



RAPPORT

Norges Brannskole, Tjeldsund - Grunnforurensning med fokus på PFAS

Statusoppdatering og vurdering

Sendt til:

Statsbygg

Golder

Ilebergveien 3, 3011 Drammen

Rapportnr: 1450910238-3

Dato: 12.3.2018



Innehold

1.0 INNLEDNING	1
2.0 NORMVERDIER, TILSTANDSKLASSER OG AKSEPTKRITERIER	1
2.1 Retningslinjer for forurensing i jord	1
2.2 Retningslinjer for forurensing i vannforekomster (sjøvann, ferskvann, sediment og biota)..	2
3.0 PFAS	3
3.1 Presentasjon av PFAS	3
3.2 Grenseverdier for PFAS	3
3.2.1 Normverdi for jord	3
3.2.2 Grenseverdier for forekomster i vannmiljø	3
3.2.3 Grenseverdi for biota	4
4.0 BESKRIVELSE AV OMRÅDET	4
5.0 TIDLIGERE STUDIER.....	5
5.1 Rambøll, 2012 – Miljøteknisk grunnundersøkelse, datarapport og tiltaksplan	6
5.1.1 Resultater, Rambøll 2012	6
5.2 Forsvarsbygg, 2012 – Miljøteknisk undersøkelse.....	6
5.2.1 Resultater, Forsvarsbygg 2012.....	7
5.3 Multiconsult, 2013 – Miljøundersøkelse fase 2	8
5.3.1 Resultater, Multiconsult 2013.....	9
5.4 Multiconsult, 2014 – kompletterende prøvetaking i skogsparti	10
5.5 Multiconsult, 2014 – Overvåking.....	10
5.5.1 Resultater, Multiconsult 2014.....	12
5.6 Videre oppfølging av overvåking, 2015-2017	12
5.6.1 Resultater.....	12
6.0 SAMMENSTILLING OG DAGENS SITUASJON	12
6.1 Jord	12
6.2 Grunnvann og overvann.....	13
6.3 Spredning (sjøvann, sediment og biota)	13
7.0 MASSEBESKRIVELSE I DE AKTUELLE OMRÅDER	13
7.1 Dybde til fjell.....	13

7.2	Massebeskrivelse.....	13
8.0	SAMMENLIGNING MED TILSVARENDE PROSJEKTER, OG PÅLEGG OM TILTAK.....	14
8.1	Rygge.....	14
8.2	Ørland.....	14
8.3	Bodø, Andøya og Bardufoss lufthavner	15
8.4	Evenes	15
8.5	Kjevik lufthavn	15
8.6	Trondheim lufthavn, Værnes.....	16
9.0	BEHANDLINGSMETODER FOR PFAS-FORURENSEDE MASSER	16
9.1	Levering av masser til deponi	16
9.2	Behandlingsmetoder	16
9.2.1	Behandlingsmetode for jordmasser	16
9.2.2	Behandlingsmetoder for grunnvannsrensing.....	16
10.0	FREMDRIFT OG SANNSYNLIGE SCENARIER FOR BRANNSKOLEN.....	17
10.1	Forutsetninger og antagelser mtp. grenseverdier og pålegg.....	17
10.2	Videre kartlegging	17
10.3	Sannsynlige pålegg fra miljømyndighet	18
11.0	REFERANSER.....	18

Vedlegg 1

Skisse over planlagte tiltak

Vedlegg 2

Sammenstillingskart

Vedlegg 3

Behandlingsmetoder for PFAS-forurensede masser

1.0 INNLEDNING

Norges Brannskole, på Fjelldal i Tjeldsund kommune, skal rehabiliteres. Brannøvingsfeltet skal rehabiliteres, det skal oppføres nye brannobjekter, og det skal oppføres nye bygg tilknyttet skolen. Dette vil medføre gravearbeider, og Golder Associates AS (Golder) har i den forbindelse blitt bedt om å sammenstille informasjon vedr. forurensningssituasjonen, og vurdere hvordan dette vil påvirke arbeidene.

Det er tidligere utført flere miljøtekniske grunnundersøkelser på brannskolens arealer. Golder har sammenstilt disse, se kap. 5.0-6.0. Det ses videre på de områder som vil bli berørt av gravearbeidene. Basert på erfaringer fra andre prosjekter er det angitt hva som kan forventes av oppfølging og tiltak av de forurensede områdene, se kap.10.0.

2.0 NORMVERDIER, TILSTANDSKLASSER OG AKSEPTKRITERIER

2.1 Retningslinjer for forurensing i jord

Forurensingsforskriften angir normverdier for de mest prioriterte miljøgiftene, se vedlegg 2 i forurensingsforskriften kap. 2 /1/. Jordmasser med konsentrasjoner lavere enn normverdiene er å anse som rene masser.

Miljødirektoratet presenterer i sin veileder "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn" TA-2553/2009 /2/ en inndeling av forurensningsgrad for et utvalg av prioriterte miljøgifter i helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, vist i Tabell 1. Forurensingsnivået er gradert i 5 forskjellige tilstandsklasser, avhengig av påvist konsentrasjon av utvalgte miljøgifter. Inndelingen gir et uttrykk for hva myndighetene regner som god eller dårlig miljøtilstand, og bygger på en generell risikovurdering av human helse. Øvre grense i klasse 1 ("meget god") tilsvarer normverdien for ren jord, mens konsentrasjoner over klasse 5 ("svært dårlig") er nivåer som anses å være farlig avfall.

Tabell 1. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn /2/.

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall

Det er utarbeidet tilstandsklasser for blant annet et utvalg metaller, alifater, BTEX, Sum16 PAH og Sum7 PAH. Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for PFAS. For grenseverdier for PFAS, se kap.3.0.

Veileder fra Miljødirektoratet beskriver grenseverdier for hva som kan aksepteres av forurensning i gjenliggende masser for ulike typer arealbruk. Norges brannskole faller inn under akseptkriteriene for 'sentrumsområder, kontor og forretning', se Figur 1, der massene skal tilfredsstillende tilstandsklasse 3 eller lavere. I dypereliggende jord (>1 m) kan tilstandsklasse 4 eller 5 aksepteres dersom en risikovurdering dokumenterer at dette er forsvarlig.

Sentrumsområder, kontor og forretning



Figur 1. Akseptkriterier for arealbrukskategori sentrumsområder, kontor og forretning.

2.2 Retningslinjer for forurensing i vannforekomster (sjøvann, ferskvann, sediment og biota)

For vurdering av miljøtilstanden i vannforekomster så har Miljødirektoratet utarbeidet veilederen "Grenseverdier og klassifisering i vann, sediment og biota" M-608/2016 /3/. Veilederen angir tilstandsklasser for prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke miljøgifter. Kriteriene for klassegrensene er basert på internasjonalt etablerte systemer for miljøkvalitetsstandarder og risikovurdering av kjemikalier i EU, og vises i Tabell 2.

Tabell 2. Klassifiseringssystem for vann og sediment /3/.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	

1) AF - Sikkerhetsfaktor

Vanndirektivet har som hovedmål at alt kystvann, ferskvann og grunnvann skal ha god kjemisk tilstand innen 2021, dvs. at de skal ha konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse II eller lavere. Miljømål – skal oppfylle tilstandsklasse II.

Det er angitt grenseverdier for biota i veilederen, men det er ikke utarbeidet tilstandsklasser.

3.0 PFAS

3.1 Presentasjon av PFAS

Per- og polyfluorerte alkylstoffer, PFAS, er en stor gruppe organiske fluorholdige forbindelser. Disse kan være svært miljø- og helseskadelige, samt at de er svært tungt nedbrytbare og hoper seg opp i næringskjeden (bioakkumulasjon). Når helse- og miljøfarlige kjemikalier hoper seg opp i miljøet, vil det gi økt risiko for skade på mennesker og dyr. Perfluoroktylsulfonat, PFOS, og perfluorert oktansyre, PFOA, er enkeltstoffer som hører til gruppen PFAS. Flere PFAS-er omdannes til PFOA – i tillegg til at stoffet i seg selv er mye brukt i produkter og prosesser /4/.

PFOS er fareklassifisert for helse- og miljøeffekter, og ble oppført på norske myndigheters prioriteringsliste i 2002. Det er blant annet vist at PFOS, PFOA og andre PFAS-forbindelser har reproduksjonsskadelige effekter og kan føre til fosterskader, er meget giftige for vannlevende organismer, og kan være kreftfremkallende /4/. PFOS er også oppført på listen over prioriterte stoffer under vanndirektivet, som er gjennomført i Vannforskriften /6/.

PFOS har tidligere blitt brukt i brannskum på grunn av dens egenskaper som hindrer spredningen av brann og avdamping av flyktige forbindelser. Brannskum har derfor vært den største kilden til utslipp av PFOS i Norge. Brannskum med PFOS ble forbudt i 2007. Grunnen ved mange norske brannøvingsfelt er i dag fortsatt forurenset av PFOS og andre PFAS-forbindelser. /7/

AFFF (aqueous film forming foams) virker som en såpe (overflateaktiv stoff) som kan lage en hinne rundt partikler, eller i porene, og som hindrer transport av vann. PFOS er brukt i AFFF, og kan dermed ligge lenge i grunnen og først bli transportert ved høy vannmetning (kraftig regn, snøsmelting, flom osv.) /7/

3.2 Grenseverdier for PFAS

3.2.1 Normverdi for jord

I forurensningsforskriftens vedlegg 2 /1/ er det angitt normverdi for PFOS på 100 µg/kg. Det foreligger ikke normverdi for PFOA. Miljødirektoratet har varslet at normverdien vil bli revidert, og forslag til ny normverdi er 2 µg/kg /9/. Til sammenligning nevnes at Statens Geotekniska Institut (SGI) i Sverige har utarbeidet grenseverdier for Sverige. Grenseverdi for PFOS for følsom arealbruk er 3 µg/kg, og for mindre følsom arealbruk er den 20 µg/kg. I denne rapporten tar Golder opp verdier som overskrider den svenske grenseverdien for mindre følsom arealbruk (20 µg/kg), som er antatt å være en sannsynlig grenseverdi for tiltak, verdier som overskrider eksisterende normverdi i Norge (100 µg/kg), samt kommenterer verdier som overskrider 10* normverdi (1000 µg/kg).

3.2.2 Grenseverdier for forekomster i vannmiljø

For kystvann, ferskvann og sedimenter har Miljødirektoratet utarbeidet grenseverdier for tilstandsklasse 2 og 3 for PFOS, og tilstandsklasse 2 for PFOA /3/. Tilstandsklassene vises i Tabell 3. I denne rapporten har Golder sammenlignet målte konsentrasjoner i overvann og grunnvann med tilstandsklassene for ferskvann. Vann fra grunnvannsbrønner nære sjøen, med stort innslag av sjøvann, er sammenlignet med tilstandsklasser for kystvann.

Miljødirektoratet har også utarbeidet grenseverdier for sedimenter og biota for PFOS og PFOA.

Tabell 3. Grenseverdier for kystvann, ferskvann og sedimenter /3/.

