenfor det forurensede området.

Tabell 6-2: Inngangsparametere for spredningsberegning på BØF1.

Areal plate	2800	m ²
Nedbør	963	mm/lår
Avrenningsfaktor (betong/asfalt)	0,8	
Avrenning	2157	m ³ /lår
ΣPFAS (OU BØF, median 2020-2023)	19 000	ng/l

Det er videre påvist PFAS i overvannsutløp vest for plattformen (GFL, se Figur 6-1 for plassering). Areal som samler overvann til dette punktet er usikkert. Terrengforholdene tilsier imidlertid et begrenset nedbørfelt, noe som sammen med målt konsentrasjon i punktet, samt lave beregnede mengder i jord (se kap. 5) utenfor plattformen, tilsier relativt lav spredningsmengde via dette punktet.



Figur 6-1: Avrenning og spredningsveier ved sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1).

6.2 Gammelt brannøvingsfelt (BØF2)

Grunnvannskoter basert på målt grunnvannsnivå i brønnene på BØF2 viser hovedstrømningsretning for grunnvann fra feltet mot grøftesystem nord og vest for dette, hvor vann samles (V2kum, se Figur 6-2) og føres videre i overvannsystemet under rullebanen til Rottbogen i nord (se Figur 6-2). Grøft nord for feltet mottar også vann fra område øst for Ringveien, men vannspeil i grøft beskrives som stillestående i tørre perioder.

For BØF2 er det generelt en massesammensetning med fyllmasser over stedlig komprimert torv på siltige masser, der alle massetyper er representert i mettet sone. Massene har svært ulike forurensningsnivåer, og har generelt svært ulike fysiske egenskaper (organisk innhold, permeabilitet mm.). Dette gir komplekse grunn- og spredningsforhold som gjør at beregningsverktøyet i liten grad anses å være egnet for å beregne spredning av forurensning fra denne lokaliteten. Det er imidlertid en rekke brønner etablert i området som gir et godt bilde på forventet strømningsgradient og -retning, samt som et direkte mål på forurensningsnivåer nedstrøms feltet. Gitt nevnte grunnlag er det valgt å beregne spredning ved to metoder, hhv. i) grunnvannsstrømning gjennom et tverrsnitt normalt på strømningsretningen med målt grunnvannskonsentrasjon nedstrøms feltet, og ii) målt konsentrasjon i inntakspunkt for overvann sammen med estimert avrenning fra tilhørende nedbørfelt.

For beregning av spredning via forurensset grunnvann fra feltet ved bruk av «tverrsnittmodell», er lagt til grunn målt konsentrasjon i Brønn2, BR4 og BR5 nedstrøms brannøvingsfeltet (se Figur 6-2). Målte konsentrasjoner av PFAS varierer betydelig mellom de tre brønnene, og det er i beregningene derfor antatt at hver brønn representerer utstrømning gjennom hvert sitt tverrsnitt, som til sammen utgjør totalt gjennomstrømningsareal for forurensset grunnvann fra feltet.

Blandingsdypet er satt til 1,5 m, ut fra den vertikale utstrekningen av fyllmasser over steden silt/leire, under grunnvannsnivå. Det er benyttet en gradient 0,06 basert på målt vannstand i brønner på feltet. Videre er det lagt til grunn en hydraulisk ledningsevne på $5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Det bemerkes at hydraulisk ledningsevne basert på kornfordelingsanalyser av fyllmasser varierer betydelig ($1 \cdot 10^{-6}$ m/s til $4,5 \cdot 10^{-3}$ m/s), og at dette medfører betydelig usikkerhet i beregnet spredningsmengde. Det er imidlertid rimelig å anta en lavere hydraulisk ledningsevne for fyllmasser og komprimert torv, sammenliknet med ren skjellsand ved lokalitet gammel brannstasjon (se kap. 6.4). Inngangsparametere benyttet i beregningene er oppsummert i Tabell 6-3.

Under forutsetningene i Tabell 6-3 er det beregnet en spredningsmengde fra BØF2 på om lag **650-700 g/år**.

Tabell 6-3: Inngangsparametere for spredningsberegning basert på tverrsnittmodell for BØF2.

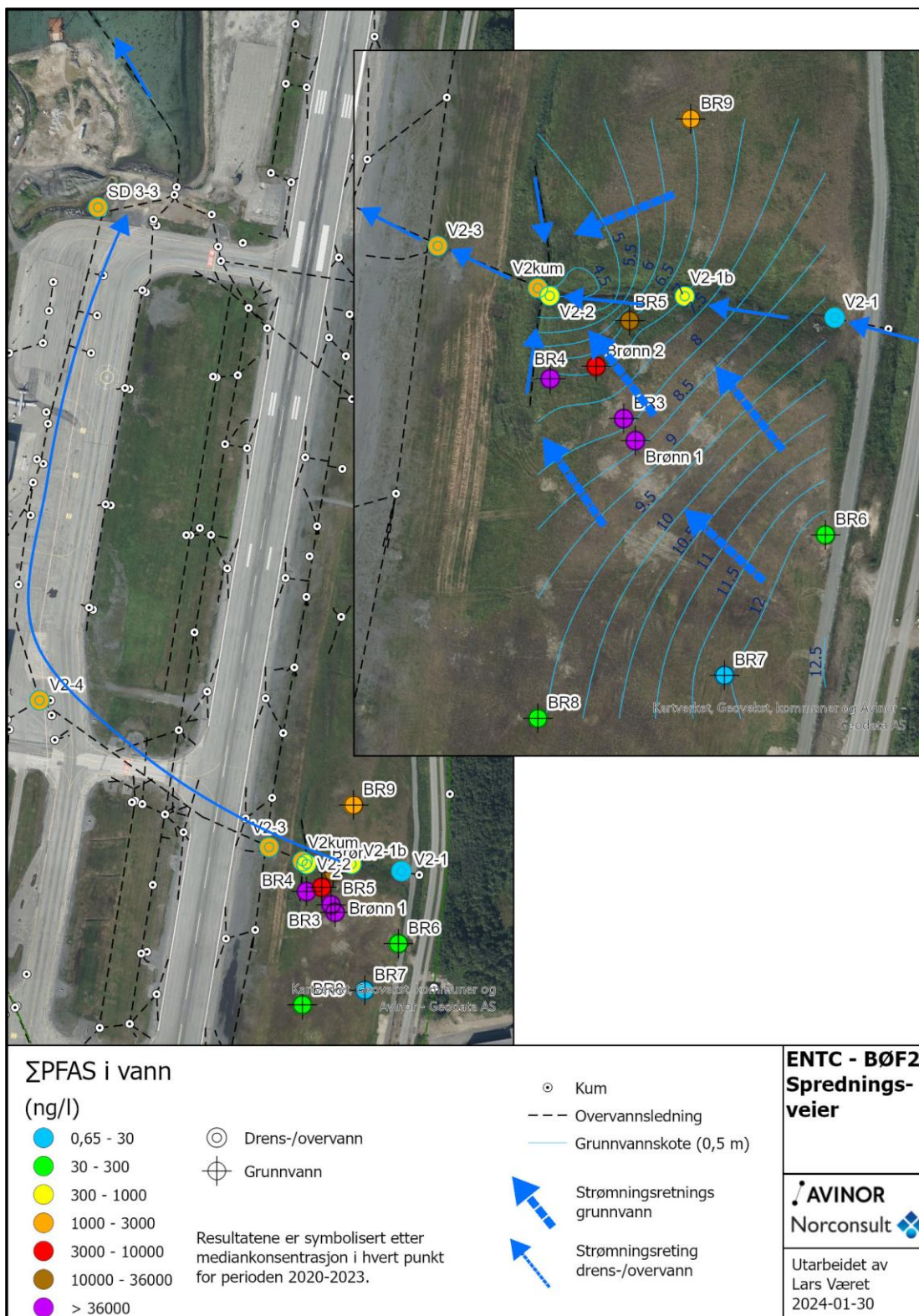
	BR4	BR5	Brønn 2	
Lengde, L	30	16	19	m
Blandingsdyp	1,5	1,5	1,5	m
Gjennomstrømningsareal, A	45	24	28,5	m ²
Hydraulisk ledningsevne, k	0,00005	0,00005	0,00005	m/s
Strømningsgradient, I	0,06	0,06	0,06	
Volum, Q	0,000135	0,000072	0,000086	m ³ /s
Volum, Q	4260	2270	2700	m ³ /år
ΣPFAS (median 2020-2023)	140 000	24 500	6 400	ng/l

I tillegg er det for BØF2 gjort spredningsberegning ved bruk av målte konsentrasjoner i overflatepunkt V2kum og grøftas nedbørsfelt, inkl. areal øst for Ringveien (scalgo.com/live/norway). Inngangsparametere er oppsummert i Tabell 6-4.

