

Oppdragsgiver
Avinor AS

Rapporttype
Tiltaksplan

2021-04-26

NARVIK LUFTHAVN, FRAMNES

VURDERING AV MENGDER PFAS I

GRUNNEN OG TILTAK



Foto: Rambøll v/ John Fraser Alston, 13.10.2020

SAMMENDRAG

Narvik lufthavn Framnes ble nedlagt i 2017. Avinor har fått gjennomført miljøtekniske grunnundersøkelser for å kartlegge forurensning i grunnen fra aktiviteter som har foregått ved lufthavnen.

Basert på opplysninger fra lokale representanter fra tiden med drift på lufthavnen, observasjoner i felt, samt vurderinger av foreliggende analyseresultater, er det grunn til å tro at det finnes fire delområder der massene har et innhold av PFAS over 100 µg/kg ved lufthavnen. Miljøtekniske grunnundersøkelser utført i 2017, 2018 og 2020 har avgrenset de fire delområdene, der det er vurdert at det samlet ligger ca. 6,1 kg PFAS i grunnen.

I 2020 ble det utført en miljørisikovurdering av lufthavnsområdet for å identifisere områder med høye PFAS-konsentrasjoner i grunnen og spredning av PFAS via vann til resipient (Ofotfjorden). Det ble konkludert med at et avgrenset område ved en sanert dieseltank, flere delområder foran flyhangaren og det gamle brannøvingsfeltet hadde masser med forhøyede konsentrasjoner av PFAS (over 100 µg/kg) som kan fjernes ved et gravetiltak. Området foran fyllingsfoten i nord vurderes å være utilstrekkelig kartlagt og det burde påregnes flere undersøkelser før det kan anbefales tiltak.

Oppdragsnr.: 1350021368-006
 Oppdragsnavn: Narvik lufthavn Framnes
 Dokument nr.: 006
 Filnavn: M-Rap-006-rev.01-Vurdering mengde PFAS og tiltak, Narvik lufthavn Framnes.docx

Revisjon	00	01
Dato	2021-02-17	2021-04-26
Utarbeidet av	Tony H. Johansen, Anja Næss	Tony H. Johansen
Kontrollert av	Liv Marit Honne	Liv Marit Honne
Godkjent av	Liv Marit Honne	Liv Marit Honne
Beskrivelse	Vurdering av mengde PFAS i grunnen ved Narvik lufthavn Framnes og forslag til ulike tiltak som kan gjennomføres for å forbedre dagens situasjon	

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
01	2021-04-26	Beregning av total mengde PFAS ved dieseltanken, brannøvingsfeltet og fyllingsfoten. Revisjon av kostnader knyttet til opprydningsarbeid og tiltakseffektivitet.

Rambøll
 Kobbegate 2
 P.b. 9420 Torgarden
 NO-7042 TRONDHEIM
 T +47 73 84 10 00
 www.ramboll.no

INNHold

1.	INNLEDNING	5
2.	FORURENSEDE OMRÅDER	6
2.1	Flyhangar	7
2.1.1	Flyhangar – beregnet mengde PFAS i hotspot-områder	7
2.1.2	Øvrige arealer foran flyhangaren	9
2.2	Dieseltank	12
2.2.1	Dieseltank – beregnet mengde PFAS i hotspot-område	12
2.2.2	Øvrige arealer ved dieseltank	14
2.3	Brannøvingsfelt	15
2.3.1	Brannøvingsfelt – beregnet mengde PFAS i hotspot-område	15
2.3.2	Øvrige arealer på brannøvingsfeltet	17
2.4	Ved fyllingsfoten	19
2.4.1	Fyllingsfot – beregnet mengde PFAS i hotspot-område	19
2.4.2	Øvrige arealer ved fyllingsfot	21
2.5	Oppsummering	23
3.	TILTAKSVURDERINGER	24
3.1	Kostnad for fjerning av masser	24
3.2	Tiltakseffektivitet	25
3.3	Tiltaksanbefalinger	26
3.3.1	Flyhangar	26
3.3.2	Dieseltank	26
3.3.3	Brannøvingsfelt	27
3.3.4	Fyllingsfot	27
3.4	Alternative tiltak	28
4.	KONKLUSJON	29
5.	REFERANSER	29

1. INNLEDNING

Narvik lufthavn Framnes ble nedlagt i 2017. Avinor har fått gjennomført miljøtekniske grunnundersøkelser for å kartlegge forurensning i grunnen fra aktiviteter som har foregått ved lufthavnen.

Rambøll er engasjert til å gjennomføre undersøkelsene. Det ble bl.a. utført sjaktegraving med uttak av jordprøver i 2017 og 2018, samt supplerende og avgrensende prøvetaking i 2020.

Denne rapporten omhandler funn av PFAS-forurensede masser på lufthavnen. Hensikten er å vurdere hvor store mengder masse som er forurensset i nivåer over 100 µg PFAS/kg kontra nivåer under 100 µg PFAS/kg, hvor mye en opprydning kan koste og om opprydning vurderes som effektivt mht. kostnad per kg PFAS som fjernes. Alternative tiltak til opprydning ved graving er også vurdert.

PFOS og PFAS-forbindelser

På flyplasser har bruk av brannskum med PFOS og andre PFAS-forbindelser medført forurensning til grunn og vann. Forurensningsforskriften kapittel 2, vedlegg 1, oppgir at normverdi for PFOS i jord er 100 µg/kg. Det finnes ikke normverdier for andre PFAS-forbindelser.

I et pålegg fra Miljødirektoratet til Avinor (2.8.2018) skal jordprøver klassifiseres etter innhold av PFOS i henhold til inndeling som vist i første kolonne i tabell 1. I jordprøver som er tatt på Narvik lufthavn Framnes er samme inndeling benyttet for sum-PFAS-konsentrasjoner. I alle kart og skisser er fargekoder som vist i tabell 1 benyttet for å visualisere forurensningsnivåer, der prøven med høyest konsentrasjon i prøvepunktet er lagt til grunn.

I denne rapporten er det utført beregninger for å estimere mengde PFAS en kan forvente i grunnen ved definerte delområder på lufthavnen. Disse beregningene ivaretar ulike hotspot-områder der det er påvist masser med innhold av PFAS >100 µg/kg. I tillegg er det utført beregninger av mengde PFAS i grunnen på arealer rundt disse hotspot-områdene. Hensikten med de sistnevnte beregningene har vært å dokumentere forskjell i tiltakseffektivitet og kostnader tilknyttet fjerning av PFAS-holdige masser basert på en tiltaksgrense lik 100 µg PFAS/kg.

Tabell 1. Klassifisering av PFOS og sum-PFAS [1].

PFOS [µg/kg]	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]
LOQ=0,1	LOQ=3,8
0-3	0-3
3-30	3-30
30-150	30-150
150-500	150-500
500-1000	500-1000
1000-3000	1000-3000
>3000	>3000

2. FORURENSEDE OMRÅDER

Basert på opplysninger fra lokale representanter fra tiden med drift på lufthavnen, observasjoner i felt, samt vurderinger av foreliggende analyseresultater, er det grunn til å tro at det finnes fire delområder med PFAS-forurensede masser over 100 µg/kg ved lufthavnen.

Dette er:

- 1) Flyhangaren sør for driftsbygget,
- 2) området rundt dieseltanken nord for driftsbygget,
- 3) brannøvingfeltet som ligger mellom rullebane og skråning mot sjø og
- 4) fyllingsfoten nord for rullebanen

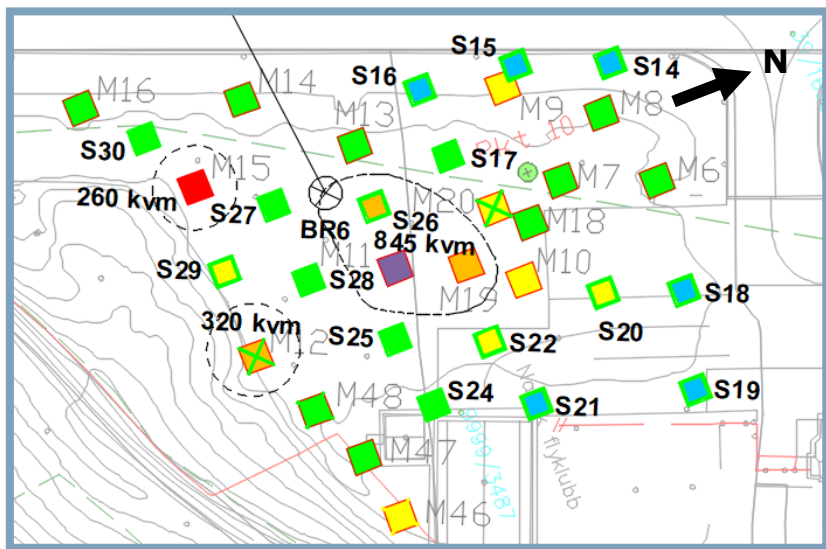
Delområdene er vist i figur 1. Hvert delområde er nærmere beskrevet i kapittel 2.1-2.4.



Figur 1. Narvik lufthavn Framnes. Det er påvist fire delområder med PFAS-konsentrasjoner >100 µg/kg: 1) Flyhangaren, 2) dieseltank, 3) brannøvingfelt og 4) fyllingsfoten. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

2.1 Flyhangar

Dette området ble tidligere brukt bl.a. til testing av brannskum og snødeponi. Det er utført sjaktegraving av Rambøll både i 2017, 2018 (prøvenavnene starter på M) og 2020 (prøvenavnene starter på S), se figur 2. Det er avdekket PFAS-konsentrasjoner >100 µg/kg i enkelte sjakter sentralt og sør på området.



Figur 2. Prøvesjakter ved flyhangaren. Punkter er farget etter høyeste forurensningsnivå i hver sjakt. Massene innenfor de svarte stiplete linjene inneholder >100 µg/kg PFAS. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

2.1.1 Flyhangar – beregnet mengde PFAS i hotspot-områder

Sjaktegraving på området har avdekket hovedsakelig grove fyllmasser og sprengstein, med stedvis innslag av sandige mørkebrune jordmasser, sand og grus (tabell 2). Det er observert noe avfall (trevirke, plast og kabler/ledninger) i noen prøvepunkter. Dybde til antatt fjell varierer fra 1,7 – 2 meter i sjaktene i sør. Sondering (boring) sentralt på området (BR6) viser en dybde til fjell på ca. 8 meter.

Tabell 2. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse ved flyhangaren. Fargekoding er iht. Tabell 1.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
M11	M11-2 (0,2-1m)	1 200	Stein, grus, sand (blandet fyllmasse). Kabel ved ca. 0,2 meters dybde, gravd over/ødelagt
	M11-3 (1-2m)	1 100	Stein, grus, sand (blandet fyllmasse). Kabel ved ca. 0,2 meters dybde, gravd over/ødelagt
M19	M19-1 (0-1 m)	93	Sand, grus og småstein øverste 0,5 m. Grov stein med finstoff innimellom nedover i sjakt. Ingen lukt.
	M19-2 (1-1,7m)	330	Grov stein med finstoff. Ingen lukt
S26	S26-1 (0,1-2,1 m)	220	Mørkebrun/grå sand og grus. Grov grus observert i sjakt
M12	M12-1 (0-0,1 m)	19	Jord/sand med vegetasjon
	M12-2 (0,1-1m)	38	Fyllmasser bestående av sand, grus, stein og innslag av trevirke, plast, kabler/ledninger. Mindre stein enn i andre sjakter. Fra ca. 1,5 meters dybde observeres mer jordholdig masse ned mot antatt fast fjell ved 1,8-2 meters dybde
	M12-3 (1-2m)	390	Fyllmasser bestående av sand, grus, stein og innslag av trevirke, plast, kabler/ledninger. Mindre stein enn i andre sjakter. Fra ca. 1,5 meters dybde observeres mer jordholdig masse ned mot antatt fast fjell ved 1,8-2 meters dybde
M15	M15-1 (0-0,2m)	5,3	Mørkebrun jord og lysbrun sand med vegetasjon
	M15-2 (0,2-1m)	89	Sprengstein med innslag av sand/grus
	M15-3 (1-1,7m)	540	Sprengstein med innslag av sand/grus. Stoppet graving på antatt fast fjell

Analyseresultatene viser at forurensningen ikke direkte kan knyttes til et avgrenset jordlag, og PFAS forurensningen anses derfor å være mer diffust spredt i dette delområdet. I sjakter som er gravd ned til fjell påvises de høyeste konsentrasjonene i de dypeste løsmassene.