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Kystvann					
PFOS [$\mu\text{g/l}$]	-	0,00013	7,2	-	-
PFOA [$\mu\text{g/l}$]	-	9,1	-	-	-
Ferskvann					
PFOS [$\mu\text{g/l}$]	-	0,00065	36	-	-
PFOA [$\mu\text{g/l}$]	-	9,1	-	-	-
Sediment, sjø (sediment i ferskvann har egne grenseverdier)					
PFOS [mg/kg TS]	-	0,23	72	-	-
PFOA [mg/kg TS]	-	71	-	-	-

3.2.3 Grenseverdi for biota

Miljødirektoratets veileder for forurensing i vannforekomster /3/ inkluderer også grenseverdier for biota. Grenseverdi for PFOS er på 9,1 $\mu\text{g/kg}$ våtvekt og grenseverdi for PFOA er på 91,3 $\mu\text{g/kg}$ våtvekt.

4.0 BESKRIVELSE AV OMRÅDET

Norges brannskole ligger på Fjeldal i Tjeldsund kommune. Området dekker eiendommene med gnr: 72 og bnr: 193, 219, 227, 254, 255, 259, 268, 273, 274, 278, 306 og 307. Brannobjekter og andre objekter som dekkes av utførte undersøkelser vises i Figur 2.



Figur 2. Flyfoto som viser de forskjellige lokalitetene på brannskolen som omtales i denne rapporten. Figuren er hentet fra rapport utarbeidet av Multiconsult /12/.

Statsbygg har angitt følgende prosjektert rehabilitering:

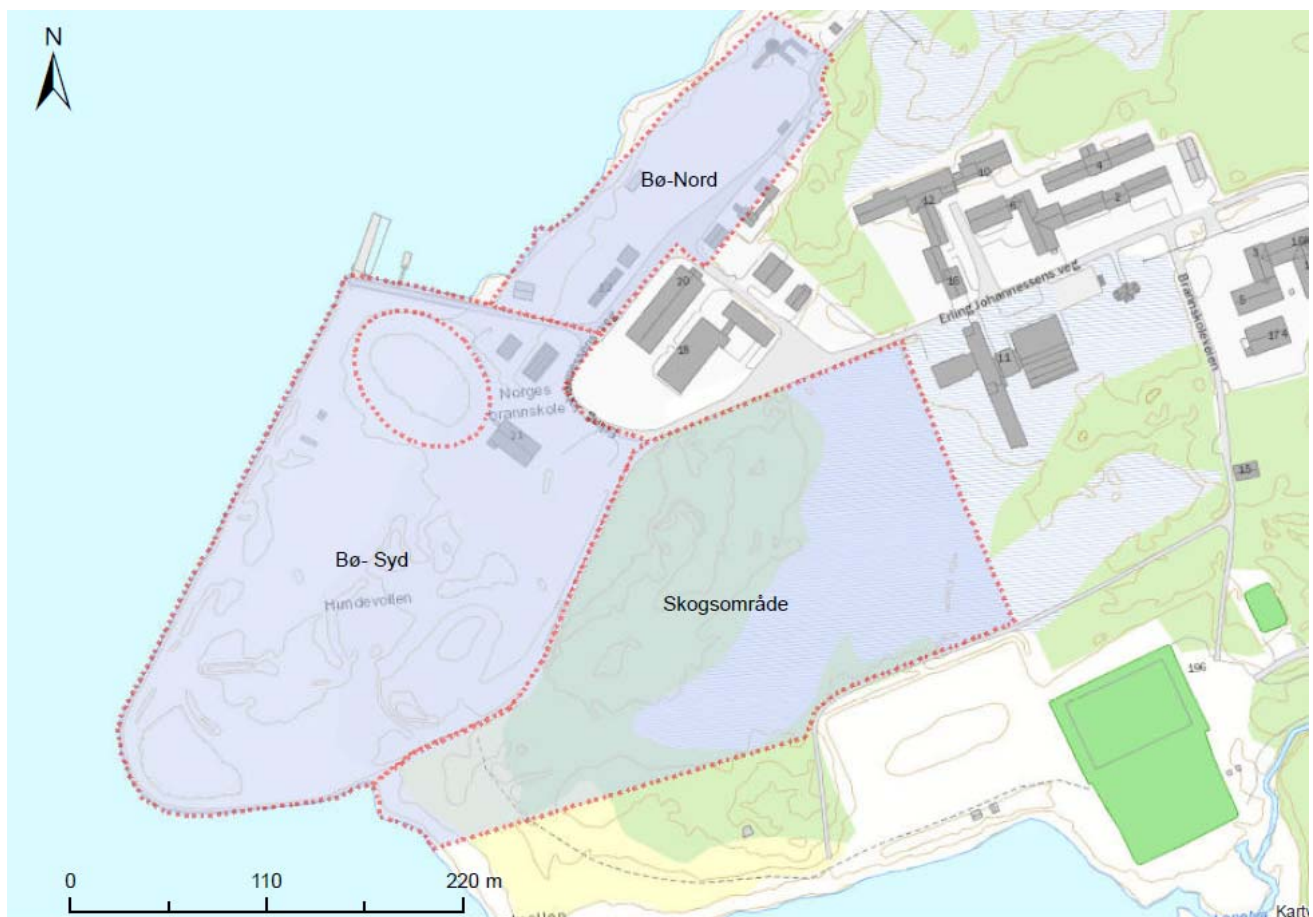
- Nytt undervisningsbygg og parkeringsplass tilknyttet administrative bygg og kantine i nord-østre del av brannskolen
- Rehabilitering brannobjekter og etablering av nye brannobjekter på brannøvingsfeltene
- Etablering av ny brannstasjon i skogsområdet, rett sør for eksisterende brannstasjon

Kart som viser planlagte arbeider vises i vedlegg 1.

Basert på hva som skal gjøres av tiltak, og hvor det er påvist forurenset grunn, er følgende inndeling gjort for denne rapporten:

1. BØ_NORD: nordre del av brannøvingsområdet
2. BØ_SYD: søndre del av brannøvingsområdet, inkl. ny brannstasjon
3. SKOGSOMRÅDE: trafikkareal og noen øvingsobjekter

Inndelingen vises i Figur 3.



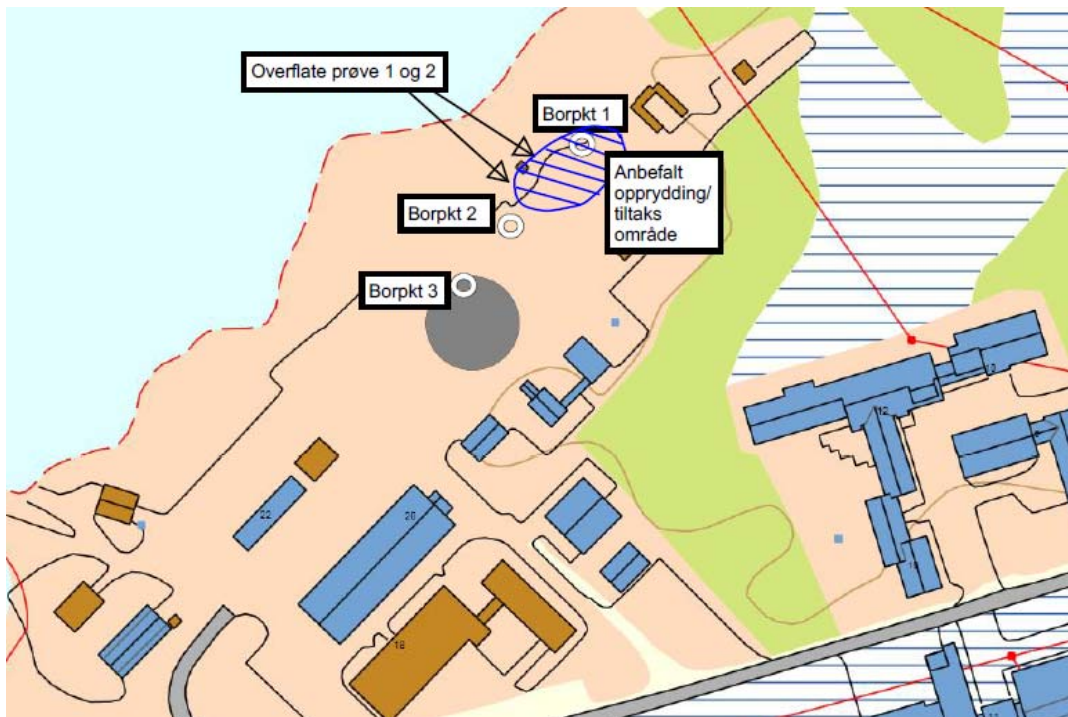
Figur 3. Kart som viser inndeling av de områder som følges opp spesielt i denne rapporten.

5.0 TIDLIGERE STUDIER

Nedenfor følger en kort presentasjon av tidligere utførte undersøkelser. Det tas her kun opp påvist forurensing som overskrider akseptkriteriene (metaller, alifater og Sum16 PAH), eller normverdi/grenseverdi for PFOS og PFOA. Alle resultater er sammenstilt i kart i vedlegg 2.

5.1 Rambøll, 2012 – Miljøteknisk grunnundersøkelse, datarapport og tiltaksplan

I forbindelse med renovering av brannfeltet utførte Rambøll en miljøteknisk grunnundersøkelse innenfor dette området. Det ble tatt ut jordprøver, ved hjelp av skovelbor, i tre punkter. Det ble boret ned til maks. 2,5 m under terreng. Det ble registrert løsmasser av sand og grus i øvre 0,5-1 m, over morenemasser. Fjell ble påvist 0,9-2,5 m under terreng. Undersøkelsen ble senere komplettert med to stk. overflateprøver (0-0,1 m). Alle resultatene er presentert i en tiltaksplan /10/. For lokalisering av prøvepunktene se Figur 4.



Figur 4. Situasjonsplan som viser prøvepunktene fra miljøteknisk grunnundersøkelse/tiltaksplan utført i 2012. Figuren er hentet fra Rambølls rapport /10/.

5.1.1 Resultater, Rambøll 2012

Alle målte konsentrasjoner av metaller, alifater, SUM16 PAH, BTEX og SUM7 PAH tilsvarende tilstandsklasse 1, dvs. konsentrasjoner under normverdiene.

For PFOS er det målt en konsentrasjon på 174 µg/kg, dvs. som overskrider normverdien, i én av prøvene fra prøvepunkt 1. I prøvepunkt 2 er det målt en konsentrasjon på 35,1 µg/kg, dvs. som overskrider den svenske grenseverdien for mindre følsom arealbruk.

Det er ikke påvist konsentrasjoner av PFOA over deteksjonsgrensen i noen av prøvene.

5.2 Forsvarsbygg, 2012 – Miljøteknisk undersøkelse

Forsvarsbygg Futura gjennomførte i 2012 en miljøteknisk undersøkelse av brannøvingsfeltet /11/. Det ble tatt ut jordprøver fra 10 prøvepunkter, analysert dreisvann fra øvingsplassen, nedsetting av tre grunnvannsbrønner og analyse av grunnvann fra disse, samt analyse av biotaprøver (albuesnegl) fra steinene på utsiden av steinfyllingen som utgjør kystlinje mot fjorden i vest. For lokalisering av prøvepunkter se Figur 5.