Under forutsetningene i Tabell 6-4 er det beregnet en spredningsmengde fra BØF2 på om lag **300-350 g/år**, som er noe lavere enn beregnet ved bruk av tverrsnittsmetoden for spredning med grunnvann fra feltet.

Tabell 6-4: Inngangsparametere for spredningsberegning basert på nedbørsfelt og punkt V2kum for BØF2.

Areal nedbørsfelt (ScalgoLive)	610 000	m ²
Nedbør	963	mm/år
Avrenningsfaktor (ca. 50 % skog, ellers bebyggelse/samf.)	0,5	
Avrenning	293 715	m ³ /år
ΣPFAS (median 2020-2023)	1050	ng/l



Figur 6-2: Avrenning og spredningsveier ved gammelt brannøvingsfelt (BØF2).

6.3 Utfylt område ved Ørneveien (UOØ)

For utfylt område ved Ørneveien (UOØ) forventes avrenning og eventuell spredning av forurensning mot grøftesystem nord og vest for utfylt område (Figur 6-3). Grøft nord for utfylt område mottar noe overvann fra område øst for lufthavnen, men antatt i begrenset omfang da vann øst for Ringveien i hovedsak føres sørover mot Gjæverbukta (se Figur 6-3). Grøfta fremsto dels tørr under prøvetaking 2023.

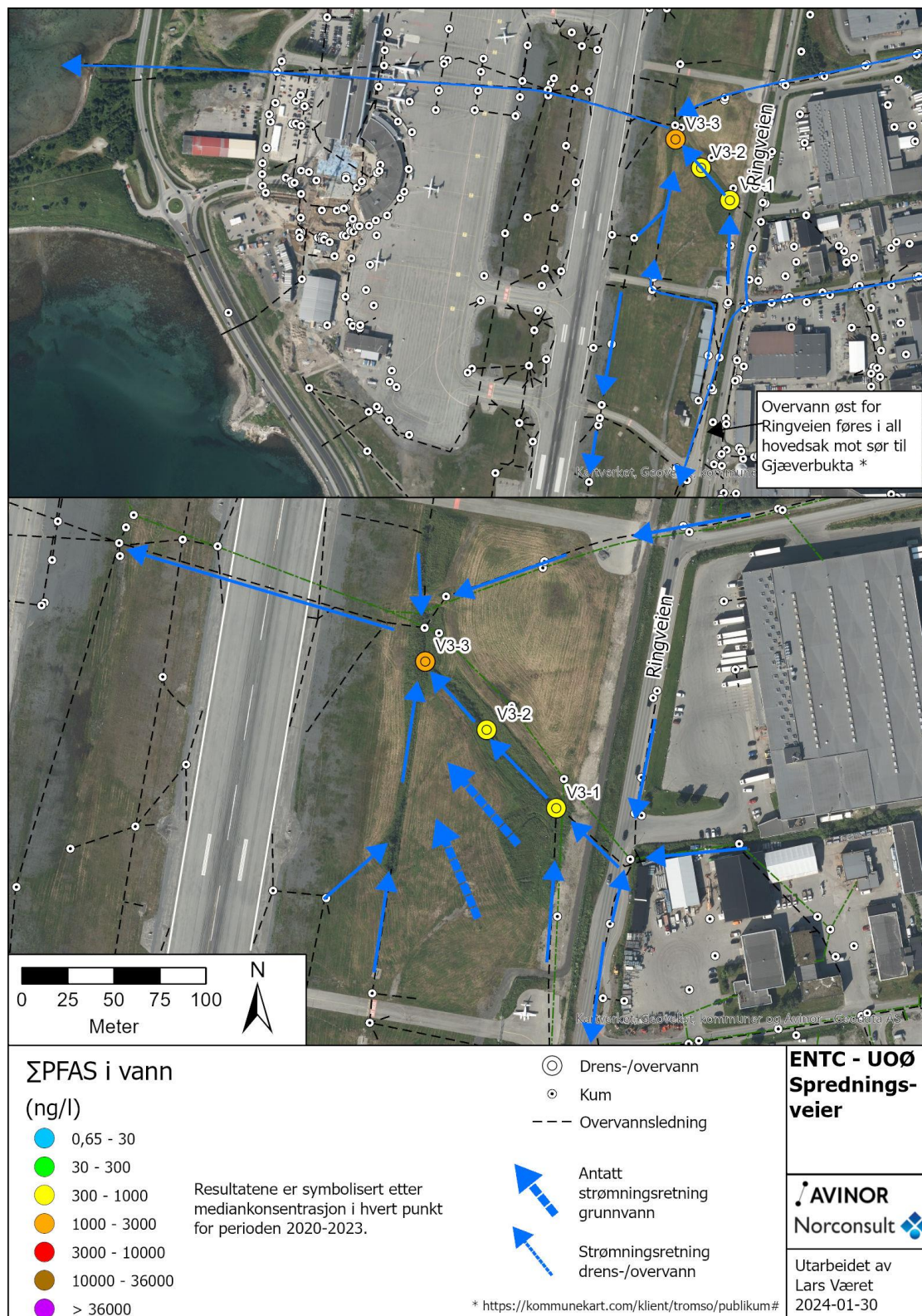
For utfylt område Ørneveien (UOØ) viser undersøkelser i jord relativt lave mengder PFAS i jord, der hovedandelen av estimert mengde ligger i område som er dekket av helikopterhangar med asfaltert dekke på underliggende forsterkningslag, og dermed med svært begrenset mulighet for utlekking fra forurensede masser i umettet sone til grunnvann. Det er ikke etablert brønner som kan bekrefte antatt strømningsretning for grunnvann, grunnvannsgradient, eller gi et direkte mål på forurensingsnivåer i grunnvann i området. Ut fra topografi og terrengfall mot overvannsgrøfter vest og nord for området antas grunnvann å strømme mot laveste punkt i dette grøftesystemet (V3-3). Gitt manglende målinger i grunnvann er derfor dette punktet, sammen med estimert avrenning fra tilhørende nedbørfelt, lagt til grunn for estimert spredningsmengde.

Det er tatt vannprøver i grøft nord for området (V3-3). Det foreligger resultater for kun en prøvetakingsrunde, og grunnlaget for beregningene er derfor svært begrenset. Det er lagt til grunn at all spredning fra feltet når grøfta, og målt konsentrasjonen i punkt V3-3 er antatt å være representativ for spredning fra UOØ. Grøftas nedbørsfelt er estimert vha. ScalgoLive (scalgo.com/live/norway) og informasjon om overvannssystemet i området (<https://kommunekart.com/klient/tromso/publikum>).

Inngangsparametere benyttet i beregningen er vist i Tabell 6-5. Under forutsetningene i Tabell 6-5 er det beregnet en spredningsmengde fra UOØ på om lag **30-40 g/lår**.

Tabell 6-5: Inngangsparametere for spredningsberegning på UOØ.

Areal nedbørfelt (Scalgo)	68 000	m ²
Nedbør	963	mm/år
Avrenningsfaktor (ca. 20 % skog, ellers bebyggelse)	0,6	
Avrenning	32 740	m ³ /år
ΣPFAS (V3-3, basert på en prøve)	1300	ng/l



Figur 6-3: Avrenning og spredningsveier ved utfylt område ved Ørneveien (UOØ).

6.4 Gammel brannstasjon og deice-området (GBS)

For gammel brannstasjon og deice-området (GBS) er generelt de høyeste påviste konsentrasjonene i jord, og den største andelen av beregnet mengde, i umettet sone under asfaltert område for deice-plattformen. Det forventes derfor svært lav infiltrasjon som kan bidra til utlekking av forurensing til grunnvann i dette området. Videre er massesammensetningen svært varierende, med fyllmasser over stedlig skjellsand på siltige masser. Fyllmassene har svært varierende karakter, fra stedvis homogen sand, til heterogene fyllmasser med svært varierende kornstørrelse. Stedlig skjellsand og underliggende siltige masser fremstår homogene, men med svært ulik vannledningsevne, der skjellsand forventes å være betydelig mer permeabel enn øvrige masser i området. Den heterogene massesammensetningen vertikalt gir grunn- og spredningsforhold som gjør at Miljødirektoratets beregningsverktøyt i liten grad anses å være egnet for å beregne spredning av forurensning fra denne lokaliteten. Det er imidlertid etablert brønner både oppstrøms og nedstrøms det forurensede området som gir et bilde på forventet strømningsgradient og -retning, samt et direkte mål på forurensingsnivåer nedstrøms feltet. Gitt nevnte grunnlag er det valgt å beregne spredning ved to metoder, hhv. i) grunnvannsstrømning gjennom et tverrsnitt normalt på strømningsretningen med målt grunnvannskonsentrasjon nedstrøms feltet, og ii) teoretisk utlekking fra forurensede masser, differensiert på områder med og uten asfaltdekke som gir ulik infiltrasjon til grunnvann. Dette som kontroll mot beregningene utført med metode i).