Et typisk jordprofil for området vises i figur 3. Massene avgrenses vertikalt ved påtreff av store steinblokker/fjell ca. 1,7-2 meter under terreng. I dybder der det er påtruffet steinblokker som ikke kunne løftes av gravemaskin, forventer man svært liten finstoffandel. Horisontal avgrensning anses som tilstrekkelig etter den supplerende prøvetakingen i juni 2020.



Figur 3. Bilder av sjakt M20, prøvetatt i mai 2017.

Basert på foreliggende undersøkelser, er arealet hvor det sannsynligvis kan ligge masser med PFAS-konsentrasjoner over 100 µg/kg beregnet til 1 426 m². Dybden på masser hvor det er påvist PFAS-konsentrasjoner over 100 µg/kg er 0 – 2,1 meter. Grovt beregnet gir dette 2 398 m³ PFAS-forurensede masser ved flyhangaren. Ved beregning av mengde PFAS i massene er en andel grov stein tatt ut. Den totale mengden PFAS i disse massene er estimert å være ca. 1 kg, se tabell 3.

Tabell 3. Oversikt over mengde PFAS i jordmassene ved flyhangaren med konsentrasjoner >100 µg/kg PFAS.

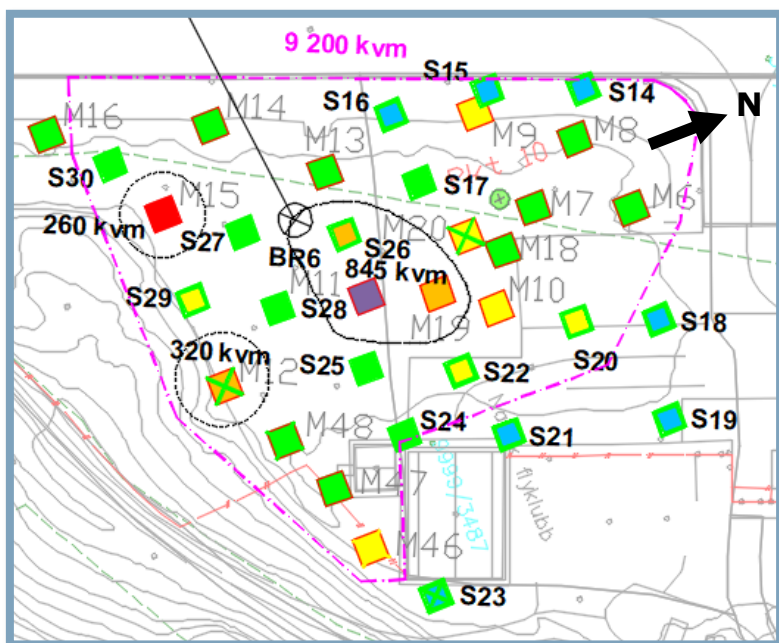
Sjakt	Tørrstoff	Konsentrasjon PFAS	Mektighet	Areal	Volum	Mengde masser*	Andel finstoff**	Total mengde PFAS	Kommentar
Enhet	%	µg/kg TS	m	m ²	m ³	tonn	%	kg	
M11-2	87,2	1 200	1	282	282	508	60	0,32	0-0,2 m fjernes sammen med underliggende masser
M11-3	87,1	1 100	1	282	282	508	60	0,29	
M19-1	78,7	93	1	282	282	508	60	0,02	
M19-2	87,3	330	0,7	282	197,4	355	60	0,06	
S26-1	85,2	220	2,1	282	592	1 066	60	0,12	
M12-3	58	390	1	320	320	576	60	0,08	0-1 m graves opp og legges til side. Kan gjenbrukes/tilbakefylles.
M15-2	89,7	89	1	260	260	468	60	0,02	0-1 m fjernes sammen med underliggende masser
M15-3	91,5	540	0,7	260	182	328	60	0,10	
Totalt				1 426	2 398	4 316		1,01	

* Antatt massetetthet er 1,8, ** Antatt andel finstoff etter utsortering av stein (> 20 mm)

Total mengde PFAS	=	Konsentrasjon PFAS * (Tørrstoff %/100)*(Mengde i tonn*1000 kg/tonn*finstoffandel)/1000000000 (µg til kg)
-------------------	---	--

2.1.2 Øvrige arealer foran flyhangaren

I et forsøk på å beregne total mengde PFAS i massene foran flyhangaren, er øvrige arealer som ikke er dekket i kapittel 2.1.1 også vurdert (masser med innhold av PFAS under $100 \mu\text{g/kg}$). Målet med denne vurderingen er å vise hvorfor det er viktig å fokusere på de identifiserte hotspotene ved hvert område, i motsetning til samtlige masser der det er påvist PFAS-forbindelser. Totalt areal foran flyhangaren er estimert til å være $9\,200 \text{ m}^2$, figur 4, der $1\,426 \text{ m}^2$ av dette arealet er dekket av vurderingene i kapittel 2.1.1.



Figur 4. Prøvesjakter av interesse foran flyhangaren. Punkter er farget etter høyeste forurensningsnivå i hver sjakt. Massene innenfor den rosa stiplede linjen er tatt med i beregningene i dette delkapittelet, der hotspot-områder er trukket fra. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

Tabell 4 og tabell 5 viser de resterende prøvepunktene som ikke er dekket av vurderingene i kapittel 2.1.1, da de inneholder konsentrasjoner av PFAS $<100 \mu\text{g/kg}$. Gjennomsnittskonsentrasjon av PFAS i prøvene og gjennomsnittlig gravedybde er regnet ut og benyttet for å beregne omtrentlig mengde PFAS i de øvrige massene foran flyhangaren.

Tabell 4. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse ved øvrige prøvepunkter ved flyhangaren med innhold av PFAS under 100 µg/kg (tatt i 2017 og 2018). Fargekoding er iht. Tabell 1.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
M6	M6-1 (0-0,05 m)	3,9	Vegetasjon og sand/strøsand
	M6-2 (0,05-0,2m)	6,1	Sand, grus, småstein. Innslag av jord. Et mørkebrunt/svart 4 cm tykt sjikt av jordlignende masser ca. 0,15 m fra overflaten
	M6-3 (0,2-1,25m)	2,5	Sprengstein med innslag av grus, sand og leirige masser. Prøve tatt av finstoff mellom steiner.
M7	M7-1 (0-0,25 m)	5,2	Sand, jord og vegetasjon. Mørk brun, mørkest nedre 5 cm i sjiktet
	M7-2 (0,25-0,55 m)	5	Brungrå sand med enkelte innslag av grus
	M7-3 (0,55-1,75m)	3	Sprengstein med innslag av grus, sand og leirige masser. Prøve tatt av finstoff mellom steiner.
M8	M8-1 (0-0,15 m)	6,1	Mørkebrun jord og sand med vegetasjon
	M8-2 (0,15-0,3m)	2,9	Brun sand og grus, med innslag av stein. Stedvis mye stein
	M8-3 (0,3-1m)	2,2	Grov sprengstein med små innslag av sand/grus/småstein
	M8-4 (1-1,8m)	2	Grov sprengstein med små innslag av sand/grus/småstein
M9	M9-1 (0-0,1m)	2,7	Mørkebrun jord, sand og grus med vegetasjon
	M9-2 (0,1-0,2m)	88	Brun sand/grus med innslag av stein
	M9-3 (0,2-1,1m)	2,1	Sprengstein. Noe innslag av finstoff (antatt 5-10% finstoff). Armeringsjern observert i sjakt. Stoppet graving pga. mye stor stein
M10	M10-1 (0-0,15 m)	5,6	Mørkgrå/svart grus, stein og noe sand. Lukt av hydrokarboner (?) i sjakta
	M10-2 (0,15-1 m)	37	Sand, grus, stein og mye sprengstein. Grove fyllmasser
	M10-3 (1-1,6m)	2,4	Sand, grus, stein og mye sprengstein. Grove fyllmasser
M13	M13-1 (0-0,1 m)	8,4	Jord/sand med vegetasjon
	M13-2 (0,1-1,2 m)	5,7	Sprengstein med innslag av sand og grus. Prøve tatt av finkornig materiale. Stoppet graving på antatt fast fjell.
M14	M14-1 (0-0,1m)	4,8	Jord/sand med vegetasjon
	M14-2 (0,1-1m)	7,4	Fyllmasser bestående av stor sprengstein med innslag av sand/grus og rester av brent treverk. Fra ca. 1 - 1,8 meters dybde er finstoffandelen så liten at prøve ikke var mulig å ta ut.
M17	M17-1 (0-0,1m)	2,5	Jord/sand med vegetasjon
	M17-2 (0,1-1m)	3,1	Brun sand/grus med innslag av stein. Antatt 70-80% sand/grus
	M17-3 (1-1,6m)	2	Brun sand/grus med innslag av stein. Antatt 70-80% sand/grus
M18	M18-1 (0-0,5 m)	11	Avgrensing av sjakt M10 som det luktet i. Grus, sand og strøsand. Varierende lag av brun, grå, lysbrun sand og grus. Lukter meget sterkt av avisingskjemikalier!!
	M18-2 (0,5-0,7m)	8,4	Sand, grus. Stor stein ved ca. 0,7 m dybde. Lukter sterkt av glykol/avisingskjemikalier
M20	M20-1 (0-0,15m)	6,8	Sand, jord og vegetasjon. Mye strøsand.
	M20-2 (0,15-1m)	24	Blandet fyllmasse bestående av sand (lysgrå, rustf, brun), grus, stein og stor sprengstein.
	M20-3 (1-1,6m)	31	Blandet fyllmasse bestående av sand (lysgrå, rustf, brun), grus, stein og stor sprengstein.
M46	M46-1 (0-0,3 m)	4,6	Svart jord, sand, grus
	M46-2 (0,3-1 m)	10	Sand, grus, stein iblandet avfallsfraksjoner/sjøppl (presenning, betong, ståltråd, gjerdenetting, treverk, bildeler, tegl). Økende andel stein
	M46-3 (1-1,8m)	68	Fyllmasser med jord, økende andel stein
M47	M47-1 (0-1 m)	11	Leca-kuler i overflaten, brun sand, grus, stein (antatt 20-30% stor stein) iblandet treverk (sville/bjelke), metalltråd, ledning, metallskrot, tegl
	M47-2 (1-2 m)	6,9	Sand, grus, stein. Stoppet graving pga. stor stein
M48	M48-1 (0-0,5 m)	8,4	Sand, grus, strøsand, trevirke, stein
	M48-2 (0,5-1,5 m)	9,1	Sand, grus, stein. Stoppet graving pga. stor stein (fast fjell?)