Figur 5. Situasjonsplan som viser prøvepunktene fra miljøteknisk undersøkelse utført i 2012. Det er tatt ut jordprøver fra prøvepunktene 1-10, og det er etablert grunnvannsbrønner i punkt 3, 5 og 8. I tillegg er det analysert drensvann fra øvingsfeltet samt biotaprøver (albuesnegl). Bildet er hentet fra Forsvarsbyggs rapport /11/.

5.2.1 Resultater, Forsvarsbygg 2012

Alle jordprøver har konsentrasjoner av metaller og SUM16 PAH som oppfyller akseptkriteriene. For alifater er det påvist konsentrasjoner over akseptkriteriene i to punkter (punkt 4 og punkt 7), i nivåer som tilsvarer tilstandsklasse 5. BTEX er påvist i konsentrasjoner over normverdi i to punkter (punkt 7 og punkt 10).

Det er påvist PFOS over normverdi i 13 prøver fra seks prøvepunkter (punkt 2, 4, 5, 7, 9 og 10). To av disse overskrider 1000 µg/kg. Utover dette er det sju prøver fra fem prøvepunkter (punkt 3, 5, 6, 7 og 8) der konsentrasjonene ligger mellom 20 – 100 µg/kg (dvs. over den svenske grenseverdien for mindre følsom arealbruk). For PFOA er det kun påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen i tre prøver fra to prøvepunkter (punkt 7 og 10).

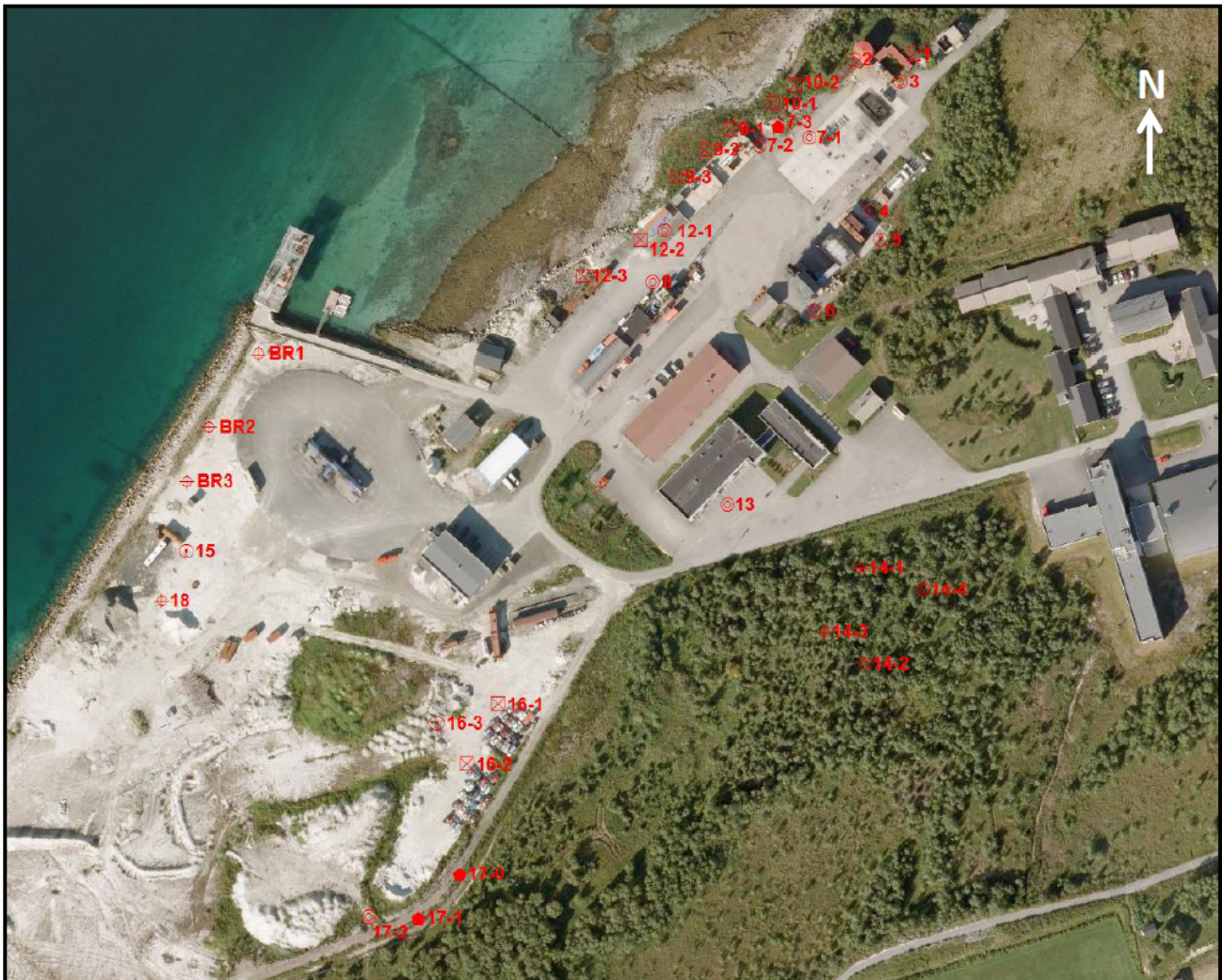
Grunnvannsbrønnene var plassert nær fjorden, og analyseresultatene viser at det var et stort innslag av sjøvann i brønnene. Resultatene er dermed sammenlignet med tilstandsklassene for kystvann. Grunnvannsprøvene fra brønn 3, 5 og 8 tilsvarer hhv. tilstandsklasse IV, V og III pga. av høye kobberverdier. Også andre metaller er påvist i konsentrasjoner som overskrider øvre grense for tilstandsklasse II, men i lavere grad enn for kobber.

PFAS-konsentrasjoner i vannprøver (grunnvannsprøver og drensvann fra kum) viser alle konsentrasjoner for PFOS i tilstandsklasse III, og for PFOA i tilstandsklasse II. PFOS-konsentrasjonene innebærer at nivåene overskrider akseptkriteriene.

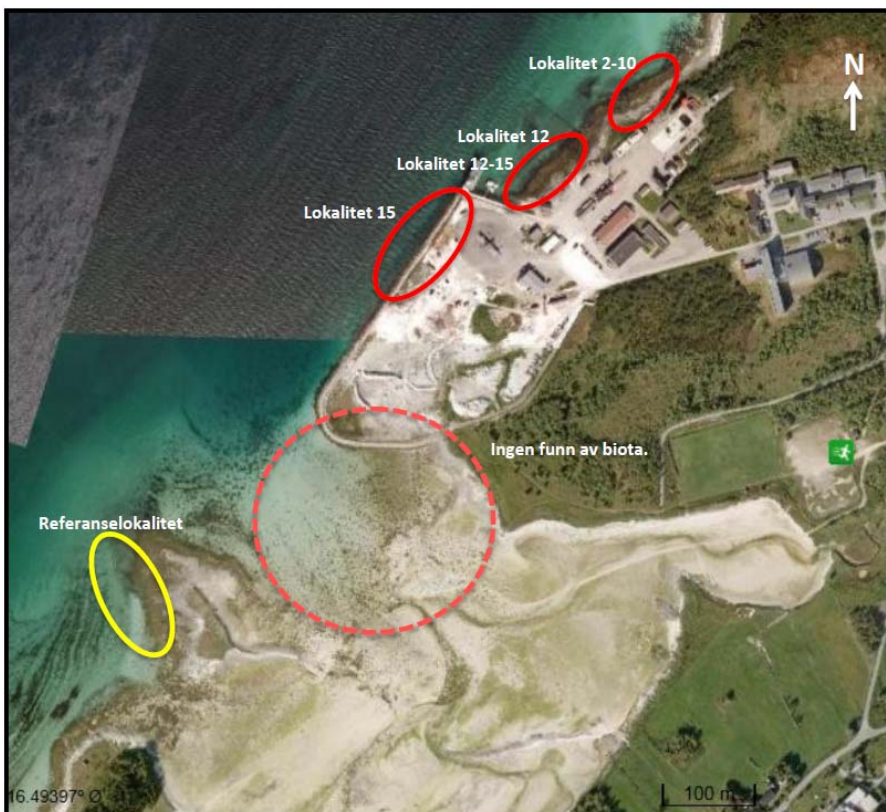
Biotaprøven hadde en konsentrasjon som er lavere enn grenseverdien for biota.

5.3 Multiconsult, 2013 – Miljøundersøkelse fase 2

Multiconsult gjennomførte miljøteknisk grunnundersøkelse på hele området til brannskolen i 2013 /12/. Det ble tatt ut jordprøver fra 0,5-6 m dybde i 28 prøvepunkter ved hjelp av gravemaskin, borerigg eller håndholdt utstyr. Det ble også installert tre grunnvannsbrønner, i punkt 14-1, 14-3 (i skogområdet sør for brannstasjonen) og punkt 18 (syd for de eksisterende brønnene på BØ-SYD). I tillegg ble det samlet inn biotaprøver av blåskjell og albueskjell, fra strandsonen rundt brannskolen, samt i et referansepunkt. Prøvepunkter for jord og grunnvann vises i Figur 6, og prøvelokaliteter for biotaprøver vises i Figur 7.



Figur 6. Situasjonsplan som viser prøvepunktene fra miljøteknisk grunnundersøkelse utført i 2013. Det er tatt ut jordprøver fra prøvepunktene 1-10 og 12-18, og det er etablert grunnvannsbrønner i 14-1, 14-3 og 18. I tillegg vises de tre grunnvannsbrønnene som ble etablert i 2012: BR1, BR2 og BR3. Bildet er hentet fra Multiconsults rapport /12/.



Figur 7. Situasjonsplan som viser lokaliteter for innsamling av blåskjell og albuesnegl med rød sirkel, og referanselokalitet med gul sirkel. Bildet er hentet fra Multiconsults rapport /12/.

5.3.1 Resultater, Multiconsult 2013

I 32 av 40 jordprøver tilsvarer konsentrasjonene av analyserte stoffer tilstandsklasse 1, dvs. at nivåene ikke overskrider normverdiene. Av påvist forurensing er det kun bly og alifater som er påvist i konsentrasjoner som overskrider tilstandsklasse 3. Målte konsentrasjoner tilsvarer tilstandsklasse 5, og er påvist i lokalitet 12 (prøve 12-2B og 12-3B, for bly), og mellom lokalitet 4 og 5 (prøve 4-5, for alifater). De mest forurensede områdene anses å være svært begrensede, og risikovurdering utført av Multiconsult tilsier at det er forsvarlig at massene med disse konsentrasjonene kan bli liggende, frem til det eventuelt skal gjennomføres tiltak.

For PFAS er det påvist PFOS over normverdi i ni prøver fra seks prøvepunkter (av totalt 36 analyserte prøver fra 19 prøvepunkter). Høyest påvist konsentrasjon var i prøvepunkt 14-1, der det ble påvist 27 000 µg/kg. Utenfor de fire prøvepunktene i område 14 er det ingen prøver med påvist PFOS som overskrider 1000 µg/kg.

Av grunnvannsprøvene så tilsvarer alle prøver (brønn 1-3, 18, 14-1 og 14-3) tilstandsklasse III for PFOS, og tilstandsklasse II for PFOA.