Lufthavnen opplyser at vann fra asfaltert område/deice samles i pumpekum sørvest på asfaltert areal og deretter pumpes nordover og videre ut på spillvannsnett. Dette forventes ikke å være en vesentlig spredningsvei for PFAS da det er avisningsvæske og nedbør på asfaltert område uten kontakt med forurensset grunn. Tidligere overløpsledning er tatt ut av drift, og ny ledning er lagt mot nord og videre i nyetablert overvannsledning til sjø (se Figur 6-4). Grunnvannskoter basert på målt grunnvannsnivå i brønnene på området viser hovedstrømningsretning for grunnvann fra forurensset område mot Gjæverbukta sørvest for deice-området (se Figur 6-4). Spredningsmengde er beregnet ved bruk av tverrsnittsmode, der det er benyttet målte konsentrasjoner i brønner nedstrøms forurensset område (Brønn 20, Brønn 22, MB1, MB2 og MB3, se Figur 6-4 for plassering). Gjennomsnittsverdien for Σ PFAS i alle disse brønnene, i perioden 2020-2023, er benyttet som konsentrasjon i grunnvannet. Blandingsdypet er satt til 1 m med bakgrunn i mektighet av skjellsand (over leire) under grunnvannsnivå. Det er benyttet en gradient 0,03 basert på målt vannstand i brønner på feltet. Videre er det lagt til grunn en hydraulisk ledningsevne på $5 \cdot 10^{-4}$ m/s basert på kornfordelingsanalyser av skjellsand.

Inngangsparametere for spredningsberegningene er oppsummert i Tabell 6-6. Under forutsetningene gitt i Tabell 6-6 er det beregnet en spredningsmengde fra GBS på om lag **1100-1200 g/år**.

Tabell 6-6: Inngangsparametere for spredningsberegning med «tverrsnittsmode» på GBS og deice-området.

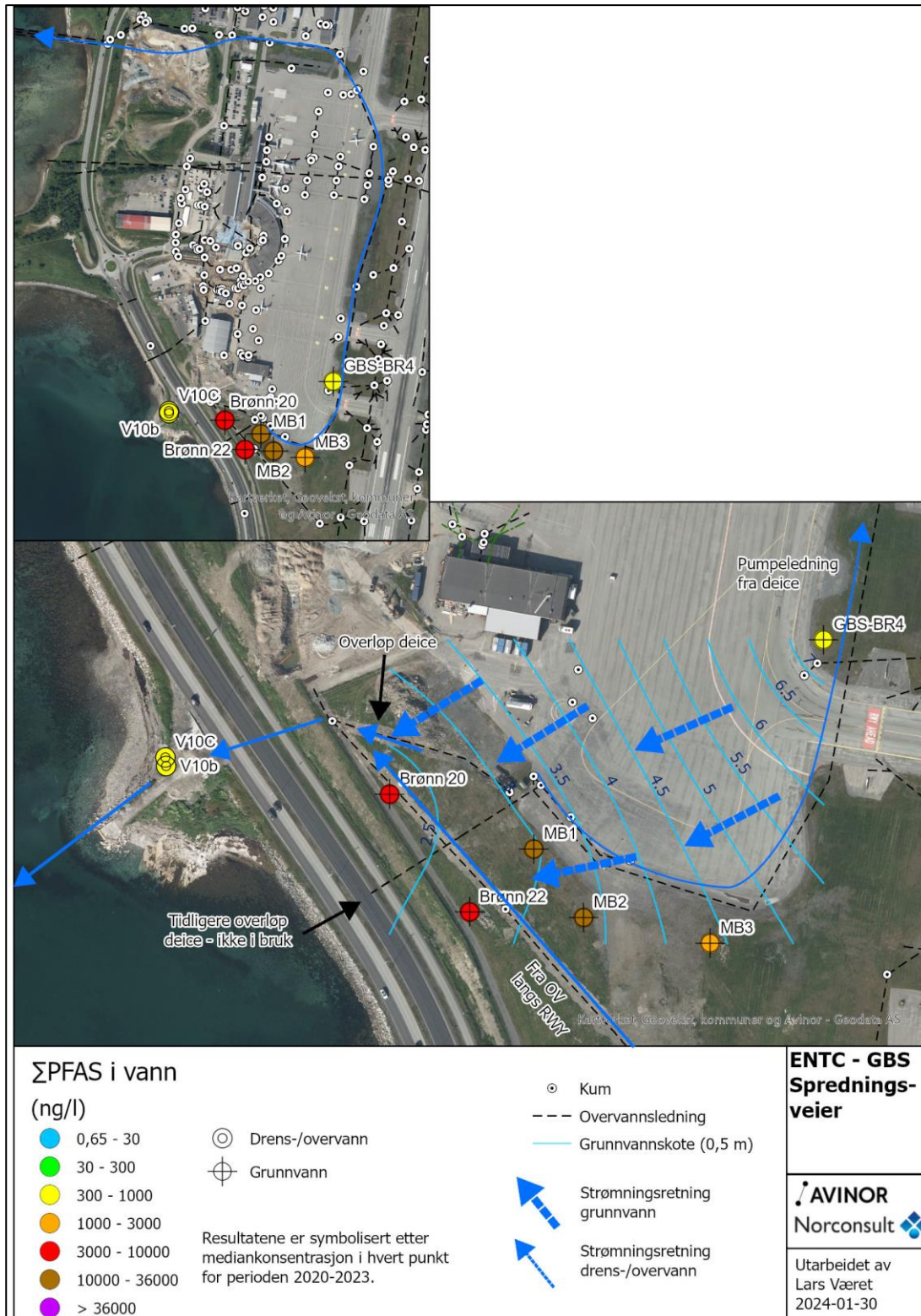
Lengde, L	220	m
Blandingsdyp	1	m
Gjennomstrømningsareal, A	220	m ²
Hydraulisk ledningsevne, k (gj.sn. basert på kornfordeling skjellsand, n=2)	$5 \cdot 10^{-4}$	m/s
Strømningsgradient, I ($\Delta h/L$)	0,03	
Volum, Q ($K \cdot A \cdot i$)	0,003	m ³ /s
Volum, Q	101 000	m ³ /år
Σ PFAS (gj.sn. 2020-2023 i Brønn20, Brønn22, MB1, MB2 og MB3)	11 071	ng/l

For å kunne estimere spredning fra områder med og uten asfaltert dekke ble det også utført beregninger for potensiell utlekking fra disse områdene hver for seg. Det er lagt til grunn en fordelingskoeffisient (Kd) på 10 l/kg og snittkonsentrasjon i jord i øvre 2 m for hhv. asfaltert og ikke-asfaltert område for beregning av teoretisk porevannskonsentrasjon. Denne er sammen med nedbør og differensiert infiltrasjonsfaktor benyttet for å beregne teoretisk utlekking fra hvert av delområdene. Tilsvarende beregning er utført for mettet sone, men med infiltrasjonsfaktor 1 (mettet sone) og vannmengde tilsvarende grunnvannsvolum gjennom et strømningstverrsnittet.

Inngangsparametere for beregningene er oppsummert i Tabell 6-7. Under forutsetningene gitt i Tabell 6-7 er det beregnet en spredningsmengde fra GBS på om lag **1000-1100 g/år**.

Tabell 6-7: Inngangsparametere for beregning av teoretisk utlekking på GBS og deice-området differensiert på asfaltert og ikke-asfaltert område..