Tabell 5. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse ved øvrige prøvepunkter ved flyhangaren med innhold av PFAS under 100 µg/kg (tatt i 2020). Fargekoding er iht. Tabell 1.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
S14	S14-1 (0-0,15 m)	2,4	Lysegrå sand, innslag av organisk rik jord og jernmalm
	S14-2 (0,15-1,5 m)	2,3	Mørkebrun sand og fyllmasse
S15	S15-1 (0,1-1,6 m)	2,9	Lysebrun sand og fyllmasse
S16	S16-2 (0,15-0,6 m)	2,4	Sand, innslag av mulig blågrå granitt. Antatt berg
S17	S17-2 (0,25-2 m)	4	Brun sand og fyllmasse
S20	S20-1 (0,06-0,16 m)	15	Lysegrå grus: bærelag under asfalt
	S20-2 (0,16-1,4 m)	41	Mørkebrun sand, silt og fyllmasse. Betong og metall observert
S22	S22-2 (0,15-2,15 m)	81	Gråbrun sand, silt og fyllmasse (sprengstein). Trevirke, tegl, plast, bildekk og glass observert
S24	S24-1 (0-0,5 m)	2,8	Gråbrun sand, grus, fyllmasse og organisk rik jord
	S24-2 (0,5-2,1 m)	10	Brun sand, silt og fyllmasse (sprengstein). Trevirke, tegl og metall observert
S25	S25-1 (0-1,5 m)	21	Brun sand, silt og fyllmasse (sprengstein)
S27	S27-1 (0-1,7 m)	12	Brun og svart sand, silt, grus og organisk rik jord. Fuktige masser. Noe jernmalm på overflaten
S28	S28-2 (0,2-1,2 m)	24	Brun fyllmasse (sprengstein). Berg påtruffet mot vest
S29	S29-1 (0-0,4 m)	39	Beige sand og innslag av stein
	S29-2 (0,4-2,1 m)	4	Brun sand og jord. Innslag av stein
S30	S30-2 (0,3-1,2 m)	3,5	Brun sand og fyllmasse (sprengstein)

Gjennomsnittlig PFAS-konsentrasjon i de øvrige massene foran flyhangaren er 14,3 µg/kg, som er godt under tiltaksgrense-verdien på 100 µg/kg. Beregnet massemektighet på området basert på sjaktedybdene i tabell 4 og tabell 5 er 1,53 m og er benyttet videre i beregningene. Gjenværende areal foran flyhangaren som ikke er dekket av kapittel 2.1.1 er vurdert å være 7 774 m², som gir et volum på 11 894 m³. Den totale mengden PFAS i disse massene er estimert å være ca. 0,18 kg, som vist i tabell 6. Dette er ~20 % av den estimerte PFAS-mengden innenfor hotspot-områdene foran flyhangaren.

Tabell 6. Oversikt over mengde PFAS i jordmassene ved flyhangaren med konsentrasjoner <100 µg/kg PFAS.

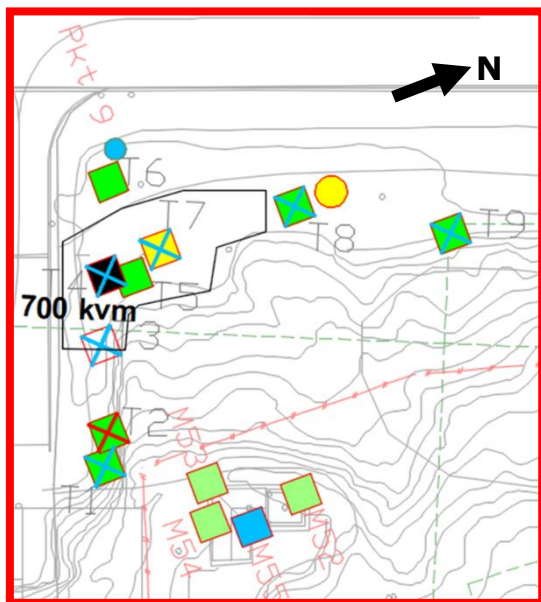
Sjakt	Tørrstoff	Konsentrasjon PFAS	Mektighet	Areal	Volum	Mengde masser*	Andel finstoff**	Total mengde PFAS
Enhet	%	µg/kg TS	m	m ²	m ³	tonn	%	kg
Øvrige jordprøver	100***	14,3****	1,53****	7 774	11 894	21 410	60	0,18

* Antatt massetetthet er 1,8, ** Antatt andel finstoff etter utsortering av stein (> 20 mm), *** Konservativt satt, **** Gjennomsnitt av 51 prøver

Total mengde PFAS	=	Konsentrasjon PFAS * (Tørrstoff %/100)*(Mengde i tonn*1000 kg/tonn*finstoffandel)/1000000000 (µg til kg)
-------------------	---	--

2.2 Dieseltank

Området ved dieseltanken ble også brukt som snødeponi. Tanken er sanert og ble fjernet i 2018 i forbindelse med sanering av flytekniske installasjoner. Rør i grunnen ble tømt og plugget, og dieseltankens fundament ble stående igjen. Foreløpig er forurensede masser (tilstandsklasse 5) under tanken ikke fjernet. Det er utført sjaktegraving av Rambøll i 2017, se figur 5.



Figur 5. Prøvesjakter rundt dieseltanken. Punkter er farget etter høyeste forurensningsnivå i hver sjakt. Massene innenfor den sorte linjen vurderes å inneholde >100 µg/kg PFAS. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

2.2.1 Dieseltank – beregnet mengde PFAS i hotspot-område

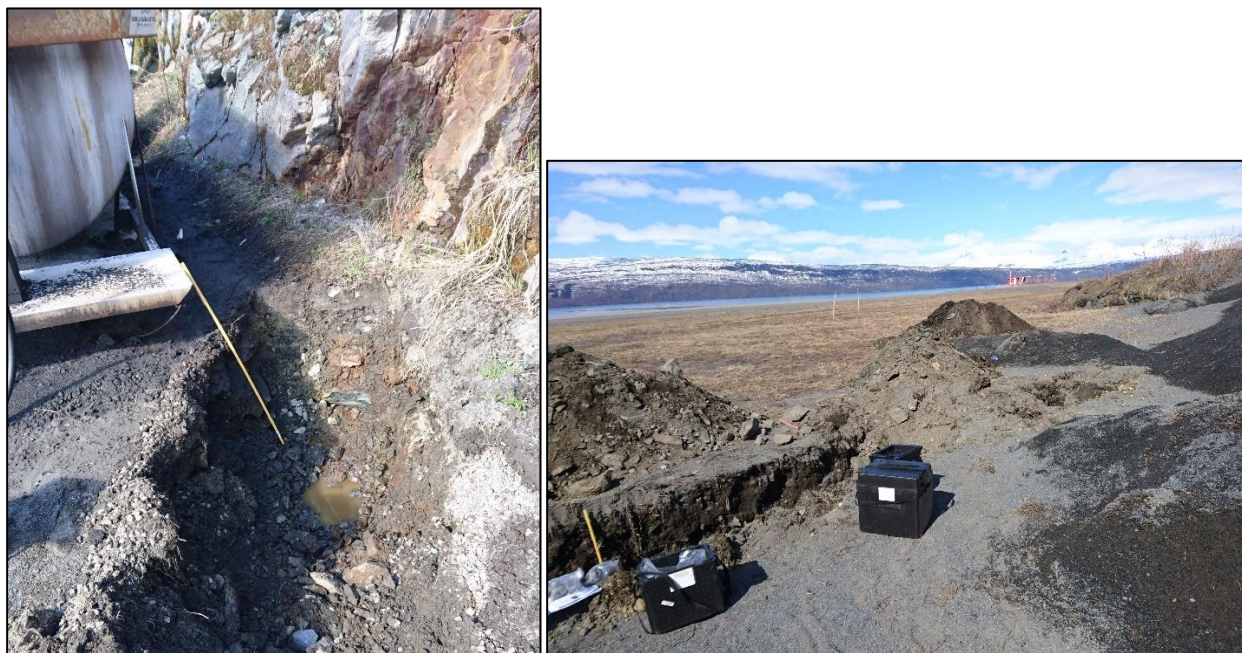
Sjaktegraving på området har avdekket hovedsakelig sand, grus og grove fyllmasser. Det er også observert masser med organisk innhold (tabell 7). Det er observert noe avfall (duk, plast og armeringsjern) i noen prøvepunkter. Dybde til fjell er usikkert i dette området da det ikke ble tilstrekkelig avklart om sjaktbunnen var store steiner eller fjell. Det var stopp i hardt lag (fjell eller stein) ved ca. 0,7 til 1,1 meter.

Det ble observert noe vann i sjaktene. Dette antas å ha sammenheng med snøsmeltingen i denne perioden, ettersom prøvepunktet ligger like nedstrøms snødeponiet.

Tabell 7. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse ved dieseltanken. Fargekoding er iht. Tabell 1.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
T4	T4-1 (0-0,5 m)	270	Sjakt T4 ble gravd som en 4-5 meter lang grøft i N-S-retning. Observert veiduk rundt stor stein midt i sjakta. Prøver er tatt sør for duk/stein. Ikke observert vann i sjakta. Massene består av jord, sand og stein med innslag av plast og armeringsjern
	T4-2 (0,5-1m)	6 600	
	T4-3 (1-1,2 m)	-	Prøve tatt av masser under duk/stein
T7	T7-1 (0-0,5 m)	54	Mørkebrun jord, sand og grus (snødeponi)
	T7-2 (0,5-1 m)	130	Mørkebrun jord, sand og grus. Mer jord (myrjord?) i overgang mot stor stein ved ca. 1 m dybde, spor av gulbrun sand sør i sjakt. Vann i sjakt ved 1 m dybde. Ingen tydelig film på vannet. Ingen lukt.

Analyseresultatene viser at PFAS forurensningen er høyest der det i tillegg var påvist olje (punkt T4). De underliggende massene over fjell/stein inneholder høyere PFAS-konsentrasjoner enn overflatemassene. Et typisk jordprofil for området vises i figur 6. Massene er avgrenset vertikalt ved påtreff av fjell/storstein ca. 0,7-1,1 meter under terreng. Horizontal avgrensning anses som tilstrekkelig.



Figur 6. Bilder av sjakt T2 (venstre) og T4 (høyre), prøvetatt i mai 2017.

Basert på foreliggende undersøkelser, er arealet hvor det sannsynligvis kan ligge masser med PFAS-konsentrasjoner over 100 µg/kg beregnet til 700 m². Dybden på masser hvor det er påvist PFAS-konsentrasjoner over 100 µg/kg er 0 – 1,2 meter (over fjell/stein). Grovt beregnet gir dette 770 m³ PFAS-forurensede masser på området der dieseltanken stod tidligere. Den totale mengden PFAS i disse massene er beregnet til ca. 2,3 kg, se tabell 8.

Tabell 8. Oversikt over mengde PFAS i jordmassene ved dieseltanken med konsentrasjoner >100 µg/kg PFAS.

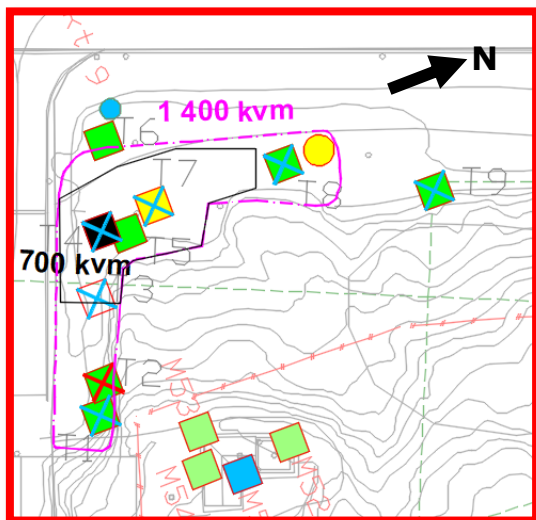
Sjakt	Tørrstoff	Konsentrasjon PFAS	Mektighet	Areal	Volum	Mengde masser*	Andel finstoff**	Total mengde PFAS
Enhet	%	µg/kg TS	m	m ²	m ³	Tonn	%	kg
T4-1	91	270	0,5	350	175	315	90	0,07
T4-2	83,5	6600	0,7	350	245	441	90	2,19
T7-1	87,2	54	0,5	350	175	315	90	0,01
T7-2	72,9	130	0,5	350	175	315	90	0,03
Totalt				700	770	1 386		2,30

* Antatt massetetthet er 1,8, ** Antatt andel finstoff etter utsortering av stein (> 20 mm)

Total mengde PFAS	=	Konsentrasjon PFAS * (Tørrstoff %/100)*(Mengde i tonn*1000 kg/tonn*finstoffandel)/1000000000 (µg til kg)
-------------------	---	--

2.2.2 Øvrige arealer ved dieseltank

I et forsøk på å beregne total mengde PFAS i massene ved dieseltanken, er øvrige arealer som ikke er dekket i kapittel 2.2.1 også vurdert (masser med innhold av PFAS under 100 µg/kg). Totalt areal ved dieseltanken er estimert til å være 1 400 m², figur 7, der 700 m² av dette arealet er dekket av vurderingene i kapittel 2.2.1.