5.4 Multiconsult, 2014 – kompletterende prøvetaking i skogspartiet

Multiconsult gjennomførte en kompletterende miljøteknisk grunnundersøkelse i skogspartiet sør på området i 2013 /13/. Det ble tatt prøver av overflatejord i sju prøvepunkter, se Figur 8.

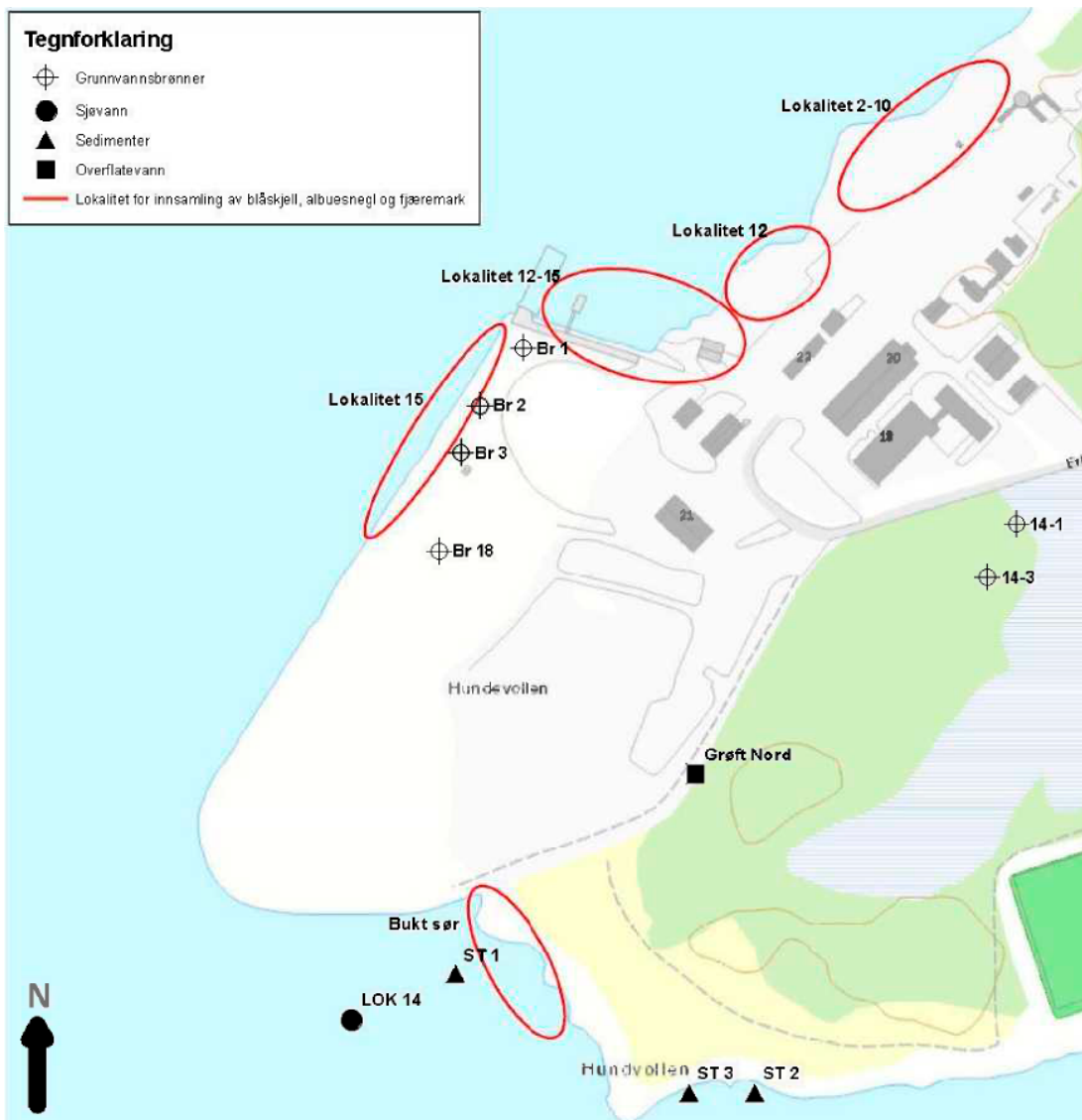


Figur 8. Flyfoto som viser omtrentlig plassering av prøvetakingspunkter i skogspartiet. Røde firkanter viser prøvepunkter fra undersøkelse utført i 2014 /13/, og gule firkanter viser prøvepunkter fra undersøkelse utført i 2013 /12/. Bildet er hentet fra Multiconsults rapport /13/. Enda det ikke fremkommer av bildet, så er det etablert grunnvannsbrønn i både 14-1 og 14-3.

Alle prøvene (14A-14G) har PFOS konsentrasjoner over normverdien. Seks av de syv prøvene har konsentrasjoner som overskrider 1000 µg/kg, og den høyeste konsentrasjonen, 21 000 µg/kg, ble påvist i punkt 14D.

5.5 Multiconsult, 2014 – Overvåking

Multiconsult utførte miljøteknisk undersøkelse i 2014, med uttak av prøver av grunnvann, overflatevann, sjøvann, sediment og biota (blåskjell, albuesnegl og fjæremark), for å undersøke spredning av forurensing fra brannskolen /14/. Kart som viser prøvetakingspunkter vises i Figur 9.



Figur 9. Kart som viser prøvetakingspunkter med symboler iht. prøvetype, samt prøvetakingsområder for biotaprøver med rød sirkel. Kartet er hentet fra Multiconsults rapport /14/.

Følgende prøver ble analysert:

- **Grunnvann:** det ble tatt ut prøver fra de seks eksisterende grunnvannsbrennene
- **Overflatevann:** det ble tatt ut én prøve av overflatevann fra 'grøft nord', sør for øvingsfeltet for bilbrann (videre kalt 'grøft' i denne rapporten).
- **Sjøvann:** det ble tatt ut én prøve fra bukta sør for brannøvingsfeltet (lokalitet 14)
- **Sedimenter:** det ble tatt ut tre prøver av overflatesedimenter fra bukta sør for brannøvingsfeltet (lokalitet 14)
- **Biota:** det ble tatt ut prøver av blåskjell og albuesnegl fra fire områder nedstrøms brannskolen (lokalitet 2-10, 12, 12-15 og 15), samt fra en referansestasjon nord for brannskolen. Referansestasjonen fremkommer av sammenstillingskart i vedlegg 2. I tillegg ble det tatt ut prøver av fjæremark fra bukta sør for brannøvingsfeltet (lokalitet bukt sør).

5.5.1 Resultater, Multiconsult 2014

Vannprøver fra brønn 1, 2, 3, 18 og 14-1, samt overflatevann fra grøft, har PFOS-konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse III. Konsentrasjonen i brønn 14-1 er på 32 µg/l, hvilket ligger nær øvre grense for tilstandsklasse III på 36 µg/l. Konsentrasjonene i prøven fra brønn 14-3 er under deteksjonsgrensen, men deteksjonsgrensen er så høy at den tilsvarer tilstandsklasse III.

Prøve av sjøvann er under kvantifiseringsgrensen for PFOS, men kvantifiseringsgrensen er så høy at den tilsvarer tilstandsklasse III.

De tre sedimentprøvene har PFOS-konsentrasjoner under kvantifiseringssgrensen for PFOS, men kvantifiseringsgrensen er så høy at den tilsvarer tilstandsklasse III.

Av biotaprøvene er det to prøver som har PFOS-konsentrasjoner som overskrider grenseverdien. Det er i lokalitet 12 og 12-15, hvor prøver av albuesnegl overskrider grenseverdien for biota.

5.6 Videre oppfølging av overvåking, 2015-2017

Multiconsult/Forsvarsbygg har videreført overvåking av grunnvannet i skogspartiet, samt biota i lok 12-15, i 2015 og 2017. Golder er kun kjent med analyserapporter og rapportering i et notat datert 2.10.2017.

5.6.1 Resultater

Både grunnvannsprøven fra 2015 og 2017 fra brønn 14-1 har konsentrasjoner av PFOS som overskrider øvre grense for tilstandsklasse III. Resultatene fra 14-3 tilsvarer begge tilstandsklasse III. For PFOA tilsvarer resultatene fra begge brønner, for både 2015 og 2017, tilstandsklasse II.

For biota ble det i 2015 målt en PFOS konsentrasjon i albuesnegl i lokalitet 12-15 som overskrider grenseverdien, øvrige prøver (PFOS og PFOA, albuesnegl og blåskjell, 2015 og 2017) har nivåer under grenseverdien for biota.

6.0 SAMMENSTILLING OG DAGENS SITUASJON

Alle prøveresultater fra de tidligere prøvetakingene er sammenstilt i kart i vedlegg 2.

6.1 Jord

Det er påvist PFAS-konsentrasjoner over normverdi i alle de tre undersøkte områdene: BØ-nord, BØ-syd og skogspartiet. Undersøkelsen fra 2013 viser også én prøve over normverdi sør på Hundevollen (punkt 17-2). Generelt viser dette at det finnes PFAS innenfor hele området til brannskolen. Det er ikke utført undersøkelser med analyse av PFAS ved alle brannobjekter, slik at det er mistanke om PFAS-forurensing også andre steder innenfor brannskolens område.

Den høyeste påviste forurensingen foreligger i skogsområdet sør for brannstasjonen. Her er det påvist konsentrasjoner over normverdi i ni av 11 punkter. Åtte av disse overskrider 1000 µg/kg. Den høyeste påviste konsentrasjonen er på 27 000 µg/kg. Det er kun ett prøvepunkt som har PFOS-konsentrasjon < 20 µg/kg.

På BØ_SYD er det påvist PFOS over normverdi i seks prøvepunkter. I to av disse er konsentrasjonene > 1000 µg/kg. Det er kun to prøvepunkt som har PFOS-konsentrasjon < 20 µg/kg.

På BØ_NORD er det påvist PFOS over normverdi i fem punkter, alle verdiene ligger mellom 100-1000 µg/kg. 11 punkter har PFOS-konsentrasjon < 20 µg/kg.

De høyeste PFOS-konsentrasjonene er påvist i topplaget, 0-0,1 m, unntatt i punkt 7, der den høyeste konsentrasjonene er påvist i dypereliggende lag, i prøve fra 2,5 m.

Utover PFAS er det også analysert for andre prioriterte miljøgifter (metaller, alifater, PAH, BTEX og PCB) i flere av jordprøvene. Av nivåer som overskrider akseptkriteriene for 'sentrumsområder, kontor og forretning' er det påvist bly i tilstandsklasse 5 i to prøvepunkter (12-2 og 12-3), alifater i tilstandsklasse 5 i tre prøvepunkter (5, punkt 4 og punkt 7) og bensen i tilstandsklasse 5 i to prøvepunkter (punkt 7 og punkt 10).