Umettet sone (0-2 m) asfaltert område		
Kd	10	l/kg
ΣPFAS (gj.sn.)	215	µg/kg
Areal	23220	m ²
Nedbør	963	mm/år
Infiltrasjonsfaktor	0,2	-
Umettet sone (0-2 m) ikke asfaltert område		
Kd	10	l/kg
ΣPFAS (gj.sn.)	45	µg/kg
Areal	9000	m ²
Nedbør	963	mm/år
Infiltrasjonsfaktor	0,6	-
Mettet sone (tverrsnitt)		
Kd	10	l/kg
ΣPFAS (gj.sn.)	90	µg/kg
Areal (L x bl.dyp. = 220 m x 1 m)	220	m ²
Hydraulisk ledningsevne, K	5e-10	m/s
Gradient, i	0,03	-



Figur 6-4: Avrenning og spredningsveier ved gammel brannstasjon og deice-området (GBS).

7 Risikovurdering av dagens forurensningssituasjon

Risikovurdering av dagens forurensningssituasjon er basert på resultater fra utførte undersøkelser i perioden 2011-2023. Kunnskapsnivå og vurderingsgrunnlag knyttet til ulike PFAS-forbindelser har endret seg betydelig de senere år, og det er også et utvidet analyseomfang som dekker flere enkeltforbindelser for senere undersøkelser sammenliknet med de første undersøkelser som ble gjennomført. Resultater fra senere år er derfor tillagt mest vekt i vurderingen, da disse gir et mest dekkende bilde av forurensningssituasjon med tanke på PFAS, samt at disse anses som mest representative for dagens forurensningssituasjon.

Det er ved risikovurdering av dagens forurensningssituasjon tatt utgangspunkt i målinger i sjø utenfor Tromsø lufthavn, hovedsakelig Rottbogen og Giæverbukta/Giæverneset. Målinger i Rottbogen vil representere påvirkning fra sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1) og gammelt brannøvingsfelt (BØF2), og målinger i Giæverbukta/Giæverneset vil representere påvirkning fra gammel brannstasjon (GBS) og deice-område sør. Utførte spredningsberegninger (kap.6) tilsier at spredning fra det gamle brannøvingsfeltet (BØF2) og fra gammel brannstasjon (GBS) og deice-område sør utgjør største andel av den totale spredningen fra lufthavnen sett under ett, og vil i så måte være største bidragsyter til samlet risiko som følge av spredning av PFAS fra lufthavnen.

Det er basert på resultater fra undersøkelser ved Tromsø lufthavn utført vurderinger av fordelingen av PFAS-forbindelser i jord, vann og biota. I jord er det PFOS som utgjør den største andelen av Σ PFAS, med 60% ved sist nedlagt felt (BØF1) og 80% ved de andre undersøkte lokalitetene. Av andre forbindelser som påvises i jord ved lokalitetene er det særlig PFHxS, men ved BØF1 er det også 6:2 FTS, 8:2 FTS, PFHxA og PFPeA.

I vann er PFOS den dominerende forbindelsen ved BØF2 og GBS, i tillegg til PFOS er det særlig PFPeA, PFHxA og PFHxS som utgjør en betydelig andel av Σ PFAS. Ved sist nedlagt brannøvingsfelt (BØF1) og utfyllt område ved Ørneveien (UOØ) utgjør PFOS en lav andel av Σ PFAS i vann (10-15%), og andre PFAS-forbindelser er mer dominerende (ved UOØ er det PFPeA og PFHxS, og ved BØF1 PFPeA, PFHxA, 6:2 FTS, PFBA og PFHpA).

I biotaprøver er det generelt PFOS som påvises i størst grad, men også forbindelsene PFHxA, PFHxS, 6:2 FTS påvises i mange av prøvene. I prøvene av torskemuskel påvises særlig PFHxA. Når det gjelder de ulike PFAS-forbindelser giftighet for mennesker og økosystemer er kunnskapsgrunnlaget ikke tilstrekkelig for en vurdering av de ulike forbindelsene opp mot hverandre per i dag.

7.1 Risiko for human helse

7.1.1 Kunnskapsgrunnlag

Tolerabelt ukentlig inntak (TWI)

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 [11]. Basert på den nye tålegrensen utførte Folkehelseinstituttet (FHI) en vurdering av hvilke nivåer av PFAS i fisk og drikkevann som utgjør en økt helserisiko [12]. 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 7-1.

For et gjennomsnittlig inntak av fisk per uke er det beregnet en makskonsentrasjon av summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS på 0,23 µg/kg fisk for voksne kvinner, og 0,27 µg/kg 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 µg/kg fisk ved inntak av mager fisk, og 0,60 µg/kg 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 7-1: Beregnede makskonsentrasjoner av summen av forbindelsene PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS i fisk uten at TWI overskrides ved ulike scenarioer for humant inntak [12].

Scenarioer for inntak av fisk	Makskonsentrasjon kvinner (µg/kg fisk)	Makskonsentrasjon menn (µg/kg fisk)
1. Dersom personen spiser en gjennomsnittlig mengde fisk per uke basert på data fra norske kostholdsundersøkelser	0,23	0,27
2. Dersom personen spiser en porsjon mager per fisk uke	0,45	0,75
3. Dersom personen spiser en porsjon fet fisk per uke	0,60	1,0
4. Dersom personen spiser 100 g fisk per uke	0,90	1,5

Grenseverdier drikkevann

EUs drikkevannsdirektiv ble nylig revidert, og her er det lagt inn en gjeldende grenseverdi på 100 ng/l for summen av 20 PFAS-forbindelser. Tilsvarende grenseverdi vil mest sannsynlig også bli tatt inn i norsk regelverk [13].

Makskonsentrasjoner bading

I et notat utarbeidet av Folkehelseinstituttet (FHI) i 2021, ble det gjort vurderinger av risiko ved å bade og dusje i vann som inneholder PFAS [51]. I denne vurderingen ble det lagt til grunn EFSA sin nye tålegrense på 4,4 ng/kg kroppsvekt per uke for summen av 4 PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS og PFOS). Det ble videre lagt til grunn at en person dusjer eller tar karbad hver dag, og det ble beregnet makskonsentrasjoner som kan være i vannet uten at opptak gjennom hud fra karbad eller dusj utgjør mer enn 1% av tålegrensen. Beregnede makskonsentrasjoner for nyfødte, 2-åringer og voksne er vist i Tabell 7-2.

Tabell 7-2: Beregnede makskonsentrasjoner som kan være i vannet uten at opptak gjennom hud fra karbad eller dusj utgjør mer enn 1% av tålegrense for sum av 4 PFAS. Tabell hentet fra [51].

	Makskonsentrasjon av PFAS i vann (ng/l)	
	Karbad	Dusj
Nyfødte	422	472
2-åringer	593	803
Voksne kvinner	1231	1231
Voksne menn	1745	1745

7.1.2 Aktuell eksponering

Når det gjelder risiko for human helse knyttet til spredning av PFAS fra Tromsø lufthavn, er følgende i lufthavnens nærområde vurdert:

- Opphold på lokaliteten
- Drikkevannskilder nær lufthavnen
- Lokale friluftsområder og badeplasser
- Fritidsfiske, inkludert konsum av fisk og skalldyr

7.1.2.1 Opphold på lokaliteten

Lufthavnen er i sin helhet avstengt med gjerder for å hindre allmenn ferdsel. Opphold for mennesker som ikke arbeider på lufthavnen er derfor ikke aktuelt. Området ved gammel brannstasjon og deice-plattform sør benyttes for flyoppstilling og avising av fly. Her kan det oppholde seg mennesker over kortere tid i forbindelse med disse arbeidene. Området er asfaltert, og forurensning i grunnen er derfor utilgjengelig ved opphold på området. I forbindelse med riving av den gamle brannstasjonen, som ble utført i 2023, er området hvor bygget stod ikke lenger tildekket. Dette området er planlagt å reasfalteres midlertidig for bruk til flyoppstilling. Det er utarbeidet en tiltaksplan for dette som er under behandling hos Statsforvalteren i Troms og Finnmark [52] [53]. BØF1, BØF2, mesteparten av UOØ og det gresskleddet området sør for GBS er områder hvor mannskap på lufthavnen heller ikke oppholder seg. Det forventes at personer tidvis oppholder seg på den delen av UOØ hvor det er bygget en hangar for helikopter. Området er imidlertid fylt ut med avrettingsmasser og asfaltert, og det vurderes derfor å være liten risiko knyttet til dette oppholdet.