Figur 7. Prøvesjakter av interesse ved dieseltanken. Punkter er farget etter høyeste forurensningsnivå i hver sjakt. Massene innenfor den rosa stiplede linjen er tatt med i beregningene i dette delkapittelet, der hotspot-området er trukket fra. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

Tabell 9 viser de resterende prøvepunktene som ikke er dekket av vurderingene i kapittel 2.2.1, da de inneholder konsentrasjoner av PFAS <100 µg/kg. Gjennomsnittskonsentrasjon av PFAS i prøvene og gjennomsnittlig gravedybde er regnet ut og benyttet for å beregne omtrentlig mengde PFAS i de øvrige massene ved dieseltanken.

Tabell 9. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse ved øvrige prøvepunkter ved dieseltanken med innhold av PFAS under 100 µg/kg. Fargekoding er iht. Tabell 1.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
T1	T1-1 (0,05-0,9 m)	7,2	Asfaltdekke over fyllmasser av sand/grus/stein. Drensrør fra øst som ender i sjakta, ligger på ca. 0,8-0,9 meters dybde. Singel og pukk rundt drensrør og ved endepunkt. Vann står i massene ved ca. 0,9 meters dybde. Ingen synlig oljefilm, ingen lukt i sjakta/av massene
T2	T2-1 (0-0,8 m)	19	Stein og pukk i sjakta, noe finstoff. Sterk lukt av diesel ved tanken, og enda sterkere i sjakta. Vann står i sjakta ved ca. 0,8 meters dybde. Oljefilm og fri fase (brune perler) på overflaten. Ingen drensrør observert i sjakta, men grove steinmasser
T5	T5-1 (0-0,7 m)	30	Sjakt like nord for T4. Antatt fjell eller meget stor stein 0,75 meter under terreng. Det samler seg noe vann på overflaten av fjell/stein. Vann kan komme fra snødeponi like ved. Over fjell/stein består massene av en blanding av lysgul sand og mørkebrun sand/jord, lagvis, men med varierende mektighet. Lite stein i massene.
T6	T6-1 (0-0,2 m)	6,2	Mørkebrun sand og jord
	T6-2 (0,2-0,7 m)	4,5	Gulbrun sand ("kabelsand") med innslag av mørkebrun jord. Rør/ledning på 0,4 m dybde, og tykk kabel på 0,7 m dybde. Fyllmasse med stein nederst i sjakt, og mot sør i sjakt. Stor stein i bunn av sjakt.
T8	T8-1 (0,8-1,1 m)	28	Gravd over drensrør. Singel/pukk ligger som ei "pølse" i kvit duk. Stein eller fjell øst og vest for grøfta (kan den være sprengt ned?). Renner vann i drensmassene. Ligger ca. 0,4 m pukk over duken. Jord, sand, grus og stein/fjell under duken. Prøve er tatt av finstoff rundt/under duk.

Gjennomsnittlig PFAS-konsentrasjon i de øvrige massene ved dieseltanken er 17,9 µg/kg, som er godt under tiltaksgrense-verdien på 100 µg/kg. Beregnet massemettighet på området basert på sjaktedybdene i tabell 9 er 0,68 m og er benyttet videre i beregningene. Gjenværende areal ved dieseltanken som ikke er dekket av kapittel 2.2.1 er vurdert å være 700 m², som gir et volum på 476 m³. Den totale mengden PFAS i disse massene er estimert å være ca. 0,014 kg, som vist i tabell 10. Dette er ~0,6 % av den estimerte PFAS-mengden innenfor hotspot-området ved dieseltanken.

Tabell 10. Oversikt over mengde PFAS i jordmassene ved dieseltanken med konsentrasjoner <100 µg/kg PFAS.

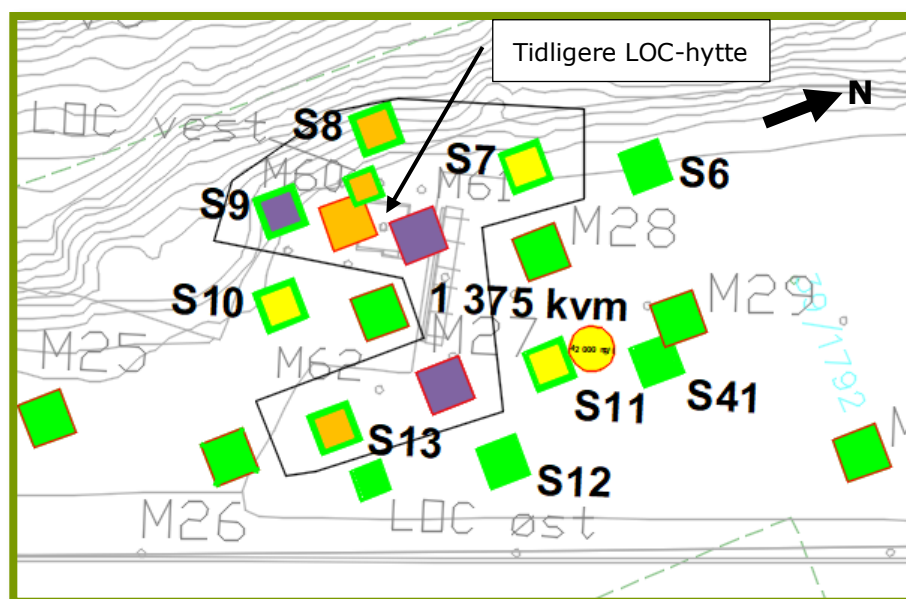
Sjakt	Tørrstoff	Konsentrasjon PFAS	Mektighet	Areal	Volum	Mengde masser*	Andel finstoff**	Total mengde PFAS
Enhet	%	µg/kg TS	m	m ²	m ³	tonn	%	kg
Øvrige sjakter	100***	17,9****	0,68****	700	476	857	90	0,014

* Antatt massemettetthet er 1,8, ** Antatt andel finstoff etter utsortering av stein (> 20 mm), *** Konservativt satt, **** Gjennomsnitt av 6 prøver

Total mengde PFAS	=	Konsentrasjon PFAS * (Tørrstoff %/100)*(Mengde i tonn*1000 kg/tonn*finstoffandel)/1000000000 (µg til kg)
-------------------	---	--

2.3 Brannøvingsfelt

Ifølge personell som jobbet ved lufthavnen, ble brannøvinger utført mot en mindre bergknaus som lå mellom rullebanen og skråningen mot sjøen. Dette området ble senere sprengt ned, avrettet og planert med sand, og LOC-hytte og ulike flytekniske instrumenter ble satt opp. Det er utført sjaktegraving både før og etter at LOC-hytta ble fjernet i 2018 (prøvenavnene starter på M), samt i 2020 (prøvenavnene starter på S), se figur 8.



Figur 8. Prøvesjakter ved brannøvingsfeltet. Punkter er farget etter høyeste forurensningsnivå i hver sjakt. Massene innenfor de svarte linjene inneholder >100 µg/kg PFAS. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

2.3.1 Brannøvingsfelt – beregnet mengde PFAS i hotspot-område

Sjaktegraving på området har avdekket et lag gråbrun/lys sand over mørkebrune/mørke masser og store steiner eller fast fjell (tabell 11). Det antas at de mørke massene representerer original grunn, da det i flere av sjaktene er observert planterester/røtter i dette laget. Dybde til antatt fjell varierer fra 0,4 – 1,8 meter i sjaktene.

Tabell 11. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse på brannøvingsfeltet. Fargekoding er iht. tabell 1.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
M27	M27-1 (0-0,8 m)	56	Lysgrå finsand med innslag av grus og småstein
	M27-2 (0,8-1,8 m)	3 000	Mørkebrun jord, sand, grus og stein. Planterester. Varierende steinstørrelse, og mest stein i overgangen lys sand til mørk jord v/0,8 m. Lite stein nederst i sjakt.
M60	M60-1 (0-0,3 m)	15	Lyse masser av sand. Hardt sjikt ved 0,3-0,6m, men ikke helt definert rundt hele sjakta. Ingen lukt i sjakta.
	0,3-0,6 m		Harde leirmasser, ikke prøvetatt
	M60-2 (0,6-1,3 m)	320	Mørkere masser av grus og sand. Graving avsluttet pga. fjell/ stor stein.
M61	M61-1 (0-0,6 m)	190	Lyse masser av sand. Hardt sjikt ved 0,3-0,6m, men ikke helt definert rundt hele sjakta. Ingen lukt.
	M61-2 (0,6-1,3 m)	2 100	Mørke sandmasser. Mulig med noe organisk innhold. Ingen lukt. Graving avsluttet pga. fjell/ stor stein.
S7	S7-1 (0-2 m)	3,5	Lysebrun/beige sand
	S7-2 (2-2,75 m)	120	Mørkebrun sand, noe stein
S8	S8-1 (0-1 m)	46	Lysebrun/beige sand, noe stein
	S8-2 (1-3 m)	500	Mørkebrun sand, noe stein, avkappet kabel v/ 1,5 m og flatklemt oljefat uten lukt
S9	S9-1 (0-2 m)	1 300	Mørkebrun sand og silt
S13	S13-1 (0-0,6 m)	5,9	Lysebrun/beige sand, grus på toppen (subbus)
	S13-2 (0,6-2,4 m)	490	Mørkebrun sand, noe grus og avfall i form av metall, glass og beinrester
LOC vest	LOC vest 1 (0-0,2m)	160	Lysebrun/beige sand, mulig omrørt
	LOC vest 2 (0,2-0,5m)	130	Mørkebrun sand

Analyseresultatene viser at de lyse sandmassene på området hovedsakelig er rene eller inneholder lave konsentrasjoner av PFAS. De underliggende massene, som sannsynligvis er massene som lå på brannøvingsfeltet da dette var i bruk, inneholder betydelige konsentrasjoner av PFAS. Mektigheten av disse massene varierer fra 0,7-1 meter. Et typisk jordprofil for området er vist i figur 9. Massene med de høyeste konsentrasjonene ligger på fjell, som dermed avgrenser massene i vertikal retning. Avgrensing i horisontal retning anses som tilstrekkelig etter den supplerende prøvetakingen i 2020.



Figur 9. Bilde av sjakt M27 (venstre) og M28 (høyre), prøvetatt i mai 2017.

Basert på foreliggende undersøkelser, er arealet hvor det sannsynligvis kan ligge masser med PFAS-konsentrasjoner over 100 µg/kg beregnet til 1 375 m². Gjennomsnittlig mektighet på masser hvor det er påvist PFAS-konsentrasjoner over 100 µg/kg er 1,2 meter. Grovt beregnet gir dette 1 788 m³ PFAS-forurensede masser på brannøvingsfeltet.

Den totale mengden PFAS i massene på brannøvingsfeltet er beregnet til ca. 2,7 kg, tabell 12.

Tabell 12. Oversikt over mengde PFAS i jordmassene på brannøvingsfeltet med konsentrasjoner >100 µg/kg PFAS.