6.2 Grunnvann og overvann

Det er analysert vannprøver fra ni grunnvannsbrønner (der de tre første brønnene fra 2012, i punkt 3, 5 og 8, har omtrent samme plassering som de tre brønnene som ble etablert i 2013, brønn 1, 2 og 3). De to brønnene i skogspartiet (14-1 og 14-3) har de lengste måleseriene med analyseresultater fra 2013, 2014, 2015 og 2017. To prøver overskrider tilstandsklasse III. Det er de to siste prøvene (2015 og 2017) fra brønn 14-1, som har de høyeste konsentrasjoner på hhv. 37,6 µg/l og 57 µg/l.

Det er ved to tilfeller analysert prøve av overvann. Den ene prøven, 'kum' (Forsvarsbygg, 2012), var av drensvann fra flybrannøvningsområdet. Det ble påvist alifater i prøven (280 µg/l), samt PFOS og PFOA i hhv. tilstandsklasse III og II. Den andre prøven av overflatevann, 'grøft' (Multiconsult, 2014), tatt rett sør for bilbrannøvningsområdet, viser PFOS og PFOA i hhv. tilstandsklasse III og II.

6.3 Spredning (sjøvann, sediment og biota)

Det er tatt én prøve av sjøvann. Analyseresultatet er under kvantifiseringsgrensen for PFOS, men kvantifiseringsgrensen er så høy at den tilsvarer tilstandsklasse III.

Det er analysert tre sedimentprøver (Multiconsult, 2014). Det er ikke påvist PFAS over deteksjonsgrensen i noen av prøvene, men deteksjonsgrensen for PFOS og PFOA er så høy at den ligger i hhv. tilstandsklasse III og II.

Det er påvist PFOS over grenseverdien for biota i tre av 24 prøver, inkl. fire referanseprøver (Forsvarsbygg 2012, Multiconsult 2013, Multiconsult 2014 og Multiconsult/Forsvarsbygg 2017).

7.0 MASSEBESKRIVELSE I DE AKTUELLE OMRÅDER

7.1 Dybde til fjell

Det foreligger en geoteknisk rapport fra 1996 /15/ for tre avgrensede områder innenfor brannskolen: gymnastikksalen, øvingstårn og kjemikalieplattform. Det er angitt fjellnivå i 13 borepunkter. Dybde til fjell varierer mellom 0,8 m, i området for gymnastikksalen (øst på brannskolen, utenfor de tre aktuelle områdene), til 3,6 m, i området for kjemikaliehuset som er lokalisert i BØ_SYD.

I området BØ_NORD er det angitt i rapport fra Rambøll, 2012, at det er fjell i dagen både øst og vest for brannøvningsområdet. I de tre prøvepunktene er det truffet på fjell på hhv. 2,5 m, 1,6 m og 0,9 m, se kap. 5.1.

7.2 Massebeskrivelse

Vestre del av BØ_SYD består av steinfylling ut mot sjøen.

Geoteknisk rapport fra 1996 /15/ beskriver massene i de tre undersøkte områdene som enten sand eller morene. I to av punktene, i området for kjemikaliehuset som er lokalisert i østre del av BØ_SYD, er det også notert humus i løsmassene.

Tidligere undersøkelser fra skogspartiet beskriver toppjorden (0-0,1 m) som torvmasser med noe sand og grus.

8.0 SAMMENLIGNING MED TILSVARENDE PROSJEKTER, OG PÅLEGG OM TILTAK

Golder har gjennomgått informasjon som foreligger om PFAS-forurensede lokaliteter, varsler fra Miljødirektoratet om pålegg om vurdering av forurensningsnivå og miljørisiko knyttet til PFAS-forbindelser i jord, vann og biota, samt eksisterende tiltaksplaner for lokaliteter med påvist forurensning av PFOS.

Miljødirektoratet rapporterer at Avinor har gjennomført miljøundersøkelser rundt brannøvingsfeltene ved 43 flyplasser rundt om i landet. Resultatene viser at grunnen er forurenset med PFOS på de fleste flyplassene /16/.

Miljødirektoratet og Fylkesmannen følger også opp andre steder der det tidligere har blitt brukt brannskum med PFOS. Det gjelder blant annet Gardemoen, eid av OSL, som ble pålagt å starte opprydding i 2015, med rensing av forurenset grunnvann i første trinn. I tillegg handler det om et mindre antall flyplasser som Forsvaret har ansvaret for, noen opplæringsentre hvor det gjennomføres brannøving og enkelte industrivirksomheter som har brukt PFOS til brannøving.

Tidligere undersøkelser har påvist forurensning og spredning av PFAS ved Luftforsvarets brannøvingsfelt ved Rygge, Ørland, Bodø, Andenes, Bardufoss, Evenes, Banak og Høybukta. Basert på dette ble Forsvaret i 2015 pålagt videre undersøkelser og tiltaksvurderinger av Miljødirektoratet /17/. Miljødirektoratet angir i varsel om pålegg vann fra oljeutskillere som en av de viktigste spredningsveiene av PFAS fra områder med fortsatt aktive brannøvingsfelt. Forsvaret anmodes om å vurdere tiltak for å hindre eller begrense utslipp av PFAS ved blant annet å se på muligheten for å rense vann fra oljeutskillere, før dette slippes ut i sjø, eller til kommunalt nett uten kapasitet til å rense avløpsvannet for PFAS-forbindelser.

I det etterfølgende presenteres de viktigste resultatene fra et utvalg av de største brannøvingsfeltene i landet.

8.1 Rygge

Rygge er ansett for å være den mest forurensede av Forsvarets brannøvingsfelt, med hensyn på PFOS. Det er målt opptil 5 000 µg/kg ved øvingsplattformen, og det er målt høye konsentrasjoner i grunnvannet, Svartbekken og Vannsjø. Det ble satt i gang rensing av grunnvann på Rygge i 2013. Pålegget fra Miljødirektoratet innebærer kartlegging av forurensingen, kilder og spredningsveier, kartlegging av drikkevannskilder, samt utarbeide et overvåkingsprogram for Vannsjø. Forsvaret må også fortsette arbeidet med å optimalisere renseanlegget for grunnvann.

8.2 Ørland

Etter undersøkelser rapportert i 2012 og 2013 ble Ørland flystasjon pålagt ny redegjørelse, da Miljødirektoratet vurderte forurensningssituasjonen som betydelig mer alvorlig enn forespeilet i rapportene. I tillatelse til graving i forurenset grunn datert 8.10.2015 gav Miljødirektoratet videre krav om kartlegging og overvåking, samt total massebalanse for tiltak på Ørland. I tillatelsen er det konstatert at spredning av PFAS forekommer i all hovedsak via dremsledningene, og ikke via grunnvann.

Tiltaksplan fra 2016 /23/ rapporterer PFOS-verdier i jordprøver med konsentrasjoner opp til 2 770 µg/kg.

I tillatelse til graving er det satt følgende grenseverdier for PFOS-forurensede masser:

- < 3 µg/kg er å anse som rene masser (NB: dette ble gitt før det forelå forslag om ny normverdi)
- < 30 µg/kg kan omdisponeres lokalt
- > 30 µg/kg må fjernes

8.3 Bodø, Andøya og Bardufoss lufthavner

Pålegget fra Miljødirektoratet /17/ innebærer at Forsvaret må gjennomføre ytterligere undersøkelser for å kartlegg forekomst, spredning og spredningsveier for PFAS-forbindelser ved hver enkelt lokalitet. Drikkevannskilder, samt uttak av grunn- og overflatevann må også kartlegges. Det skal også fastsettes miljømål basert på risikovurdering om PFAS-forurensingen er uakseptabel, samt gjennomføres tiltaksvurdering. I pålegget rapporteres påviste nivåer av PFOS, med høyest påvist konsentrasjon i jordprøver på:

- 3 810 µg/kg i Bodø
- 2 990 µg/kg på Andøya
- 24 700 µg/kg i Bardufoss

8.4 Evenes

Forsvaret må kartlegge bruken av brannskum på Evenes, og gjennomføre ytterligere undersøkelser av jord, grunn-, sige- og overflatevann for å kartlegge kildeområder og spredningsveier. Tidligere utførte undersøkelser viser høye konsentrasjoner i ferskvannsresipient og biota, og Miljødirektoratet mistenker at det kan foreligge mer forurensing på området enn hva som er påvist. Pålegget inkluderer også å utarbeide et overvåkingsprogram. Det legges særlig vekt på Evenes pga. resipientens høye økologiske verdi som Ramsar-område.

Miljødirektoratet har også gitt Avinor pålegg om å utarbeide en tiltaksplan for å fjerne og hindre videre utslipp av miljøgiften PFOS fra brannøvingsfeltene på Evenes /18/.

Tiltaksplan for Evenes fra 2015, som ble utarbeidet som følge av pålegget fra Miljødirektoratet, viser følgende PFOS-/PFAS-forurensing fra BØF (brannøvingsfelt) B (som har de høyeste påviste konsentrasjonene) /19/:

- PFOS-konsentrasjoner på 500-12 000 µg/kg i jordprøver nær de eldste brannøvingsfeltene, der de fleste prøvene består av torv fra myrområde.
- I vannprøver av overvann fra to kummer er det målt PFOS-/PFAS-konsentrasjoner på 31,6/94,4 µg/l og 33,6/69,1 µg/l.
- Overvannet slippes ut til Langvatn, der det er målt PFOS/PFAS på 0,580/0,626 µg/l. Langvatn drenerer videre til Lavangsvatnet.
- I grunnvann ble det målt PFOS/PFAS på 0,0862/0,986 µg/l.
- PFAS konsentrasjoner i røye fra Lavangsvatnet lå mellom 13-62 µg/kg (gjennomsnitt 37,2 µg/kg). Analyse av skrubbe viser verdier innenfor den samme variasjonsbredden som for røye, mens laks viser lavere verdier med et gjennomsnitt på 0,9 µg/kg. I sjørret ble det påvist PFAS mellom 0,61-160 µg/kg.

Tiltaksplan for Evenes fra 2015 foreslår miljømål på 0,007 µg/l ved utløp av Lavangsvatnet /19/.

Nytt varsel fra Miljødirektoratet i 2017 /21/ viser at Avinor blir pålagt opprydning i forurensing ved Evenes flyplass, ved rensing av avrenning, samt kildesporing og utredning om ytterligere oppryddingstiltak. Miljødirektoratet varsler også pålegg om overvåkingsprogram.

8.5 Kjevik lufthavn

Etter pålegg fra Miljødirektoratet i 2014 /22/ er det utarbeidet tiltaksplan for Kjevik lufthavn /24/. Rapporten inkluderer vurdering av egnede tiltak for å stanse, eller redusere, utlekking av PFOS fra forurenset grunn, basert på utført risikovurdering. Etter en kost-nytte-vurdering konkluderes det med en anbefaling om tiltak for å oppnå målsetning om å oppnå konsentrasjoner for PFOS i strandsonen ved Toppdalselva, ved de gamle brannøvingsfeltene, på 0,230 ng/l.

8.6 Trondheim lufthavn, Værnes

Avinor har fått varsel om tillatelse til graving i forurenset grunn i forbindelse med anleggelse av vei som delvis skal gå over Forsvarets tidligere brannøvingsfelt /20/. Tillatelsen gjelder kun deler av tiltaket (med lav grad av PFOS-forurensede masser), og er gitt med begrensninger og krav. Det er påvist PFOS > 20 µg/kg i 10 av 46 prøver, og øvrige prøvepunkter hadde 56,8 – 1 550 µg/kg. Avinor har fått beskjed om at påbegynte arbeider må stanses fram til Miljødirektoratet har fått behandlet saken, og at det må påregnes en viss ventetid. For massene ved tiltaksområdet (veitraseen) som har påvist 23,5 µg PFOS/kg må massene leveres til lovlig deponi (uten mellomagring).