Det vurderes at det er svært liten risiko for eksponering av forurensning gjennom hudkontakt med forurensset jord eller oralt inntak av forurensset jord. Dette vurderes med grunnlag i at lufthavnen er stengt for allmenn ferdsel, og at tre av de fire hovedområdene hvor det er kartlagt PFAS-forurensning i jord ikke benyttes av personell med unntak av kortvarig opphold for prøvetaking et fåtall ganger i året. Det vurderes å ikke være fare for opphold på deice-området da forurensningen i jord er dekket av asfalt.

Områdene for begge brannøvingsfelter (BØF1 og BØF2), OUØ, GBS og deice-plattform sør er i stor grad dekket av gress eller asfalt, og det vil derfor forekomme minimalt med støvflukt. Det er derfor med dagens bruk av lokalitetene ikke risiko for human helse knyttet til opphold på lokalitetene.

7.1.2.2 Drikkevann

Registrerte brønner i NGUs brønndatabase Granada ved Tromsø lufthavn er vist i Figur 7-1. Drikkevann ved Tromsø lufthavn ble vurdert i forbindelse med supplerende undersøkelser av PFAS på lufthavnen i 2020. Det ble da kartlagt tre fjellbrønner registrert i Granada, hvor to er oppgitt at benyttes som brukstype

«vannforsyning» med bruk «miljøundersøkelser» [54]. Bruken indikerer at brønnene ikke benyttes til drikkevann. Disse ligger ca. 250 m sørøst for den tidligere øvingsplattformen ved BØF2, og ble vurdert å kunne være påvirket av PFAS dersom det pumpes grunnvann fra disse. Lokaliseringen av brønnene er imidlertid oppstrøms BØF2. Grunnvannsanalyser i etablerte miljøbrønner rett øst og sørøst for BØF2 (BR6-BR7) har relativt lave PFAS-konsentrasjoner (henholdsvis 29-330 og 13-160 ng Σ PFAS/l). De to brønnene med oppgitt bruk «miljøundersøkelser» befinner seg ca. 140 m oppstrøms disse. Det forventes derfor tilsvarende eller lavere konsentrasjoner av PFAS i de to miljøbrønnene enn det som er påvist i brønnene oppstrøms BØF2. Det er ikke bygninger på eiendommen (117/387) som brønnene med oppgitt bruk «miljøundersøkelser» er på, men i kontakt med vann- og avløp i Tromsø kommune bekreftes det at bygning på naboeiendommen (117/779) har kommunal vannforsyning. Den siste fjellbrønnen nordøst for lufthavnen ble vurdert å ikke kunne bli påvirket av PFAS fra lufthavnen, grunnen beliggenhet langt fra PFAS-forurensede områder på lufthavnen (1,7 km nordøst for BØF1), samt oppstrøms grunnvannets strømningsretning.

Ettersom ikke alle brønner er registrert i Granada, ble det gjort en utsjekk med Tromsø kommune ang. drikkevannsforsyning for hytter og eiendommer innenfor 1 km radius fra lufthavnen. Etter et skrivebordsstudie ble det vurdert at fem eiendommer måtte undersøkes ytterligere. En befaring av Norconsult i september 2020 avkreftet at noen av eiendommene kunne ha drikkevannsbrønner som kan være påvirket av PFAS fra lufthavnen. Det ble vurdert å ikke være behov for prøvetaking av privat drikkevannsforsyning på bakgrunn av at enkelte av de befarte eiendommene ikke hadde bolig (kun containerlager), flere ligger langt unna og/eller oppstrøms antatt kildeområder for PFAS, to ligger på en halvøy i sjø (vil pumpe sjøvann før grunnvann fra land, dersom de har brønn), og en eiendom med hytte nært BØF 1 var helt tydelig ikke i bruk (bekreftet også fra lufthavnen lokalt).

I 2023 ble det registrert en ny brønn i Granada, ca. 200 m øst for nordre del av rullebanen, og ca. 950 m nordøst for BØF1 [54] (Figur 7-1). Brønnen er oppgitt å være boret i juli 2023, og benyttes som drikkevannskilde (vannforsyning gårdsbruk). Denne brønnen befinner seg oppstrøms lufthavnen og PFAS-kildeområdene som er kartlagt.

Samlet vurderes risiko for spredning av PFAS fra brannøvingfeltene (BØF1 og BØF2), gammel brannstasjon (GBS), utfylt område ved Ørneveien (UOØ) eller lufthavnen for øvrig til privat drikkevannsforsyning som svært lav. Dette tilsier at det er svært begrenset risiko for human helse som følge av inntak av PFAS-forurensset drikkevann i lufthavnens nærområde.



Figur 7-1: Brønner nær lufthavnen registrert i NGUs grunnvannsdatabase Granada [54].

7.1.2.3 Lokale friluftsområder og badeplasser

Områdene langs sjøen utenfor Tromsø lufthavn er i Miljødirektoratets Naturbase registrert som verdifulle friluftsområder (kap.2.8). Odden Langneset på vestsiden av lufthavnen er registrert som et svært viktig friluftsområde som benyttes til turgåing, hundelufting, kiting og nordlystitting. Også Grindneset og Nedre Mortensnes er viktige friluftsområder.

Sjøområdet mellom Langneset og Giæverneset er et svært populært område for kiting, i tillegg til at Langneset og Grindneset benyttes for turgåing og lufting av hunder. Det er ikke kjent at noen områder utenfor lufthavnen benyttes kun som badeplass, men dette kan heller ikke utelukkes. Kiting forventes å medføre noe badeaktivitet. I et utløp på Langneset er det påvist konsentrasjoner av Σ PFAS på 200-250 ng/l (prøvepunkt V3-4b i Figur 4-2). Dette vil fortynnes ved utstrømning til sjøen og innblanding med sjøvann.

Spredningsberegningene i kap. 6 tilsier at det spres omkring 1100 g PFAS fra området ved gammel brannstasjon (GBS) og deice til sjøen hvert år. Basert på konsentrasjoner i grunnvannsbrønner er det i gjennomsnitt ca. 11 000 ng PFAS/l i grunnvannet som strømmer fra GBS mot sjø. Dersom det grovt forventes en fortynning av grunnvann med en faktor 10 akkurat i området hvor grunnvannet når sjøen, vil det forventes at PFAS-konsentrasjonen sør for Langneset og mot Giæverneset er ca. 1100 ng/l i utstrømningssonen for grunnvann. Rett utenfor selve utstrømningssonen vil strøm og tidevannsvariasjoner føre til vesentlig større fortynning av grunnvannet.

Deler av Rottbogen nord for BØF1, er innenfor lufthavnens gjerde. Området er derfor ikke åpent for allmenn ferdsel og vurderes ikke ytterligere her. Vest for BØF1 er det eiendommer med allmenn adgang. Det er en sandstrand i tilknytning til disse eiendommene. Det er ikke kjent om området benyttes til bading, men det kan ikke utelukkes. Utslippsledningen fra BØF1 befinner seg under 100 m øst for denne stranda. Konsentrasjonen av Σ PFAS i oljeutskilleren ved ledningen (OU BØF) er 19 000 ng/l (medianverdi 2020-2023). Dette vil fortynnes i sjø. Dersom det, slik som for GBS, grovt antas en fortynningsfaktor på 10 nærmest utslippsledningen, vil konsentrasjonen i sjøen være 1900 ng/l ved utslippspunktet. Fortynningen vil i praksis være vesentlig større ved strandområdet, både grunnet avstand til utslippsledningen, strøm i sjøen og tidevannsvariasjoner.

Iht. Tabell 7-2 er makskonsentrasjon anbefalt i dusj- og karbadvann 1231 ng Σ PFAS/l for kvinner og 1745 ng Σ PFAS/l for menn, mens det er lavere for nyfødte og 2-åringer. Dette er beregnet med utgangspunkt i at det tas en dusj/et karbad daglig. Konsentrasjonene som er påvist i bekken ved Langneset er lavere enn dette. Konsentrasjonene som er beregnet i sjø basert på spredning fra GBS/deice-området kan overskride den anbefalte makskonsentrasjonen for nyfødte og 2-åringer. Konsentrasjoner som er beregnet i sjø ved BØF1 kan overskride makskonsentrasjonen også for voksne kvinner og menn. Dette gjelder imidlertid kun akkurat i områdene hvor utslippene når sjøen (via bekk/grunnvann eller utslippsledning), og konsentrasjonene av PFAS vil fortynnes ytterligere i kort avstand fra utslippsområdene.