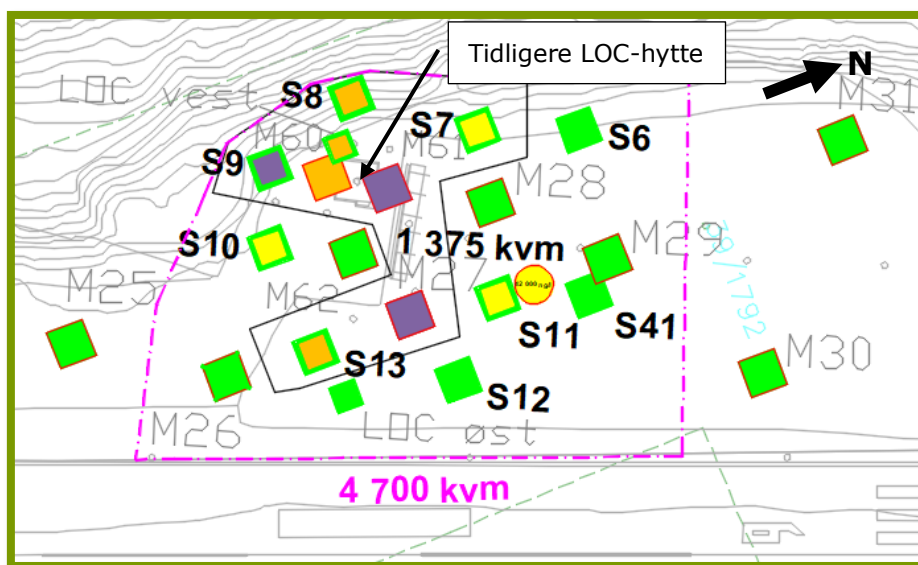
Sjakt	Tørrstoff	Konsentrasjon PFAS	Mektighet	Areal	Volum	Mengde masser*	Andel finstoff**	Total mengde PFAS	Kommentar
Enhet	%	µg/kg TS	m	m ²	m ³	tonn	%	kg	
M60-2	94,7	320	0,7	144	101	181	90	0,05	0-0,6 m graves opp og legges til side. Gjenbruk M60-1 ok. 0,6-1,3 m fjernes.
M61-1	94,8	190	0,6	308	185	333	90	0,05	
M61-2	87	2100	0,7	308	216	388	90	0,64	
M27-2	73,7	3000	1	300	300	540	90	1,07	0-0,8 m graves opp og legges til side. Gjenbruk M27-1 ok. 0,8-1,8 m fjernes.
S7-2	86,6	120	0,75	177	133	239	90	0,02	0-2 meter graves opp og legges til side. Gjenbruk S7-1 ok. 2-2,75 m fjernes.
S8-2	85,7	500	2	146	292	526	90	0,20	0-1 m graves opp og legges til side. Gjenbruk S8-1 ok. 1-3 m fjernes.
S9-1	89,2	1300	2	112	224	403	90	0,42	
S13-2	89,7	490	1,8	188	338	609	90	0,24	0-0,6 m graves opp og legges til side. Gjenbruk M13-1 ok. 0,6-2,4 m fjernes.
Totalt				1 375	1 788	3 219		2,70	

* Antatt massetetthet er 1,8, ** Antatt andel finstoff etter utsortering av stein (> 20 mm)

Total mengde PFAS	=	Konsentrasjon PFAS * (Tørrstoff %/100) * (Mengde i tonn * 1000 kg/tonn * finstoffandel) / 1000000000 (µg til kg)
-------------------	---	--

2.3.2 Øvrige arealer på brannøvingsfeltet

I et forsøk på å beregne total mengde PFAS i massene på brannøvingsfeltet, er øvrige arealer som ikke er dekket i kapittel 2.3.1 også vurdert (masser med innhold av PFAS under 100 µg/kg). Totalt areal av brannøvingsfeltet er estimert til å være 4 700 m², figur 10, der 1 375 m² av dette arealet er dekket av vurderingene i kapittel 2.3.1.



Figur 10. Prøvesjakter av interesse på brannøvingsfeltet. Punkter er farget etter høyeste forurensningsnivå i hver sjakt. Massene innenfor den rosa stiplete linjen er tatt med i beregningene i dette delkapittelet, der hotspot-området er trukket fra. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

Tabell 13 viser de resterende prøvepunktene som ikke er dekket av vurderingene i kapittel 2.3.1, da de inneholder konsentrasjoner av PFAS <100 µg/kg. Gjennomsnittskonsentrasjon av PFAS i prøvene og gjennomsnittlig gravedybde er regnet ut og benyttet for å beregne omtrentlig mengde PFAS i de øvrige massene på brannøvingsfeltet.

Tabell 13. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse ved øvrige prøvepunkter på brannøvingsfeltet med innhold av PFAS under 100 µg/kg. Fargekoding er iht. Tabell 1.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
M26	M26-1 (0-0,2 m)	2	Mørkebrun jord og sand med vegetasjon
	M26-2 (0,2-1 m)	5,2	Blandet sand, grus og stein. Økende andel stein i dybden. 2 stk kabler gravd over. Gulbrun "kabelsand" rundt kabler
	M26-3 (1-1,5 m)		Blandet sand, grus og stein. Økende andel stein i dybden. 2 stk kabler gravd over. Gulbrun "kabelsand" rundt kabler
M28	M28-1 (0-0,7 m)	4,2	Lys gråbrun sand med innslag av grus og småstein.
	Ikke prøve fra 0,7-1,1 m		Svart skifrig løs stein. Små innslag av jord. Antatt over 90% stein. Antatt fjell fra 0,5 m-1,1 m i sjaktebunn
M29	M29-1 (0-0,7 m)	3,9	Lys gråbrun sand med innslag av grus og småstein. Antatt <5% grus/stein. Wire observert i sjakta
	M29-2 (0,7-1 m)	4,6	Mørk brun fast jord, sand, grus og stein over antatt fast fjell v/ 1 m dybde
M62	M62 (0-0,4 m)	9	Grå grus/stein. Gravd til fjell/ stor stein.
S6	S6-1 (0-0,8 m)	2,1	Lysebrun/beige sand
	S6-2 (0,8-1,8 m)	5,2	Mørkebrun sand, en del større steiner i sjakt
S10	S10-1 (0-1,2 m)	40	Lysebrun/beige sand, stedvis siltholdig sand og stein
S11	S11-1 (0-1,3 m)	4,2	Lysebrun/beige sand
	S11-2 (1,3-2,5 m)	32	Mørkebrun sand
S12	S12-1 (0-0,8 m)	2	Lysebrun/beige sand
	S12-2 (0,8 m)	18	Mørkebrun sand
S41	S41-1 (0-0,9 m)	2,1	Lysebrun/beige sand
	S41-2 (0,9-1,2 m)	4,1	Mørkebrun/grå sand med stein. Antatt fast fjell v/ 1,2 m dybde
M27	M27-1 (0-0,8 m)	56	Lysgrå finsand med innslag av grus og småstein
M60	M60-1 (0-0,3 m)	15	Lyse masser av sand. Hardt sjikt ved 0,3-0,6m, men ikke helt definert rundt hele sjakta. Ingen lukt i sjakta.
S7	S7-1 (0-2 m)	3,5	Lysebrun/beige sand
S8	S8-1 (0-1 m)	46	Lysebrun/beige sand, noe stein
S13	S13-1 (0-0,6 m)	5,9	Lysebrun/beige sand, grus på toppen (subbus)

Gjennomsnittlig PFAS-konsentrasjon i de øvrige massene på brannøvingsfeltet er 15,9 µg/kg, som er godt under tiltaksgrense-verdien på 100 µg/kg. Beregnet massemettighet på området basert på sjaktedybdene i tabell 13 er 1,13 m og er benyttet videre i beregningene. Gjenværende areal av brannøvingsfeltet som ikke er dekket av kapittel 2.3.1 er vurdert å være 3 325 m², som gir et volum på 3 757 m³. Den totale mengden PFAS i disse massene er estimert å være ca. 0,1 kg, som vist i tabell 14. Dette er ~3,6 % av den estimerte PFAS-mengden innenfor hotspot-området på brannøvingsfeltet.

Tabell 14. Oversikt over mengde PFAS i jordmassene på brannøvingsfeltet med konsentrasjoner <100 µg/kg PFAS.

Sjakt	Tørrstoff	Konsentrasjon PFAS	Mektighet	Areal	Volum	Mengde masser*	Andel finstoff**	Total mengde PFAS
Enhet	%	µg/kg TS	m	m ²	m ³	tonn	%	kg
Øvrige sjakter	100***	15,9****	1,13****	3 325	3 757	6 763	90	0,097

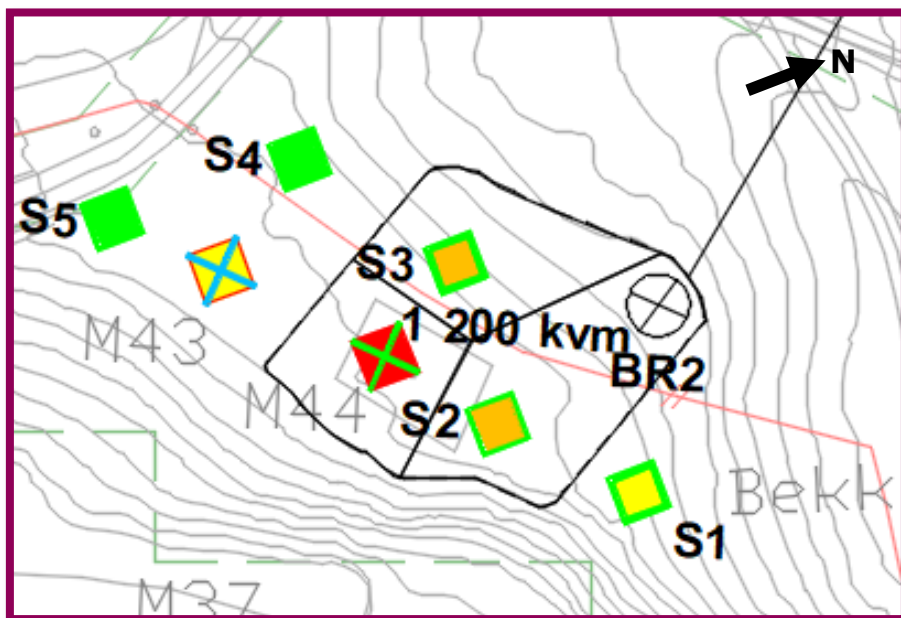
* Antatt massetetthet er 1,8, ** Antatt andel finstoff etter utsortering av stein (> 20 mm), *** Konservativt satt, ****Gjennomsnitt av 20 prøver

Total mengde PFAS	=	Konsentrasjon PFAS * (Tørrstoff %/100)*(Mengde i tonn*1000 kg/tonn*finstoffandel)/1000000000 (µg til kg)
-------------------	---	--

2.4 Ved fyllingsfoten

Ifølge personell som jobbet ved lufthavnen har skumkanoner og slukkeutstyr blitt testet på arealet ved foten av fyllingen i nord. På dette arealet har det også foregått lagring av avfall og utstyr, og det har foregått brenning av avfall (trevirke, plast, m.m.). Det har ikke vært organisert brannøvelser/slukkeøvelser her, kun tester av slukkeutstyr, bl.a. til å slukke påtent avfall.

Det er utført prøvetaking i to sjakter ved foten av fyllingen i 2017 (prøvenavnene starter på M), samt fem sjakter i 2020 (prøvenavnene starter på S), se figur 11.



Figur 11. Prøvesjakter ved fyllingsfoten. Punkter er farget etter høyeste forurensningsnivå i hver sjakt. Massene innenfor de svarte linjene inneholder >100 µg/kg PFAS. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

2.4.1 Fyllingsfot – beregnet mengde PFAS i hotspot-område

Sjaktegravingen har avdekket oppfylte masser der en stor andel av disse er stein. Løsmassene er karakterisert som sand, grus og siltige/leirige masser, med innblandede avfallsfraksjoner (tabell 15). Det er ikke observert samme type mørkebrun masse med organisk innhold her som oppe på brannøvingsfeltet.

Graving er utført ned til ca. 1,5-1,6 meters dybde i 2017 (2,6 meter i 2020), og ble stoppet på grunn av mye stor stein. Avgrensingen av forurensningen i dybden er mangelfull, men sonderinger vest og nord for området viser dybder til fjell fra 6 til 13,5 meter. Horisontal avgrensing anses fortsatt som mangelfull etter den supplerende prøvetakingen i juni 2020. Et typisk jordprofil for området vises i figur 12. Jordprøver er tatt fra finkornig materiale som ligger mellom større steiner.