Miljødirektoratet angir at forurensingen må avgrensnes tydeligere, og spredningsveier kartlegges. Det er ikke gitt at masser opptil dagens normverdi (100 µg PFOS/kg) vil kunne bli liggende under veibanen, dette må avgjøres av spredningsvurderinger. Avinor skal forhindre uakseptabel spredning av miljøgifter fra tiltaksområdet.

9.0 BEHANDLINGSMETODER FOR PFAS-FORURENSEDE MASSER

Behandlingsmetoder for sanering av PFAS er under utvikling. Noen metoder er tatt i bruk, noen er i testfase, og flere metoder er under utvikling, se vedlegg 3.

9.1 Levering av masser til deponi

Golder er per i dag kjent med to deponier som har tillatelse til å ta imot PFAS-forurensede masser:

Perpetuum AS, midlertidig tillatelse (frem til 15.9.2019) kan ta imot 100 000 tonn PFAS-forurensede masser.

Lindum Oredalen, midlertidig tillatelse (frem til 28.6.2018), kan ta imot 20 000 tonn PFAS-forurensede masser.

9.2 Behandlingsmetoder

9.2.1 Behandlingsmetode for jordmasser

Høytrykksvask

Golder har kjennskap til et prosjekt i Kalmar i Sverige der det er benyttet høytrykksvask for sanering av jordmasser. Det er selskapet SVEVIA som har utført sanering in-situ. SVEVIA melder at metoden er avhengig av at mengden finpartikler i massene ikke er for stor.

Forbrenning

Forurensede masser vil kunne brennes, men det kreves høy temperatur for at PFAS-forurensingen skal bli destruert. Golder er ikke kjent med hvilke anlegg som kan ta imot slike masser, eller hva det vil koste. Golder i Sverige har tidligere undersøkt dette alternativet for et prosjekt i Sverige, men levering til forbrenning var ikke et prioritert alternativ pga. usikkerhet rundt mottak samt høye kostnader.

9.2.2 Behandlingsmetoder for grunnvannsrensing

Slik angitt i kap.8.0 er det pågående prosjekt med rensing av grunnvann i Norge: Gardermoen og Rygge. Det er her satt ned grunnvannsbrønner, og grunnvannet pumpes opp og passerer et rensetrinn med aktivt kull, før det føres tilbake til grunnen.

Det finnes også metode for grunnvannsrensing med omvendt osmose, men Golder er ikke kjent med at dette er benyttet i Norge.

10.0 FREMDRIFT OG SANNSYNLIGE SCENARIER FOR BRANNSKOLEN

10.1 Forutsetninger og antagelser mtp. grenseverdier og pålegg

Det planlegges tiltak på brannskolen som vil medføre graving. For å få tillatelse til graving i forurenset grunn må man ha en godkjent tiltaksplan for gravearbeidene, og etter utført graving skal området oppfylle akseptkriteriene for arealbruken. Gravearbeidene skal ikke medføre spredning av forurensing.

Det foreligger ikke tilstandsklasser for PFOS, eller andre PFAS-forbindelser. Det finnes heller ingen nasjonale retningslinjer for tiltaksgrenser, men grenseverdier blir satt stedsspesifikt basert på lokale forhold, spredningsrisiko og resipienter.

Basert på erfaringer fra andre prosjekter er det rimelig å anta at ev. tiltaksgrense for PFOS for brannskolen vil bli 20-30 µg/kg. Det er i denne rapporten antatt en tiltaksgrense på 20 µg/kg. Dvs. det antas at masser med høyere PFOS-konsentrasjoner må fjernes fra området.

I tillegg er det rimelig å anta at det vil komme pålegg fra Miljødirektoratet om videre kartlegging av områder som ikke er dekket av tidligere undersøkelser, samt overvåking av spredning, og ev. om tiltak for å hindre spredning. Overvåking av spredning vil innebære videre prøvetaking av vann, sediment og biota, og vil sannsynligvis medføre behov for etablering av flere grunnvannsbrønner.

10.2 Videre kartlegging

Områder som ikke er dekket av tidligere kartlegginger, og som vil bli berørt av planlagte arbeider, må kartlegges for forurensing. Med forurensing menes både PFAS og øvrige prioriterte miljøgifter. Dette gjelder i hovedsak området BØ_SYD der det er store områder som ikke har blitt prøvetatt tidligere, samt SKOGSOMRÅDE. Ytterligere kartlegging i BØ_NORD vil kunne avgrense forurensete områder, slik at mengden masser som må fjernes kan minimeres.

Veileder fra Miljødirektoratet /2/ angir hvor mange prøvepunkter det bør være som et minimum på et område basert på størrelsen av området, samt om det foreligger kjente kilder til forurensing. For BØ_NORD og BØ_SYD finnes det kjente kilder til forurensing, men ikke for SKOGSOMRÅDE. I Tabell 4 vises hvor mange ekstra prøvepunkter som er nødvendig for å oppfylle kravene i veilederen. Det gjøres oppmerksom på at dette ikke er eksakte tall, da det også kan være behov for å avgrense tidligere påvist forurensing og/eller andre årsaker som gjør det ønskelig med flere prøvepunkter.

Tabell 4. Estimert behov for antall prøvepunkter per område.

	BØ_NORD	BØ_SYD	SKOGSOMRÅDE
Estimert areal for prøvetaking	14 000	23 000	12 000
Antall prøver totalt iht. veileder	48	66	26
Prøvetatte prøvepunkter	19	2	0
Manglende ant. prøvepunkter	29	64	26

Spredning av PFOS er bl.a. avhengig av vannløslighet og sorption av PFOS til jordpartikler. Fordelingen av PFOS mellom jord og vann angis med K_d -verdien. Det er kjent at K_d -verdien for PFOS er forskjellig i forskjellige matriser. Det anbefales at det utføres undersøkelser for å bestemme K_d -verdien i massene i de aktuelle områdene.

10.3 Sannsynlige pålegg fra miljømyndighet

Basert på hva Miljødirektoratet tidligere har gitt av pålegg for lufthavner, se kap.8.0, så er det sannsynlig at det må utføres en risikovurdering inkl. spredningsvurdering slik at total mengde PFOS (samt alternativt også andre PFAS) kan estimeres, og det kan settes opp en massebalanse for PFOS/PFAS.

Det er også sannsynlig at det vil pålegges overvåking av spredning, samt ev. også tiltak for å hindre spredning.