Eksponeringstiden ved bading i sjø vil være vesentlig lavere enn eksponeringstiden ved dusj/karbad, da kiting og bading vil skje sporadisk, og det er svært kaldt i vannet i Troms, også sommerstid. Dersom det legges til grunn at anbefalte makskonsentrasjoner for dusjing/karbad også er representative for bading i sjøen, vil det være begrenset risiko for human helse knyttet til bading/kiting på Langneset eller BØF1.

7.1.2.4 Fritidsfiske og konsum av fisk og skalldyr

Det er ikke registrert fiskeplasser i direkte tilknytning til Tromsø lufthavn i Fiskeridirektoratets kart Akvakultur [34]. Nærmeste registrerte fiskeplass er Hamna/Solneset ca. 1 km nordøst for nordre del av rullebanen. Fiskeplassen er registrert som fiskeplass for sjølaks. I tillegg er det registrert fiskeplass for hyse i Grøtsundet (nordre del av Sandnessundet), ca. 750 m nord for rullebanens nordre ende. Det er registrert fiskeplasser for torsk og hyse og gyteområde for torsk i Nordbotn nord for Håkøya, ca. 3-4 km sørvest for lufthavnen. Av

skjellforekomster er det registrert kuskjell ved Hamna, på vestsiden av nordre del av Tromsøya. Dette er ca. 2 km nordøst for rullebanen i nord. Med bakgrunn i dette må det forventes at området benyttes til fritidsfiske.

Av de prøvetatte artene i sjøen utenfor Tromsø lufthavn er det bare torsk som forventes å benyttes til matkonsum. I muskelprøver fra torsk (2019) ble det påvist PFAS i 13 av 49 prøver. I disse prøvene var konsentrasjonene av PFAS i torskefilet mellom 0,3-6 µg/kg. Dette overskrider makskonsentrasjonene for kvinner og menn som spiser en gjennomsnittlig mengde fisk per uke basert på data fra norske kostholdsundersøkelser (se Tabell 7-1). Den høyeste påviste konsentrasjonen på 6 µg/kg er langt over anbefalt makskonsentrasjon dersom personen spiser 100 g fisk per uke (0,9 µg/kg for kvinner og 1,5 µg/kg for menn). Ser man på gjennomsnitt av PFAS i prøvene er konsentrasjonene 0,1-0,6 µg/kg, som er noe lavere enn anbefalt makskonsentrasjon for kvinner, dersom personen spiser 100 g fisk per uke. Torsk ved referansestasjonen i Straumbukta hadde liknende konsentrasjoner av ΣPFAS.

Tabell 7-3: Høyeste påviste konsentrasjon og gjennomsnitt av PFAS i prøver av torsk fanget i Rottbogen og Giæverneset i 2019 [46].

	PFAS i torskemuskel (µg/kg)	
	Høyeste konsentrasjon	Gjennomsnitt
Rottbogen	5,99	0,6 (n=24)
Giæverneset	0,92	0,1 (n=25)

Prøver viser at konsentrasjonene av PFAS i strandbiota nedenfor GBS og deice-området (Giæverbukta/Giæverneset) er svært høye. Det er sannsynlig at dette er knyttet til spredningen av PFAS fra lokaliteten. Det er imidlertid ikke kjent at området benyttes til plukking av skjell, og risiko for human helse som følge av konsum vurderes derfor å være begrenset.

Det er påvist PFAS i strandbiota og torsk også ved referansestasjonen Straumbukta, på samme nivåer som prøver rundt lufthavnen (med unntak av strandbiota nedenfor GBS (Giæverbukta/Giæverneset)). Dette viser at det finnes flere kilder til tilførsel av PFAS også til andre deler av sjøområdene rundt Tromsø lufthavn.

7.2 Økologisk risiko

Det er gjennom utførte undersøkelser påvist spredning av PFAS fra Tromsø lufthavn til nærliggende resipienter. Dette er dokumentert gjennom høye konsentrasjoner av PFAS i vannprøver fra grunnvann, og utløpsvann fra overvannsystemene som blant annet leder vann fra sist nedlagt (BØF1), gammelt brannøvingsfelt (BØF2) til Rottbogen, i utløpsvann/bekk rett vest for lufthavnen som mottar vann fra blant annet utfylt område ved Ørneveien (UOØ), og i grunnvann som strømmer fra gammel brannstasjon (GBS) til Giæverbukta. Det er videre påvist PFAS i prøver av strandbiota og fisk fra marin resipient.

7.2.1 Akvatisk økosystem

Det har i perioden 2012-2022 vært samlet inn og analysert biotaprøver fra flere prøve- og referansestasjoner i marin resipient, med fokus på vurderinger av spredning av PFAS fra Tromsø lufthavn (Tabell 4-1). For spredning av PFAS fra brannøvingsfeltene (BØF1 og BØF2) og gammel brannstasjon (GBS) anses utførte undersøkelser av strandbiota i hhv. Rottbogen og Giæverbukta/Giæverneset som mest relevante. For utfylt område ved Ørneveien (UOØ) er estimert spredning lavere, og vil i større grad fortynnes og blandes med vann fra andre deler av lufthavnens overvannssystem før utløp til sjø via bekk vest for lufthavnen (prøvepunkt V3-4b i Figur 4-2) (avrenningsforhold er vist Figur 2-8).

Totalt er det analysert 116 prøver av marin biota prøvetatt i 2012, 2013, 2019 og 2021 (Tabell 4-1). Påviste konsentrasjoner av PFOS i matbiota (torskemuskel) er under EQS_{biota} (9,1 µg/kg).

I prøver av strandbiota er det overskridelse av EQS_{biota} i 1 av 13 prøver tatt lengst inn Rottbogen, og i 7 av 13 prøver fra strandsonen ved Giæverbukta/Giæverneset. Det er ikke overskridelse av EQS_{biota} i prøver av strandbiota rett vest for lufthavnen (6 prøver). Det er i en prøve av strandbiota fra Rottbogen (mangebørstemark) og i enkelte prøver av strandbiota fra Giæverneset (børstemark og strandsnegl) også påvist overskridelse av EQS_{sec.pois} (33 µg/kg), som er grenseverdi for beskyttelse av predatorer mot sekundær forgiftning.

Til Rottbogen ledes drengs/og overvann fra BØF1 og BØF2 via utslippsledning til dypt vann. Før 2020 var utslippet fra BØF2 lokalt i Rottbogen, mens i 2020-2021 ble det etablert ny ledning som leder utslippet til dypt vann ca. 600 m fra land [55]. Ved Giæverbukta/Giæverneset foregår spredning av PFAS til sjø diffust til strandsonen via grunnvann. Resultater fra de sist utførte undersøkelsene av PFAS i strandbiota ved Tromsø lufthavn (2021) er vist i Figur 7-1 [56]. Ved sammenligning av konsentrasjoner av PFAS i prøver av strandbiota tatt i Rottbogen, mot prøver tatt ved Giæverbukta/Giæverneset, er det generelt høyest konsentrasjoner av PFAS i prøver fra strandsonen ved Giæverbukta/Giæverneset. Ved sammenligning av prøver av torsk tatt i Rottbogen, mot prøver tatt ved Giæverneset, er det derimot motsatt. Det er både flest prøver med påvist PFAS, høyest gjennomsnitt av PFAS i prøvene, og høyest maksverdi for PFAS i prøvene av torsk fra Rottbogen.

Påviste konsentrasjoner i marin biota tilsier at det foregår opptak og videre spredning i det akvatiske økosystemet i både Rottbogen og Giæverbukta/Giæverneset. Områdene er del av naturområdet Langnes (ID: BM00119765) [30] som i Naturbase er registrert som *svært viktig (A)*, definert som et sammenhengende område av *større bløtbunnsområde i strandsonen*.

Det foreligger ikke tilstrekkelig datagrunnlag for nærmere vurdering av videre opptak og akkumulering av PFAS i den marine næringskjeden i Rottbogen og Giæverbukta/Giæverneset. Imidlertid er påviste konsentrasjoner i strandbiota i hovedsak lavere enn EQS_{biota} for alle prøvetatte områder med unntak av Giæverbukta/Giæverneset, hvilket skulle tilsi at risiko for sekunder forgiftning er moderat til lav.

Resultatene fra gjennomført prøvetaking av torsk lenger ut i Rottbogen og Giæverneset, tilsier at det kan forventes lavere konsentrasjoner av PFAS i fisk jo lenger ut i sjøen man kommer. Grunnlaget for antakelsen er større avstand fra kildene og fortykning av konsentrasjonsnivåer i vannfasen i marin resipient. Det må imidlertid forventes variasjoner i konsentrasjonsnivåer, avhengig av art, type vev, artens livsstrategi og trofisk nivå arten befinner seg i den marine næringskjeden.