Tabell 15. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse i sjakter ved fyllingsfoten i nord.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
M44	M44-1 (0-0,1 m)	100	Jord, sand, grus over stor stein fra 0,1-0,7 m dybde
	M44-2 (0,7-1,5 m)	570	Jord, sand, grus mellom stor stein. Økende andel fint materiale under lag av stor stein. Stor stein igjen i bunn av sjakt
S2	S2-1 (0-2,6 m)	200	Mørkebrun sand og silt. Stor andel stein, antatt å være sprengsteinsfylling
S3	S3-1 (0,2-2 m)	260	Lysebrun/grå sand. Silt og grus stedvis. Mye stein, antatt å være sprengsteinsfylling

Analyseresultater viser både høye og lave konsentrasjoner i fyllmassene, med en tendens til høyere konsentrasjoner nærmest fyllingsfoten ift. fyllingstoppen. Høye konsentrasjoner kan ikke knyttes til et spesifikt lag og anses derfor å være diffust, med høyeste målte konsentrasjoner i midten av fyllingsfoten (M44, S2 og S3) og ned mot brønn BR2.

Prøver som er tatt langs veien ned til fyllingsfoten, prøver som er tatt fra toppen av fyllingen og prøver som er tatt ved master i fyllingens skråning mot nord, viser kun lave konsentrasjoner av PFAS. Det er også utført prøvetaking i to sjakter utenfor lufthavnsområdet i nord (M50 og M51). Høyeste PFAS-konsentrasjon i disse massene er funnet å være 81 µg/kg. I vannprøver i bekk/vannsig nord for fyllingsfoten og i brønn BR2 ved fyllingsfoten, er det imidlertid påvist relativt høye verdier av PFAS-forbindelser. Dette indikerer at det ligger PFAS-holdige masser i dette området som lekker PFAS ut til sjø via grunnvann, bekk i nord og diffus avrenning [2].



Figur 12. Bilde av sjakt M43 til venstre, og S3 til høyre (Rambøll mai 2017 og juni 2020).

Basert på foreliggende undersøkelser, er arealet hvor det sannsynligvis kan ligge masser med PFAS-konsentrasjoner over 100 µg/kg beregnet til 1 200 m² (figur 11). Dybden av massesjiktet hvor det er påvist PFAS over 100 µg/kg er fra overflaten og ned til 2,6 meter under terreng. Videre er det observert stort innslag av stein i massene. Det vil være hensiktsmessig å skille ut stein fra massene dersom oppgraving og levering til eksternt deponi er aktuelt. Stein (diameter > 20 mm) betraktes normalt som rene masser.

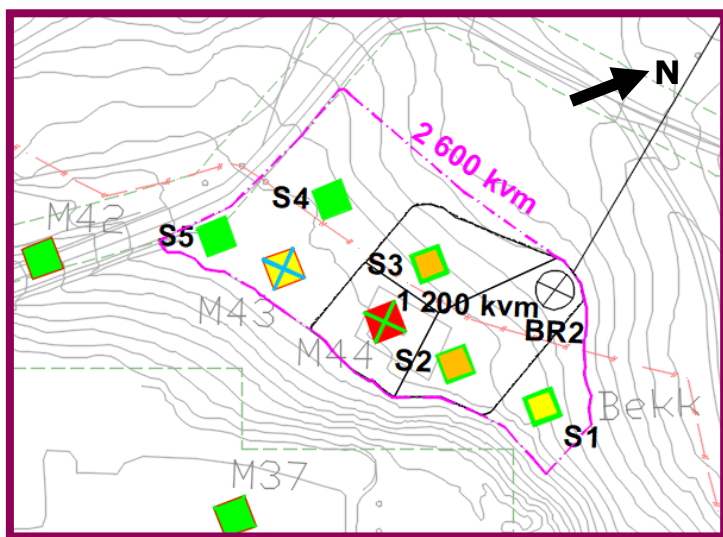
Grovt beregnet gir dette 2 284 m³ PFAS-forurensede masser ved fyllingsfoten. Den totale mengden PFAS i disse massene er beregnet til ca. 0,38 kg, se tabell 16.

Tabell 16. Oversikt over mengde PFAS i jordmassene ved fyllingsfoten i nord med konsentrasjoner >100 µg/kg PFAS.

Sjakt	Tørrstoff	Konsentrasjon PFAS	Mektighet	Areal	Volum	Mengde masser	Andel finstoff	Total mengde PFAS	Kommentar
Enhet	%	µg/kg TS	m	m ²	m ³	tonn	%	kg	
M44-1	82	100	0,1	320	32	58	40	0,002	
M44-2	88	570	0,8	320	256	461	40	0,09	
S2-1	89,2	200	2,6	515	1 339	2 410	40	0,17	
S3-1	88,6	260	1,8	365	657	1 183	40	0,11	0-0,2 m fjernes sammen med underliggende masser i S3-1.
Totalt				1 200	2 284	4 111		0,38	

2.4.2 Øvrige arealer ved fyllingsfot

I et forsøk på å beregne total mengde PFAS i massene ved fyllingsfoten i nord, er øvrige arealer som ikke er dekket i kapittel 2.4.1 også vurdert (masser med innhold av PFAS under 100 µg/kg). Totalt areal ved fyllingsfoten er estimert til å være 2 600 m², figur 13, der 1 200 m² av dette arealet er dekket av vurderingene i kapittel 2.4.1.



Figur 13. Prøvesjakter av interesse ved fyllingsfoten i nord. Punkter er farget etter høyeste forurensningsnivå i hver sjakt. Massene innenfor den rosa stiplede linjen er tatt med i beregningene i dette delkapittelet, der hotspot-området er trukket fra. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

Tabell 17 viser de resterende prøvepunktene som ikke er dekket av vurderingene i kapittel 2.4.1, da de inneholder konsentrasjoner av PFAS <100 µg/kg. Gjennomsnittskonsentrasjon av PFAS i prøvene og gjennomsnittlig gravedybde er regnet ut og benyttet for å beregne omtrentlig mengde PFAS i de øvrige massene ved fyllingsfoten.

Tabell 17. Utsnitt fra feltlogg [2] som viser prøvedybder, PFAS-konsentrasjon og massebeskrivelse ved øvrige prøvepunkter ved fyllingsfoten i nord med innhold av PFAS under 100 µg/kg. Fargekoding er iht. Tabell 1.

Punkt	Prøvenavn	Sum PFAS inkl. LOQ [µg/kg]	Massebeskrivelse
M43	M43-1 (0-0,5 m)	20	Oppfylt masse bestående av stor stein blandet med jord, sand, grus, siltig-/leirig masse. Treverk og metall observert i øverste ca. 0,5 m av sjakta. Repr. fra Avinor opplyser at de har hatt slukkeøvelser og brent avfall med slokking med skum her nede. Har vært hensatt mye avfall her. Dette er ryddet vekk, men det ligger noe avfall i skråning opp mot rullebanen
	M43-2 (0,5-1,6m)	48	Oppfylt masse bestående av stor stein blandet med jord, sand, grus, siltig-/leirig masse. Treverk og metall observert i øverste ca. 0,5 m av sjakta. Repr. fra Avinor opplyser at de har hatt slukkeøvelser og brent avfall med slokking med skum her nede. Har vært hensatt mye avfall her. Dette er ryddet vekk, men det ligger noe avfall i skråning opp mot rullebanen
S1	S1-1 (0-2,5 m)	86	Lysebrun/grå sand, grus og stein. Stein med rustfarge. Silt observert stedvis
S4	S4-1 (0,2-2 m)	10	Lysebrun organisk rik jord
	S4-2 (0,2-2 m)	2,7	Lysebrun sand. Mye stein, antatt å være sprengsteinsfylling
S5	S5-1 (0-1,4 m)	4,7	Lysebrun sand og silt. Organisk rik jord observert. Et 30 cm tykt siltlag i retning rullebanen. Mye stein, antatt å være sprengsteinsfylling
	S5-2 (1,4-3 m)	8,6	Mørkebrun sand. Stor andel stein, antatt å være sprengsteinsfylling

Gjennomsnittlig PFAS-konsentrasjon i de øvrige massene ved fyllingsfoten er 33,3 µg/kg, som er godt under tiltaksgrense-verdien på 100 µg/kg. Beregnet massemektighet på området basert på sjaktedybdene i tabell 17 er 2,28 m og er benyttet videre i beregningene. Gjenværende areal av fyllingsfotområdet som ikke er dekket av kapittel 2.4.1 er vurdert å være 1 400 m², som gir et volum på 3 192 m³. Den totale mengden PFAS i disse massene er estimert å være ca. 0,08 kg, som vist i tabell 18. Dette er ~20 % av den estimerte PFAS-mengden innenfor hotspot-området ved fyllingsfoten.

Tabell 18. Oversikt over mengde PFAS i jordmassene ved fyllingsfoten i nord med konsentrasjoner <100 µg/kg PFAS.

Sjakt	Tørrstoff	Konsentrasjon PFAS	Mektighet	Areal	Volum	Mengde masser*	Andel finstoff**	Total mengde PFAS
Enhet	%	µg/kg TS	m	m ²	m ³	tonn	%	kg
Øvrige sjakter	100***	33,3****	2,28****	1 400	3 192	5 746	40	0,077

* Antatt massetetthet er 1,8, ** Antatt andel finstoff etter utsortering av stein (> 20 mm), *** Konservativt satt, ****Gjennomsnitt av 7 prøver

Total mengde PFAS	=	Konsentrasjon PFAS * (Tørrstoff %/100)*(Mengde i tonn*1000 kg/tonn*finstoffandel)/1000000000 (µg til kg)
-------------------	---	--

2.5 Oppsummering

Basert på foreliggende datagrunnlag, og en konservativ vurdering av utbredelsen av masser med PFAS-konsentrasjoner over 100 µg/kg, er det beregnet at det potensielt kan ligge 7 240 m³ forurensede masse på lufthavnsområdet. Det er sannsynligvis mulig å sortere ut en større andel stein fra de forurensede massene ved fyllingsfoten og foran flyhangaren dersom disse skal fjernes. I massene ved brannøvingsfeltet og ved dieseltanken er andelen stein vurdert å være relativt lav, og sortering anses som mindre aktuelt.

Basert på analyseresultater der påviste PFAS-konsentrasjoner er >100 µg/kg, samt skisserte arealer i denne rapporten, tilsier en grov teoretisk beregning at massene på lufthavnen kan inneholde 6,39 kg PFAS (tabell 19). En vurdering av arealer omkring hot-spot-områder, der det er påvist masser som inneholder PFAS <100 µg/kg, viser at resterende masser ved flyhangaren, dieseltanken, brannøvingsfeltet og fyllingsfoten antas å inneholde 0,37 kg PFAS totalt (tabell 20).

Tabell 19. Oversikt over gjenværende PFAS forurensede masser (>100 µg/kg) på identifiserte delområder ved Narvik lufthavn Framnes.

PFAS > 100 µg/kg	Lokalitet	Areal [m ²]	Volum [m ³]	Mengde masser [tonn]*	Total mengde PFAS [kg]
	1) Flyhangaren	1 426	2 398	4 316	1,01
	2) Dieseltank	700	770	1 386	2,3
	3) Brannøvingsfeltet	1 375	1 788	3 219	2,7
	4) Fyllingsfot	1 200	2 284	4 111	0,38
	Totalt	4 701	7 240	13 032	6,39

* Antatt massetetthet er 1,8

Tabell 20. Oversikt over gjenværende masser med innhold av PFAS <100 µg/kg på identifiserte delområder ved Narvik lufthavn Framnes.