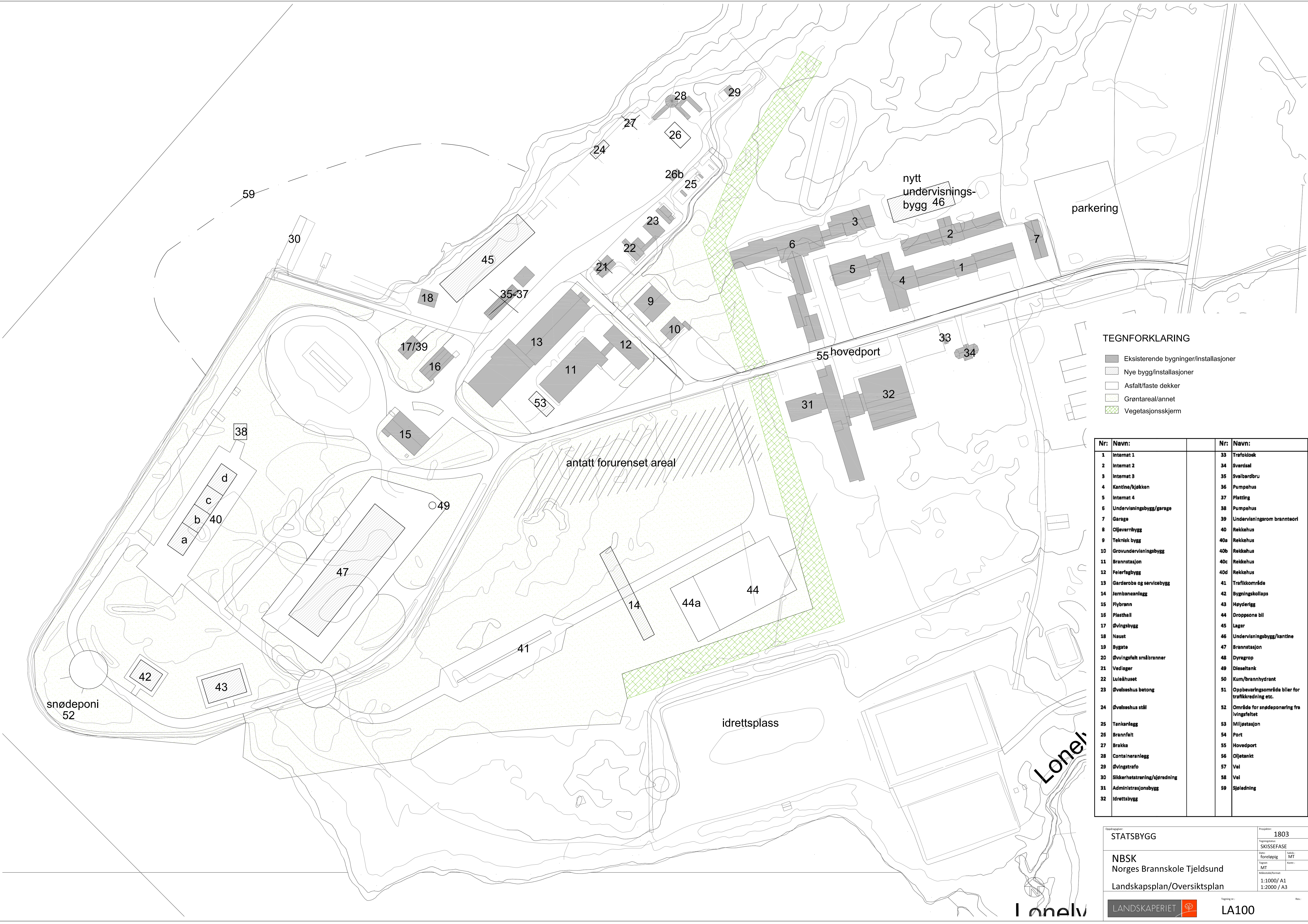
11.0 REFERANSER

1. Forurensingsforskriften, del 1, kap 2.
https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_1-2#KAPITTEL_1-2; 8.2.2018.
2. Miljødirektoratet, 2009, Veileder - Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, TA-2553.
3. Miljødirektoratet, 2016. Veileder – Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, M-608.
4. Miljødirektoratet, 2017. PFOS, PFOA og andre PFAS-er. Publisert 9.6.2017. Hentet fra:
<http://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/prioritetslisten/PFOS-PFOA-og-andre-PFCs/>
5. Miljødirektoratet, 2018. Prioritetslisten.
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Tjenester-og-verktoy/Database/Kjemikalier/Prioritetslisten/>;
8.2.2018
6. Vannforskriften.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>; 8.2.2018
7. Miljødirektoratet, 2017. PFOS, PFOA og andre PFAS; publisert 9.6.2017
<http://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/prioritetslisten/PFOS-PFOA-og-andre-PFCs/#heading3>
8. Miljødirektoratet, 2016. PFAS-forurensing i grunnen – Oppsummering av workshop 26. november 2015, M-622.
9. Miljødirektoratet, 2018. Muntlig kommunikasjon, telefonsamtale med Gunnhild Preus-Olsen, 12.2.2018.
10. Rambøll, 2012. Tiltaksplan opprydding forurenset grunn; Norges brannskole – renovering av eksisterende øvingsfelt; datert 16.05.2012. Oppdragsnr: 7111045A.
11. Forsvarsbygg Futura, 2012. Miljøtekniske grunnundersøkelser – Datarapport; datert: 10.10.2012. Rapportnr: 379/2012.
12. Multiconsult, 2013. Rapport – Miljøundersøkelse Fase 2; DSB Brannskolen Fjelldal; datert: 14.11.2013. Dokumentkode: 711897-RIGm-RAP-001.
13. Multiconsult, 2014. Notat – Miljøundersøkelse jord, skogsområde; Norges Brannskole, Fjelldal; datert: 24.10.2014. Dokumentkode: 711897-RIGm-NOT-003.
14. Multiconsult, 2014. Rapport – Overvåking 2014; DSB Brannskolen Fjelldal; datert: 2.12.2014. Dokumentkode: 711897-RIGm-RAP-002.
15. Berdal Strømme, 1996. Grunnundersøkelse – Beskrivelse av grunnforhold; datert: 6.3.96. Oppdragsnr: 11248, rapportnr: 1.
16. Miljødirektoratet, 2017. Avinor må fjerne brannskumgift på Evenes, 4.5.2017.
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/2017/Mai-2017/Avinor-ma-fjerne-brannskumgift-pa-Evenes/>
17. Miljødirektoratet, 2015. Forsvaret - Varsel om pålegg om videre undersøkelser og tiltaksvurdering for PFAS-forurenset grunn; datert 12.5.2015.
18. Miljødirektoratet, 2015. Krever oppryddingsplan for Evenes, 3.3.2015.
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/2015/Mars-2015/Krever-oppryddingsplan-for-Evenes/>

19. Norconsult, 2015. Tiltaksplan Harstad/Narvik lufthavn, Evenes – Skisseprosjekt; datert 18.12.2015. Oppdragsnummer: 5154270.
20. Miljødirektoratet, 2016. Varsel om tillatelse til graving i forurenset grunn – anleggelse av vei til Forsvarets område ved Trondheim lufthavn, Værnes – Avinor; datert 1.12.2016.
21. Miljødirektoratet, 2017. Varsel om pålegg om opprydding i PFAS-forurenset grunn ved Harstad/Narvik lufthavn – Evenes; datert 21.4.2017
22. Miljødirektoratet, 2014. <http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/2014/Mai-2014/Avinor-ma-rydde-opp-ved-Kjevik/> 27.5.2014
23. Multiconsult, 2016. Revidert tiltaksplan for håndtering av forurenset grunn – kampflybase Ørland; datert 15.4.2016. Dokumentkode: 415980-RIGm-RAP004
24. Norconsult, 2016. Tiltaksplan Kristiansand lufthavn, Kjevik - Skisseprosjekt; datert 13.2.2016. Oppdragsnummer: 5150684.
25. Multiconsult, 2016. Revidert tiltaksplan for håndtering av forurenset grunn; 15.4.2016. Dokumentkode: 415980-RIGm-RAP-004.
26. Forsvarsbygg, 2016. PFAS ved Rygge flystasjon – Tiltaksvurderinger; datert 1.3.2016. Publ./Rapportnr: 867/2016.

VEDLEGG 1

Skisse over planlagte tiltak



TEGNFORKLARING

- Eksisterende bygninger/installasjoner
- Nye bygg/installasjoner
- Asfalt/faste dekker
- Grøntareal/annet
- Vegetasjonsskjerm

Nr:	Navn:	Nr:	Navn:
1	Internat 1	33	Trafikkløkk
2	Internat 2	34	Svalbardbru
3	Internat 3	35	Pumpehus
4	Kantine/kjøkken	36	Pumpehus
5	Internat 4	37	Platting
6	Undervisningsbygg/garage	38	Pumpehus
7	Garage	39	Undervisningsrom brannteori
8	Oljevernbygg	40	Rekkehus
9	Teknikk bygg	40a	Rekkehus
10	Grovundervisningsbygg	40b	Rekkehus
11	Brannstasjon	40c	Rekkehus
12	Feierbygg	40d	Rekkehus
13	Garderobe og servicebygg	41	Trafikkområde
14	Jernbaneanlegg	42	Bygningskollaps
15	Flybrann	43	Høyderigg
16	Plasthall	44	Droppsonn bil
17	Øvingsbygg	45	Lager
18	Naust	46	Undervisningsbygg/kantine
19	Bygate	47	Brannstasjon
20	Øvingsfelt småbranner	48	Dyregrop
21	Vedlager	49	Dieseltank
22	Lulehuset	50	Kum/brannhydrant
23	Øvelseshus betong	51	Oppbevaringsområde biler for trafikkredning etc.
24	Øvelseshus stål	52	Område for snødeponering fra livingsfeltet
25	Tankanlegg	53	Miljøstasjon
26	Brannfelt	54	Port
27	Brakke	55	Hovedport
28	Containeranlegg	56	Oljetank
29	Øvingstrafø	57	Vel
30	Sikkerhetsstrøring/sjøreidning	58	Vel
31	Administrasjonsbygg	59	Sjøledning
32	Idrettsbygg		