7.2.2 Terrestrisk økosystem

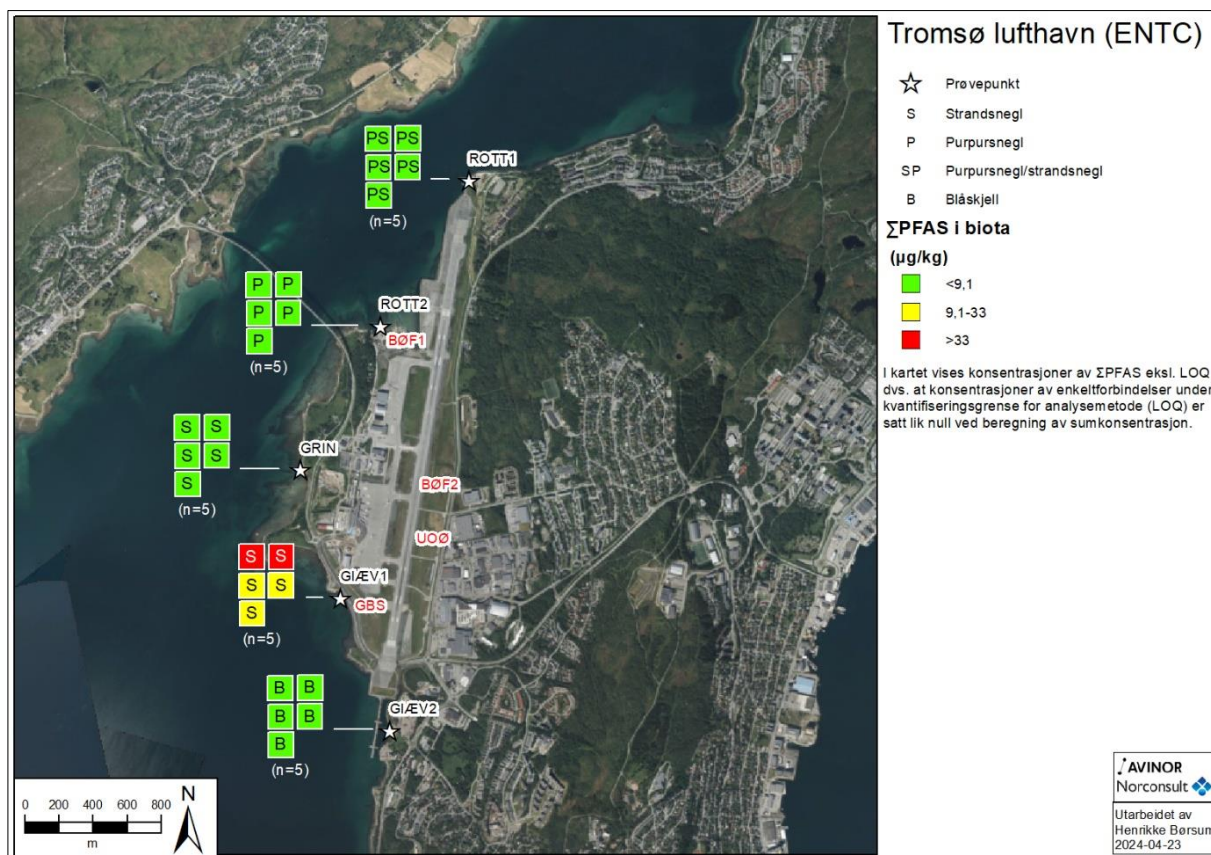
Det er ikke utført undersøkelser av PFAS i terrestrisk biota på Tromsø lufthavn. Store deler av lufthavnens vestlige, nordlige og sørlige del ligger nært sjø eller grenser til sjø. Mot vest er det for en del av lufthavnområdet delvis skogkledde friluftsarealer (Grindneset og Langneset) mellom lufthavnområdet og sjø, men dette er utenfor lufthavngjerdet. Det er også skog mot nordøstlig del av lufthavngjerdet, på andre siden av Ringveien, med et område (Grønnåsen) registrert i Naturbase med en viktig naturtype (naturtypen bjørkeskog med høgstauder). Områder øst for lufthavnen ligger imidlertid oppstrøms grunnvannets strømningsretning og er ellers ikke forventet å være berørt av PFAS-forurensning fra lufthavnen.

Det er ikke forventet betydelig opptak av PFAS i vegetasjon utenfor lufthavnområdet. Spredning via grunnvann fra området ved gammel brannstasjon og deice-området har kort avstand til sjø, og går under E8 som ligger rett utenfor lufthavnens gjerde. Hoveddelen av spredning fra brannøvingsfeltene ledes via drengs/overvannssystemet til utslippsledning i sjø på dypt vann (Rottbogen), og fra UOØ til bekk vest for lufthavnen.

Det er påvist spredning av PFAS fra Tromsø lufthavn til sjø og strandsonen på vestsiden samt nord for lufthavnen (Giæverneset og Rottbøgen). Spredningen av PFAS har videre potensiale for opptak og akkumulering i den terrestriske næringskjeden, ettersom bløtbnnsområdet på Langnes (ID: BM00119765) [30] og Grindeneset har meget stor betydning for fugl. Området er både yngle- og beiteområde for blant annet ærfugl. Områdene rundt Grindneset utgjør store mudderflater på fjære sjø som er svært viktige for vadefugl i hele året, men aller mest i trekkiden i forhold til beiting. Området er meget stort og fungerer sammen med de andre mudderflatene langs strandsonen i området som et nettverk som til sammen har stor betydning for rastende vadefugl [31]. I Artskart ligger det inne mange registreringer av fugl [31]. De fleste vadefuglene som forekommer regelmessig her registreres årlig, og flere arter kan forekomme i store antall. Arter som er registrert er blant annet Polarsnipe, myrsnipe, fjæreplytt, lappspove, brusfugl (VU), sandlo og heilo. Det hekkes også en mindre koloni med fiskemåke (NT) på Langnes.

Dette tilsier at det er risiko for opptak og spredning av PFAS via fugl som benytter området, og på bakgrunn av spredningsvurderingene kan man derfor forvente at det pågår kontinuerlig opptak i den terrestriske næringskjeden via vannfugl. Man kan videre anta spredning til høyere trofisk nivå i rovfugl. Dette vil da også gjelde for fugl og andre organismer som lever i tilknytning til strandsonen i Rottbøgen og Giæverneset. Imidlertid er påviste konsentrasjoner i strandbiota i hovedsak lavere enn EQS_{biota} for alle prøvetatte områder med unntak av Giæverbukta/Giæverneset, hvilket skulle tilsi at risiko for sekunder forgiftning er moderat til lav.

For marine og terrestriske naturverdier i noe lenger avstand fra lufthavnen (kap. 2.6) forventes det ikke tilsvarende påvirkning.



Figur 7-2: Resultater fra de sist utførte undersøkelsene av PFAS i strandbiota ved Tromsø lufthavn (2021) [56].