PFAS < 100 µg/kg	Lokalitet	Areal [m ²]	Volum [m ³]	Mengde masser [tonn]*	Total mengde PFAS [kg]
	1) Flyhangaren	7 774	11 894	21 410	0,18
	2) Dieseltank	700	476	857	0,014
	3) Brannøvingsfeltet	3 325	3 757	6 763	0,097
	4) Fyllingsfot	1 400	3 192	5 746	0,077
	Totalt	13 199	19 319	34 776	0,37

* Antatt massetetthet er 1,8

3. TILTAKSVURDERINGER

3.1 Kostnad for fjerning av masser

Kostnader for fjerning av alle kjente og tilgjengelige PFAS forurensede masser med PFAS-konsentrasjoner >100 µg/kg ved Narvik lufthavn Framnes er estimert til ca. 17 MNOK, se tabell 21. Kostnader er basert på estimerte mengder og oppgitt «listepri» fra Perpetuum (godkjent mottak for PFAS-forurensede masser). Det er også benyttet erfaringstall for graving, opplasting og transport, der pris for graving og opplasting er satt svært konservativt. Kostnader for tilrigging, drift, sortering og tilkjøring av rene masser er ikke inkludert i oppsettet.

Kostnader per kg PFAS som fjernes ligger mellom ca. 1 MNOK for massene ved dieseltanken og over 9 MNOK for massene ved fyllingsfoten. Kostnadsestimatet er basert på foreliggende undersøkelser.

I kapittel 2.1.2, 2.2.2, 2.3.2 og 2.4.2 er det utført beregninger for å anslå mengden PFAS i masser med innhold av PFAS <100 µg/kg ved hvert av de fire delområdene. Estimert kostnad for fjerning av disse massene er oppgitt i tabell 22. Da det ikke er aktuelt kun å fjerne masser med innhold av PFAS <100 µg/kg, omfatter beregnede estimer fjerning av samtlige masser ved hvert område uavhengig av PFAS-konsentrasjon, se tabell 23. Samlede kostnader for fjerning av alle kjente og tilgjengelige masser med innhold av PFAS ved flyhangaren, dieseltanken, brannøvingfeltet og fyllingsfoten er estimert til ca. 61 MNOK, der kostnaden per kg fjernet PFAS varierer fra 1,7 MNOK ved dieseltanken til 26 MNOK ved flyhangaren.

Tabell 21. Estimerte kostnader for oppgraving, opplasting, transport og levering av masser med innhold av PFAS >100 µg/kg til godkjent mottak for PFAS-holdige masser. Kostnader knyttet til tilrigging, drift, sortering og tilkjøring av rene masser er ikke medtatt.

PFAS >100 µg/kg	Lokalitet	Anslått utsortering stein	Beregnet mengde [tonn]*	Estimat graving og opplasting pr lm³ **	Estimat transport pr lm³ **	Leveringskostnad pr tonn	Sum [NOK]	Kostnad per kg fjernet PFAS [NOK]
	1) Flyhangaren	40 %	4 316	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 5 244 990	kr 5 193 059
	2) Dieseltank	10 %	1 386	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 2 468 928	kr 1 073 447
	3) Brannøvingsfeltet	10 %	3 219	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 5 734 165	kr 2 121 510
	4) Fyllingsfot	60 %	4 111	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 3 445 186	kr 9 179 682
	Totalt						kr 16 893 269	

*Antatt massetetthet er 1,8, ** Estimert forholdstall mellom fast og løs kubikk er satt til 1,5

Tabell 22. Estimerte kostnader for oppgraving, opplasting, transport og levering av masser med innhold av PFAS <100 µg/kg til godkjent mottak for PFAS-holdige masser. Kostnader knyttet til tilrigging, drift, sortering og tilkjøring av rene masser er ikke medtatt.

PFAS <100 µg/kg	Lokalitet	Anslått utsortering stein	Beregnet mengde [tonn]*	Estimat graving og opplasting pr lm³ **	Estimat transport pr lm³ **	Leveringskostnad pr tonn	Sum [NOK]	Kostnad per kg fjernet PFAS [NOK]
	1) Flyhangaren – øvrige punkter	40 %	21 410	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 26 019 796	kr 141 647 242
	2) Dieseltank – øvrige punkter	10 %	857	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 1 526 246	kr 109 017 600
	3) Brannøvingsfeltet – øvrige punkter	10 %	6 763	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 12 046 445	kr 124 190 153
	4) Fyllingsfot – øvrige punkter	60 %	5 746	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 4 814 813	kr 62 530 036

*Antatt massetetthet er 1,8, ** Estimert forholdstall mellom fast og løs kubikk er satt til 1,5

Tabell 23. Estimerte kostnader for oppgraving, opplasting, transport og levering av samtlige masser ved flyhangaren, dieseltanken, brannøvingsfeltet og fyllingsfoten til godkjent mottak for PFAS-holdige masser. Kostnader knyttet til tilrigging, drift, sortering og tilkjøring av rene masser er ikke medtatt.

Alle masser	Lokalitet	Anslått utsortering stein	Beregnet mengde [tonn]*	Estimat graving og opplasting pr lm^3 **	Estimat transport pr lm^3 **	Leveringskostnad pr tonn	Sum [NOK]	Kostnad per kg fjernet PFAS [NOK]
	1) Flyhangaren	40 %	25 725	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 31 264 785	kr 26 191 618
	2) Dieseltank	10 %	2 243	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 3 995 174	kr 1 726 523
	3) Brannøvingsfeltet	10 %	9 982	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 17 780 610	kr 6 350 512
	4) Fyllingsfot	60 %	9 857	kr 100	kr 500	kr 1 470	kr 8 259 998	kr 18 261 987
	Totalt						kr 61 300 568	

*Antatt massetetthet er 1,8, ** Estimert forholdstall mellom fast og løs kubikk er satt til 1,5

3.2 Tiltakseffektivitet

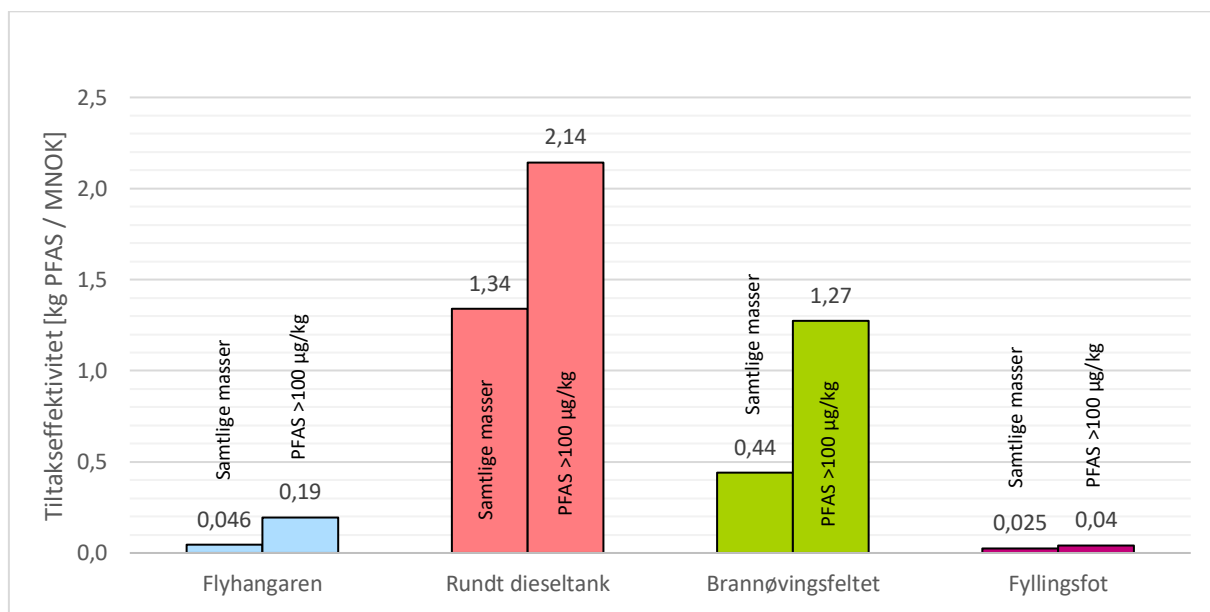
Tiltakseffektiviteten beskriver hvor mye PFAS som fjernes (kg) i forhold til investeringskostnader (MNOK). En høy tiltakseffektivitet er ønskelig, da det betyr at det fjernes mest forurensning per investerte krone. Beregnet tiltakseffektivitet for de fire områdene på Narvik lufthavn Framnes er oppgitt i tabell 24. Videre er tiltakseffektiviteten ved fjerning av samtlige masser med innhold av PFAS ved de identifiserte delområdene vist i tabell 25. Tiltakseffektiviteten for fjerning av samtlige masser fra hvert delområde kontra masser med innhold av PFAS >100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ er visualisert i figur 14.

Tabell 24. Tiltakseffektivitet symbolisert ved antall kg PFAS som fjernes per MNOK, fordelt på de identifiserte delområdene ved Narvik lufthavn Framnes når det kun fjernes masser med innhold av PFAS >100 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

PFAS >100 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Lokalitet	Mengde PFAS fjernet [kg]	Kostnad per kg fjernet PFAS [NOK]	Tiltakseffektivitet [kg PFAS/MNOK]
	1) Flyhangaren	1,01	kr 5 193 059	0,19
	2) Dieseltank	2,3	kr 1 073 447	2,14
	3) Brannøvingsfeltet	2,7	kr 2 121 510	1,27
	4) Fyllingsfot	0,38	kr 9 179 682	0,04

Tabell 25. Tiltakseffektivitet symbolisert ved antall kg PFAS som fjernes per MNOK, fordelt på de identifiserte delområdene ved Narvik lufthavn Framnes når samtlige masser med innhold av PFAS fjernes.

Alle masser	Lokalitet	Mengde PFAS fjernet [kg]	Kostnad per kg fjernet PFAS [NOK]	Tiltakseffektivitet [kg PFAS/MNOK]
	1) Flyhangaren	1,19	kr 26 191 618	0,045
	2) Dieseltank	2,31	kr 1 726 523	1,34
	3) Brannøvingsfeltet	2,80	kr 6 350 512	0,44
	4) Fyllingsfot	0,45	kr 18 261 987	0,025



Figur 14. Stolpediagram som viser tiltakseffektiviteten ved fjerning av samtlige masser fra hvert delområde kontra masser med innhold av PFAS >100 µg/kg.

3.3 Tiltaksanbefalinger

3.3.1 Flyhangar

Vurderinger knyttet til mengder PFAS innenfor hotspot-områdene sammenlignet med hele området foran flyhangaren viser at det er formålstjenlig å fokusere på hotspot-områdene. Det er disse som er funnet å inneholde hovedandelen av PFAS på dette området. Tiltakseffektiviteten ved å fjerne masser med innhold av PFAS >100 µg/kg foran flyhangaren er estimert å være 0,19 kg PFAS/MNOK, der det potensielt kan bli fjernet ~1 kg PFAS under et opprydningstiltak. Til sammenligning minker tiltakseffektiviteten til 0,045 kg PFAS/MNOK dersom samtlige masser med innhold av PFAS fjernes ved flyhangaren. Ifølge en miljørisikovurdering for lufthavnen utarbeidet av Rambøll i 2020, vurderes det at det lekker ut gjennomsnittlig 0,15 g PFAS per år (maks 15 g PFAS/år) fra dette området til resipient (Ofotfjorden) [3]. Utlekkingspotensialet er såpass lavt fordi det ikke er grunnvann på denne delen av lufthavnen og deler av området er asfaltert, noe som begrenser mengde overvann som infiltrerer i grunnen.

Ettersom det er identifisert tre relativt avgrensede hotspot-områder foran flyhangaren som vurderes å inneholde 1 kg av totalt 1,19 kg PFAS, anbefales det at det utføres opprydningstiltak for å fjerne massene innenfor hotspot-områdene. Dette vil minimere komplikasjoner knyttet til fremtidig bruk av området og vurderes å fjerne en betydelig mengde PFAS fra lufthavnsområdet. Et alternativt avbøtende tiltak kan være å fjerne de øvre 0,5 m av massene, for så å tilføre rene masser og asfaltere/etablere tett dekke.

Det er utarbeidet en tiltaksplan som beskriver opprydningsarbeid i grunnen foran flyhangaren, der tiltaksgrensen er satt til 100 µg PFAS/kg [4].

3.3.2 Dieseltank

Dette området har den høyeste tiltakseffektiviteten av alle delområdene, og det anbefales derfor at det utføres opprydningstiltak her ved å fjerne masser med innhold av PFAS >100 µg/kg. Det er utarbeidet en tiltaksplan som beskriver opprydningsarbeid av masser forurensset av olje og med innhold av PFAS >100 µg/kg rundt den sanerte dieseltanken [5].

3.3.3 Brannøvingsfelt

Brannøvingsfeltet er vurdert å ha den nest høyeste tiltakseffektiviteten, i tillegg til høyest innhold av PFAS i grunnen. Da det er påvist forhøyede PFAS-konsentrasjoner i vannsig som er antatt å komme fra brannøvingsfeltet, og i biota i utløpet av vannsiget, vurderes det som hensiktsmessig å fjerne masser med innhold av PFAS >100 µg/kg fra området. En lavere tiltaksgrense vurderes å kunne fjerne rundt 0,1 kg PFAS ekstra fra området, som vurderes som mindre formålstjenlig. Ettersom det hovedsakelig er påvist forhøyede PFAS-konsentrasjoner i dypereliggende masser på dette området, kan det lyse sandlaget i toppen som ble tilført området i nyere tid tilbakefylles etter endt tiltak.

Det er utarbeidet en tiltaksplan som beskriver opprydningsarbeid i grunnen ved brannøvingsfeltet, der tiltaksgrensen er satt til 100 µg PFAS/kg [4].

3.3.4 Fyllingsfot

Fyllingsfoten i nord vurderes å være det mest kompliserte området å utføre opprydningstiltak på. Dette er på grunn av stor andel stein i det øvre masselaget og mulig ufullstendig kartlegging av PFAS-kilder på denne delen av lufthavnsområdet. Samtidig viser analyseresultater fra grunnvannsbrønn BR1 og BR2, som er etablert på dette området, at det er PFAS i grunnvannet (opptil 26 µg/l i BR2). Det er også observert forhøyede PFAS-konsentrasjoner i en nærliggende bekk (opptil 1 µg/l).

Det kan til dels antas at tilførselen av PFAS kommer fra overliggende masser på området, men det vurderes også som mulig at det er PFAS-holdige masser inne i fyllingen eller i dypereliggende stedlige masser som bidrar til denne tilførselen. Gamle kart over området viser at det var et myrområde der grunnvannsbrønnene er nedsatt. Det er derfor mulig at dypereliggende masser har et høyt organisk innhold og har trukket til seg PFAS over flere år.

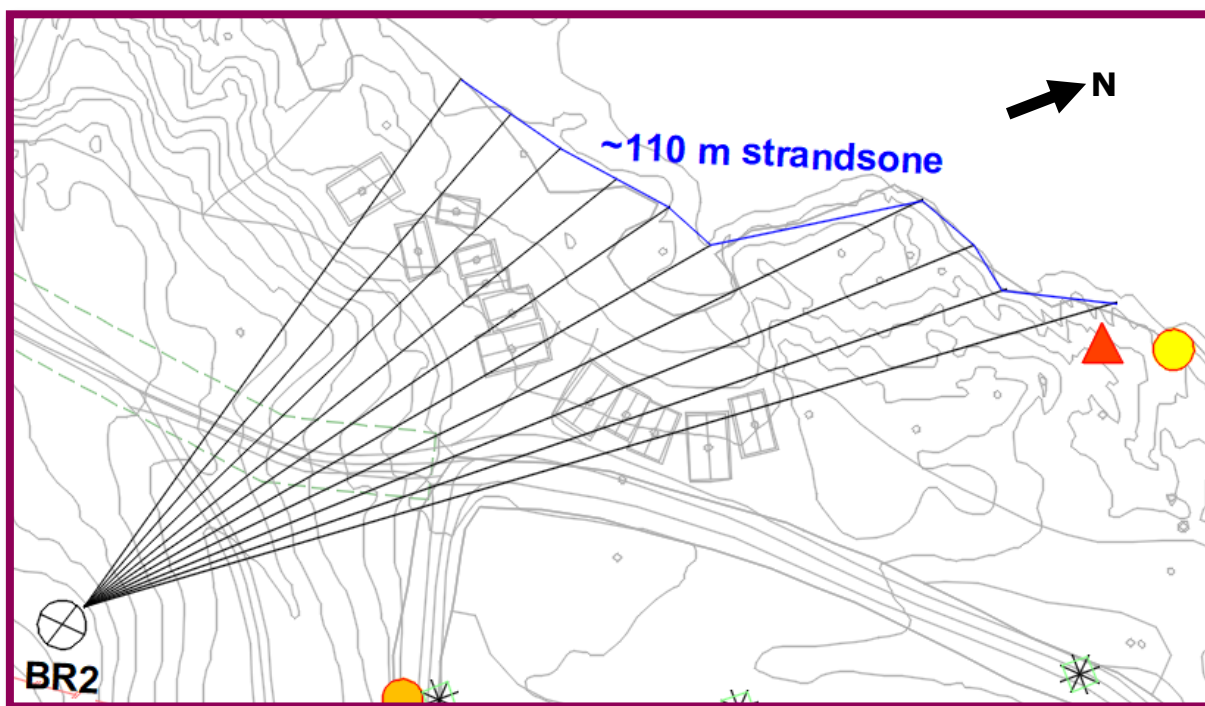
Som vist i figur 14, er tiltakseffektiviteten ved fyllingsfoten vurdert å være lik 0,04 kg PFAS/MNOK ved opprydning ned til 2,5 m under eksisterende terreng, som er svært lavt.

Da det ikke er avklart om tilførselen av PFAS til grunnvannet og nærliggende bekk stoppes ved fjerning av masser ved fyllingsfoten, vil det beste alternativet være å innhente mer informasjon fra denne delen av lufthavnsområdet før en endelig avgjørelse tas.

Det anbefales at det utføres hydrologiske og hydrogeologiske undersøkelser foran fyllingsfoten i nord. På den måten får man mer informasjon om overvannbevegelser og grunnvannsstrømningene på området. Dette kan bidra til å si noe om mulige tilførselskilder av PFAS og hvor grunnvannet går ut i Ofotfjorden.

Det kan også utføres en kapasitetsmåling av BR2, for å få et innblikk i hvor mye grunnvann som går gjennom området. I tillegg burde det utføres en vannmengdemåling av bekken i nord for å avklare hvor mye vann med innhold av PFAS som renner ut i Ofotfjorden.

Det vil også være hensiktsmessig å ta flere biotaprøver fra strandsonen på nordvestsiden av lufthavnsområdet. Figur 15 viser antatt retning for grunnvannet som beveger seg gjennom BR2 og mot strandsonen. Det anbefales at det tas ut 4-5 biotaprøver (albueskjell) langs strandsonen for å avklare tilstanden til biota som oppholder seg der. En slik undersøkelse kan trolig avklare om ufortynnet grunnvann påvirker biotaen i strandsonen før grunnvannet går ut i Ofotfjorden.



Figur 15. Mulig grunnvannsretning fra BR2 til Ofotfjorden. Biotaprøver foreslås tatt i strandsonen innenfor tenkt grunnvannsretning. Kartutsnitt er hentet fra tegning ENNK-M-102, vist i M-Rap-002-1350021368-Rev03a [2].

For å få mer informasjon om grunnforholdene (lagdelinger, dybde til fjell) nordvest for BR2 og grunnvannets bevegelse, kan man vurdere ytterligere totalsonderinger og nedsetting av nye grunnvannsbrønner mellom BR2 og Ofotfjorden. Samtidig som man totalsonderer kan det også vurderes uttak av dypere liggende jordprøver under sprengsteinfyllingen. Som nevnt over, er det mulig at det ligger et organisk rikt lag under fyllingen i nord (myrmasse/torv), da det ut fra gamle kart kan se ut som det tidligere lå myr i området hvor brønn BR2 er etablert. Dersom dette skulle vise seg å stemme, kan dette laget ha trukket til seg mye PFAS i løpet av lufthavnens driftstid og være en aktiv kilde til PFAS i grunnvannet.

3.4 Alternative tiltak

I foregående kapitler er beregninger av kostnader basert på oppgraving og fjerning av PFAS-forurensede masser.

Alternative opprydningsmetoder på hotspot-områder ved Narvik lufthavn Framnes kan eksempelvis være «pump and treat», tilførsel av kullpartikler i grunnen, og vannrensing.

«Pump and treat» innebærer bruk av kjemikaler for å stabilisere eller vaske ut PFAS-forbindelsene i grunnen og vannet, men anses å være dyrt og med store usikkerheter knyttet til effektivitet. Usikkerheten anses som særdeles stor på Narvik lufthavn Framnes der grunnen flere steder består av oppfylte grove steinmasser med stor mektighet.

Tilførsel av kullpartikler i grunnen kan være med på å stabilisere PFAS-forbindelsene slik at utlekking til grunnvann og diffus utlekking reduseres. Dette kunne tenkes å være et aktuelt tiltak ved fyllingsfoten i nord, men det vil kreve flere undersøkelser ettersom det fortsatt er uavklart om alle PFAS-kildene til grunnvannet har blitt identifisert.

Vannrensing tilsier pumping av grunnvannet til mobile renseløsninger som benytter kull- og sandfiltre for å rense vannet for PFAS-forbindelser før det slippes ut til resipient. En slik løsning ville kun vært aktuell foran fyllingsfoten, da det ikke er påtruffet grunnvann andre steder på lufthavnen. En slik løsning er samtidig kostbar og vedlikeholdskrevende. Da lufthavnen er nedlagt, er det ikke personell til stede som kan vedlikeholde og overvåke en slik løsning.

4. KONKLUSJON

Det er identifisert fire delområder med høye konsentrasjoner av PFAS i grunnen ved Narvik lufthavn Framnes. Hvert delområde har hotspot-områder der konsentrasjonen av PFAS overskrider 100 µg/kg. Til sammen vurderes disse hotspot-områdene å inneholde 6,39 kg PFAS, se tabell 19. Det er også utført beregninger av mengde PFAS som antas å ligge i grunnen utenfor hotspot-områdene på disse delområdene, se tabell 20 (0,37 kg). Samlet gir dette en total mengde PFAS i grunnen ved flyhangaren, dieseltanken, brannøvingsfeltet, og fyllingsfoten estimert til 6,76 kg.

På grunn av høye konsentrasjoner av PFAS-forbindelser på relativt avgrensede områder ved flyhangaren, rundt sanert dieseltank og på brannøvingsfeltet, vil opprydningstiltak i form av oppgraving og deponering av PFAS-forurensede masser fra disse områdene gi en god miljøgevinst, samt redusere kompleksiteten knyttet til videreutvikling av eiendommen i fremtiden.

Området foran fyllingsfoten i nord har de mest kompliserte grunnforholdene og vurderes å være ufullstendig kartlagt per dags dato. Det anbefales derfor ytterligere kartleggingsarbeid i form av hydrologiske og hydrogeologiske undersøkelser, biotaprøvetakinger, totalsonderinger, jordprøvetaking i dypereliggende lag, og etablering av nye grunnvannsbrønner.

5. REFERANSER

- [1] Miljødirektoratet, «Pålegg om samlet vurdering av PFAS-forurensing ved Avinors lufthavner. Ref 2018/3153.,» 2018.
- [2] Rambøll Norge AS, «M-Rap-002-1350021368-Rev03a Datarapport miljøtekniske undersøkelser Narvik lufthavn,» 2020.
- [3] Rambøll Norge AS, «M-Rap-008-rev.02-Miljøriskovurdering Narvik lufthavn Framnes,» 2021.
- [4] Rambøll Norge AS, «M-Rap-007-rev.01-1350021368-Tiltaksplan flyhangar og BOF Narvik lufthavn Framnes,» 2021.
- [5] Rambøll Norge AS, «M-Rap-005-1350021368-rev02-Tiltaksplan drivstofftank Narvik lufthavn Framnes,» 2021.