8 Referanser

- [1] Miljødirektoratet, «Pålegg om undersøkelser av PFAS-forurensset grunn - Avinor,» 2020a.
- [2] Miljødirektoratet, «Vurdering av PFAS-forurensningen ved Avinors flyplasser samt videre oppfølging,» 2020b.
- [3] Norconsult, «Rapportering for del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg: "Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner" - Rapportnr.: 5185352-Miljø-03-J02,» Avinor, 2019a.
- [4] Norconsult, «Rapportering for del 3 av Miljødirektoratets pålegg: "Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner" - 5185352-Miljø-02-J01,» 2019b.
- [5] Miljødirektoratet, «Pålegg om å utarbeide tiltaksplan for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved Tromsø Lufthavn. Ref. nr. 2021/1846,» 2021.
- [6] Miljødirektoratet, «Omgjøring av vedtak - utsatt frist for tiltaksplan for Tromsø lufthavn, ref. nr. 2021/1846,» 2023.
- [7] Miljødirektoratet, «Pålegg om å utarbeide tiltaksplaner for opprydding i PFAS-forurensset grunn ved Stavanger, Alta, Haugesund, Kristiansund og Kirkenes lufthavn,» Pålegg datert 16.09.2022, 2022.
- [8] Norconsult, «Tiltaksplan for PFAS-forurensset grunn, Tromsø lufthavn Langnes, del 2: Kostnadsberegninger og foreslåtte tiltak. Rapportnummer: 5205614-RIM09-ENTC,» 2024.
- [9] Miljødirektoratet, «Perfluorerte stoffer (PFOS, PFOA og andre PFAS-er),» 2020. [Internett]. Available: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/perfluorerte-stoffer-pfos-pfoa-og-andre-pfas-er/>.
- [10] Folkehelseinstituttet, «Fakta om PFAS,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/ml/miljo/miljogifter/fakta/fakta-om-pfos-og-pfoa/>.
- [11] EFSA, «Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food,» EFSA, 2020.
- [12] Folkehelseinstituttet, «Forvaltningsstøtte til Mattilsynet og Miljødirektoratet - Vurdering av PFAS,» 2020.
- [13] Mattilsynet, «PFAS i drikkevann,» 24 03 2021. [Internett]. Available: https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/drikkevann/beredskap_for_drikkevann/pfas_i_drikkevann.42576. [Funnet 27 10 2021].
- [14] Mattilsynet, «Mattilsynet advarer mot å spise fisk og drikke vann fra ferskvann nær flyplasser,» 02 12 2020. [Internett]. Available: <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/mattilsynet-advarer-mot-a-spise-fisk-og-drikke-vann-fra-ferskvann-naer-flyplasser?publisherId=10773547&releaseId=17896845>. [Funnet 02 16 2021].

- [15] European Commission, «Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council - Directive 2000/60/EC, Directive 2006/118/EC and Directive 2008/105/EC,» 2022.
- [16] Miljødirektoratet, «Helsebaserte tilstandsklasser for forurensset grunn - TA-2553/2009,» Miljødirektoratet, 2009.
- [17] Miljødirektoratet, *Forslag til nye normverdier og tilstandsklasser for forurensset grunn*, Høringsnummer 2022/12201, 2022.
- [18] NFFA, «Vedlegg 2 (versjon 1 - 24.4.2017) i NFFA veileder "Hva gjør farlig avfall"».
- [19] Miljødirektoratet, «Pålegg om samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner,» Miljødirektoratet, 2018.
- [20] Direktorsgruppen vanndirektivet, «Veileder 02:2018, Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjø og elver,» Direktorsgruppen for gjennomføring av vannforskriften, 2018.
- [21] NIBIO, «Metodeutvikling for bruk av biota i risikovurdering av PFAS forurensede lokaliteter,» i *PFAS-forurensning i grunnen - Oppsummering fra workshop 26.11.15*, 2015.
- [22] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» NGU, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 21. april 2023].
- [23] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» NGU, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 22. januar 2024].
- [24] Sweco og Norconsult, «Tromsø lufthavn Langnes - Undersøkelser av jord, vann og biota med risikovurdering, rap. nr. 168186-18-J8,» 2016.
- [25] Sweco og Cowi, «Miljøprosjektet - DP2, Miljøtekniske grunnundersøkelser ved Avinors lufthavner - Tromsø lufthavn - Rapport nr 168180-340-1,» Avinor, 2012.
- [26] Miljødirektoratet, «Grunnforurensning,» [Internett]. Available: <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>. [Funnet 21. april 2023].
- [27] Finn, «Finn Kart,» Finn.no, [Internett]. Available: <https://kart.finn.no/>. [Funnet 14. desember 2023].
- [28] Rambøll, «Tromsø lufthavn - Utvidelse, Tiltaksplan for fourenset grunn, rev. 2.12.20,» 2020.
- [29] Vann-nett, «Vann-nett Portal,» [Internett]. Available: <https://www.vann-nett.no/portal/#!/mainmap>. [Funnet 24. januar 2024].
- [30] Miljødirektoratet, «Naturbase kart».
- [31] Artsdatabanken, «Artskart,» [Internett]. Available: <https://www.artsdatabanken.no/kart>. [Funnet 2021].
- [32] Lovdata, «Forskrift om fredning av Grindøysundet naturreservat, Tromsø kommune, Troms,» Lovdata, 1995.

- [33] Niva, «Nasjonal kartlegging av biologisk mangfold - kyst. Diskusjon og forslag til revidering av kriterier for verdisetting av marine naturtyper og nøkkelområder,» 2012.
- [34] Fiskeridirektoratet, «Akvakultur,» [Internett]. Available: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur>. [Funnet 26. januar 2024].
- [35] C. Wegener, B. Oddane og O. Larsen, «Kommunedelplan Tromsø: Ny Tverrforbindelse og ny forbindelse til Kvaløya. Kartlegging og verdisetting av naturmangfold. Ecofact rapport 403, 52 s.,» 2014.
- [36] Riksantikvaren, «Kulturminnesøk,» [Internett]. Available: <https://www.kulturminnesok.no/>. [Funnet 8. januar 2024].
- [37] Miljødirektoratet, «Veiledning om risikovurdering av forurensset grunn,» Miljødirektoratet, 1999.
- [38] Sweco og Cowi, «Miljøprosjektet - DP2, Miljøtekniske grunnundersøkelser ved Avinors lufthavner - Rapport nr 168180-1,» Avinor, 2012.
- [39] Norconsult, «Tromsø lufthavn Langnes. Ny avisningsplattform. Miljøundersøkelser i sjø,» Avinor, 2024.
- [40] Norconsult, «Tromsø Lufthavn Langnes. Ny avisningsplattform. Tiltaksplan for forurensset grunn - etablering av ny avisningsplattform og flyoppstillingsplasser.,» Avinor, 2023.
- [41] Norconsult, «Tromsø Lufthavn Langnes. Avisningsplattform - Forberedende arbeider. Miljøteknisk rapport og tiltaksplan,» Avinor, 2022.
- [42] Norconsult, «Tromsø lufthavn, Langnes. Ny avisningsplattform. Forurensningssituasjonen i omdisponeringsområder.,» Avinor, 2022.
- [43] Avinor, «Ytre miljø - miljøforvaltning - vann og grunn - miljøovervåkningsprogram - Tromsø lufthavn,» 2017.
- [44] Miljødirektoratet, «Pålegg om undersøkelser av PFAS-forurensset grunn - Avinor,» 2020.
- [45] Norconsult, Supplerende undersøkelser av PFAS-forurensning i vann (OV-system) og biota, rapport nr. 5205614-RIM-06-ENTC, 2024.
- [46] COWI, «PFAS i konsumfisk ved Tromsø lufthavn ENTC, rapportnummer A125267- 01,» 2020.
- [47] Norconsult, «Supplerende undersøkelser av PFAS-forurensning i jord og vann, Tromsø lufthavn, sist nedlagte brannøvingsfelt (BØF1). Rapport nummer: 5205614-RIM03-ENTC-1,» 2024.
- [48] Norconsult, «Supplerende undersøkelser av PFAS-forurensning i jord og vann, Tromsø lufthavn, gammelt brannøvingsfelt (BØF2). Rapportnummer: 5205614-RIM05-ENTC,» 2024.
- [49] Norconsult, «Supplerende undersøkelser av PFAS-foruresning i jord og vann, Tromsø lufthavn, utfyllt område ved Ørneveien (UOØ). Rapportnummer: 5205614-RIM07-ENTC,» 2024.

- [50] Norconsult, «Supplerende undersøkelser av PFAS-forurensning i jord og vann, Tromsø lufthavn. gammel brannstasjon og deice-plattform. Rapportnummer: 5205614-RIM04-ENTC-GBS,» 2014.
- [51] Folkehelseinstituttet (FHI), «Svar på henvendelse om vurdering av PFOS i vann til bading/dusjing,» Brev fra FHI til Bergen kommune datert 14. januar 2021, 2021.
- [52] Norconsult, «Tiltaksplan for midlertidig tiltak ved gammel brannstasjon. Rapportnummer: 52307561-RIM01-E04,» 2023.
- [53] Miljødirektoratet, «Delegering av myndighet for forurensset grunn ved terrenginngrep for etablering av midlertidig flyoppstillingsplass på Tromsø lufthavn i Tromsø kommune i Troms og Finnmark fylke, saksnummer 2021/1846,» 2024.
- [54] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/. [Funnet 22. januar 2024].
- [55] COWI, «Tiltaksplan sediment Tromsø lufthavn ENTC, forlengelse av overvanns-/utslippsledning Rotbogen,» 2020.
- [56] Norconsult, Supplerende undersøkelser av PFAS-forurensning i vann (OV-system) og biota, rapport nr. 5205614-RIM-06-ENTC, 2024.