Oppdragsgiver: **STATSBYGG**

Prosjekt: **1803**

Tegningsstatus: **SKISSEFASE**

Oppdragsleder: **Forløpig**

Tegner: **MT**

Kontrollør: **MT**

Skala: **1:1000/ A1**

Skala: **1:2000 / A3**

Prosjekt: **NBSK**

Prosjekt: **Norges Brannskole Tjeldsund**

Prosjekt: **Landskapsplan/Oversiktsplan**

Prosjekt: **LANDSKAPERIET**

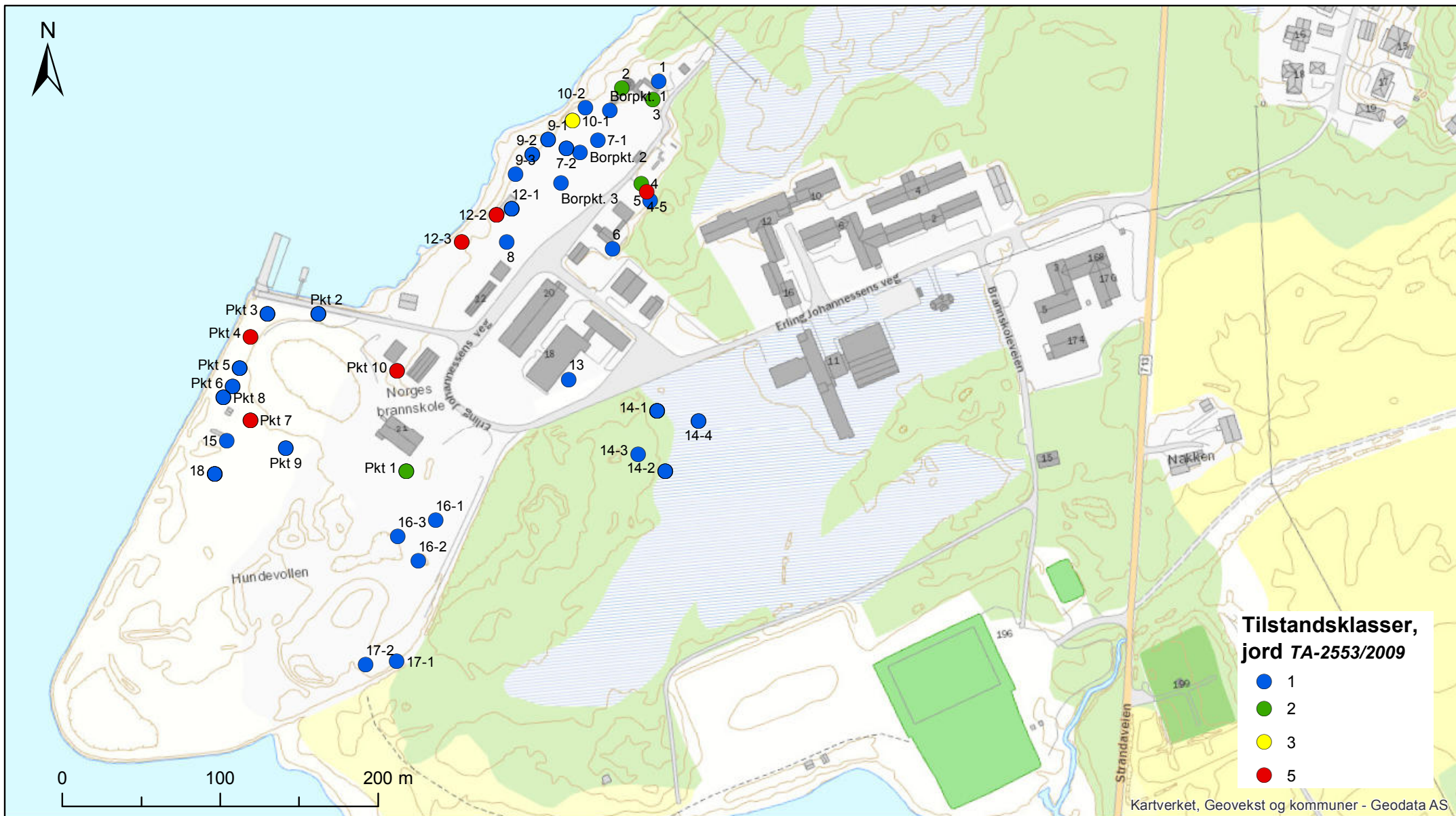
Prosjekt: **LA100**

Lonekv

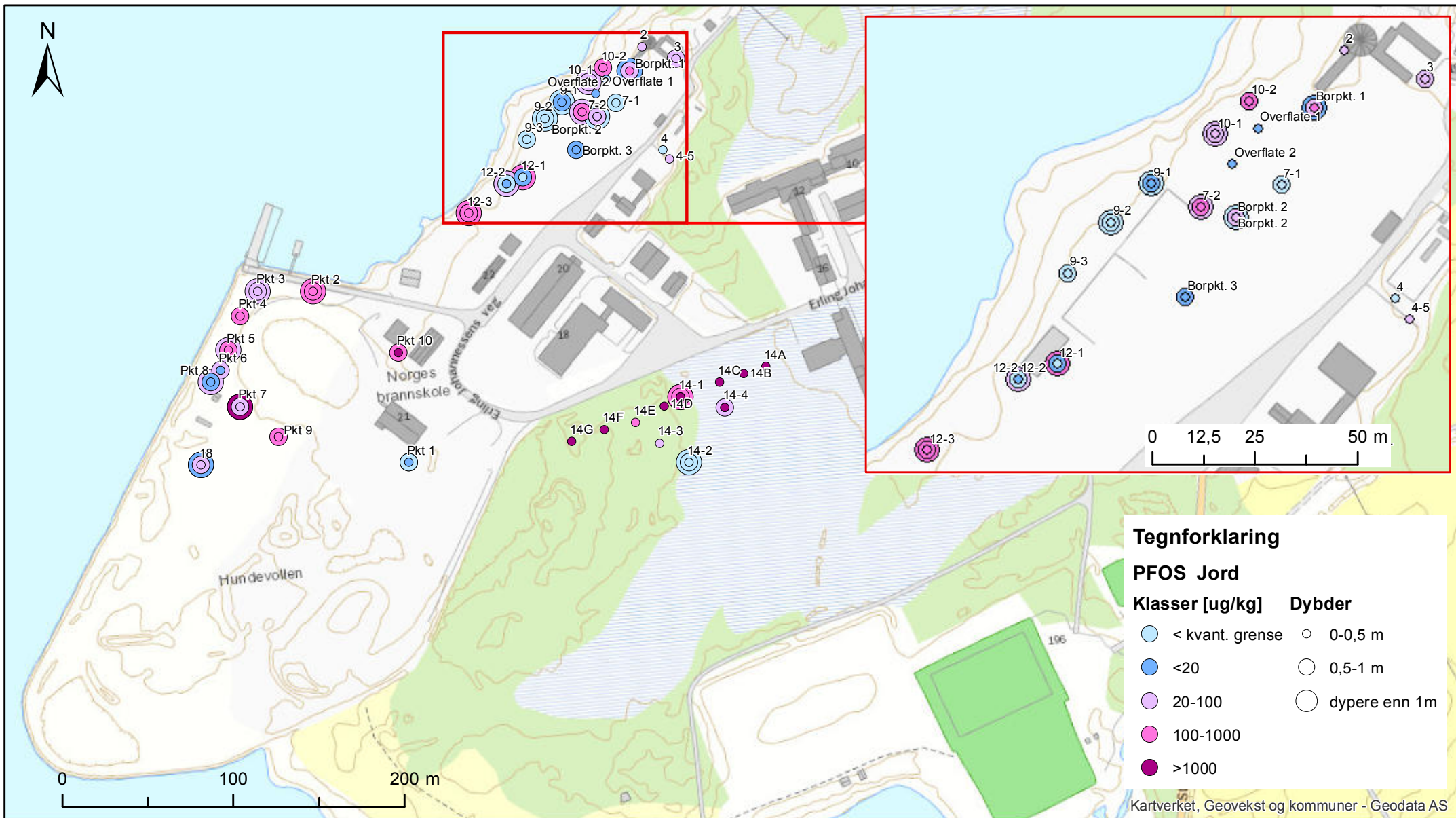
VEDLEGG 2

Sammenstillingskart

- A. Sammenstillingskart for metaller, alifater, BTEX og SUM16 PAH
- B. Sammenstillingskart for PFOS - jord
- C. Sammenstillingskart for PFOS – grunnvann, overflatevann, sjøvann, sediment og biota



Statsbygg		PROSJEKTNUMMER 1450910238	Figur Oversikt
 GOLDER <small>Illebergveien 3, 3011 Drammen, NORGE Tel: [+47] 32 85 07 71</small>	PROSJEKT Norges brannskole, Tjeldsund		INNHOOLD Metaller, alifater, BTEX og PAH i jord
	SIGN hsaevold	Rev. 00	ARK A4
GODKJENNING	DATO 21.02.18	1:3 250	



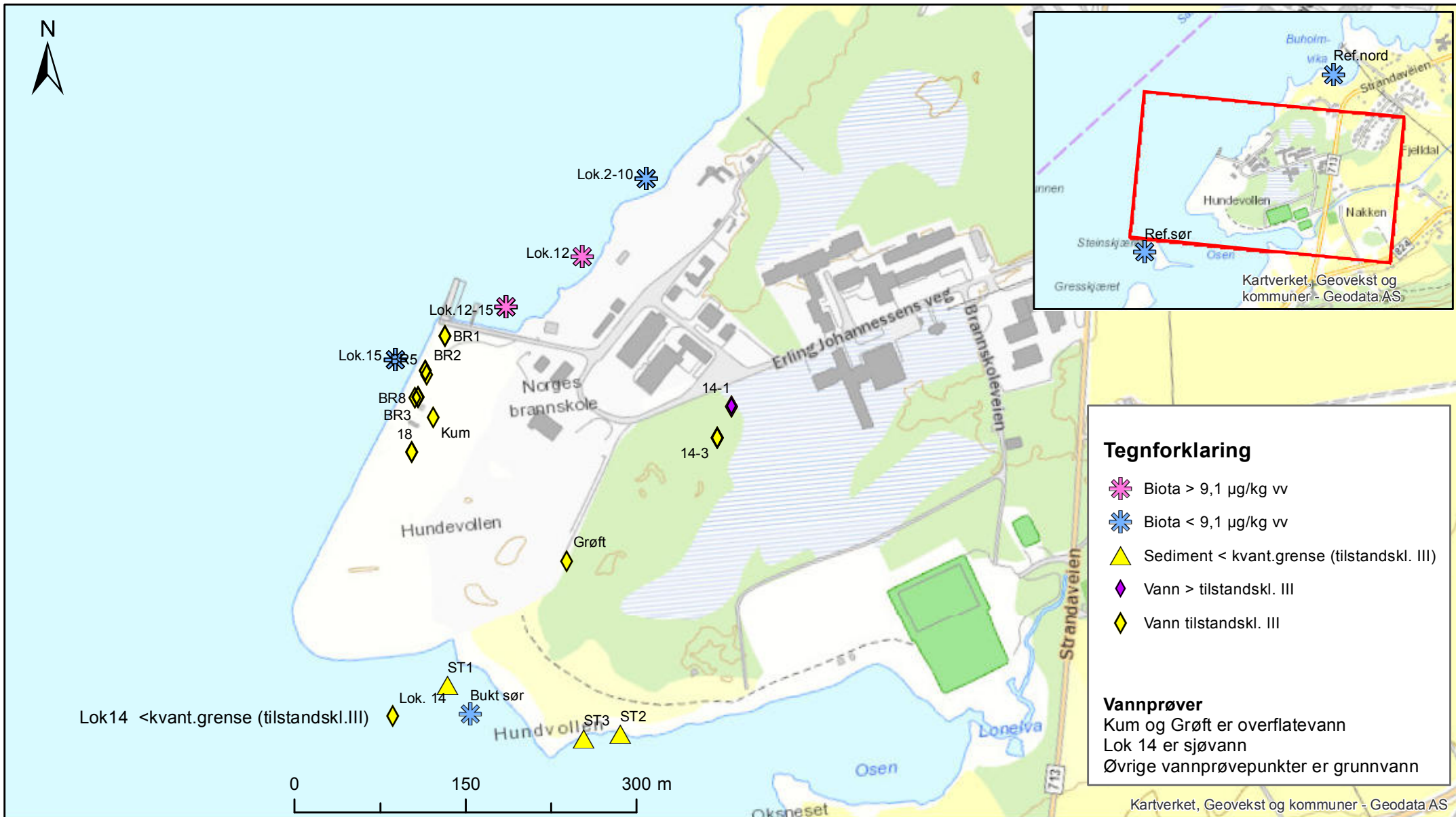
Tegnforklaring

PFOS Jord

Klasser [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Dybder
○ < kvant. grense	 0-0,5 m
○ <20	 0,5-1 m
○ 20-100	 dypere enn 1m
○ 100-1000	
○ >1000	

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

Statsbygg		PROSJEKTNUMMER 1450910238	Figur Oversikt
 GOLDER	PROSJEKT Norges brannskole, Tjeldsund		INNHOOLD PFOS jord
	SIGN hsaevold	Rev. 00	DOKUMENT
GODKJENNING KSK		DATO 07.03.18	ARK A4 1:3 000
<small>Illebergveien 3, 3011 Drammen, NORGE Tel: [+47] 92 85 07 71</small>			



Statsbygg		PROSJEKTNUMMER 1450910238	Figur Oversikt
 GOLDER	PROSJEKT Norges brannskole, Tjeldsund		INNHold PFOS - Biota, sediment, sjø-, grunn- og overflatevann
	SIGN hsaevold	Rev. 00	DOKUMENT
<small>Illebergveien 3, 3011 Drammen, NORGE Tel: [+47] 32 85 07 71</small>		GODKJENNING KSK	DATO 07.03.18
			ARK A4 1:4 500

VEDLEGG 3

Behandlingsmetoder for PFAS- forurensede masser

Conventional	Sorption with granular activated carbon (GAC)	<ul style="list-style-type: none"> Pump and treat with GAC is the most used option to treat groundwater <ul style="list-style-type: none"> Significant amounts of GAC needed (sorption is low - much higher costs than for conventional contaminants; less efficiency in removing PFCAs) Decreasing efficiency as PFAS chain length decreases, cannot effectively retain many short-chain PFAS GAC has to be regenerated at specialized facilities at T>1000°C Organic co-contaminants will compete for sorption sites
Conventional / Research	Sorption with ion exchange resins	<ul style="list-style-type: none"> Contaminant removal achieved by the attraction of the negatively charged PFAS to positively charged functional groups within the resin Most suited for low PFAS concentrations and high water volumes Resins need to be regenerated
	Membrane Filtration	<ul style="list-style-type: none"> Nanofiltration and reverse osmosis
Research	Flocculation	<ul style="list-style-type: none"> Formation of micro-flocculants subsequently removed by sedimentation/filtration
	Electrokinetics and Fungi	<ul style="list-style-type: none"> Electrokinetics used for PFAS breakdown to shorter-chain species which are then bioremediated by fungi
	PRBs and Injections	<ul style="list-style-type: none"> Various media (see Sorption)
	Advanced ISCO	<ul style="list-style-type: none"> Needs careful PFAS characterization and mass balance Difficult to effectively treat (mineralize) all PFAS Risk of transforming fairly immobile sources into highly soluble, mobile PFAAs
Conventional	Excavation / Dredging	<ul style="list-style-type: none"> Currently with landfill disposal or incineration (SS can be used prior to landfilling) Landfill acceptance could become problematic (PFAS in leachate) Incineration is technically feasible, but requires high T (>1000°C to break C-F-bond) and cost (generally feasible for small volumes only) Ex-situ treatments being considered
	Solidification /Stabilization (SS) and/or Capping	<ul style="list-style-type: none"> Activated carbon Cement/bentonite Sorbents or proprietary blends of sorbents and reagents RemBind® - blend of activated carbon, aluminum hydroxide, kaolin and other proprietary additives MatCARE™ - amine modified clay sorbent
Research	Soil washing	<ul style="list-style-type: none"> Likely most effective for PFAS with low sorption to soil Efficiency may decrease with increasing chain length and for precursors
	Advanced ISCO	<ul style="list-style-type: none"> Needs careful source characterization and mass balance Difficult to effectively treat (mineralize) all PFAS Risk of transforming fairly immobile sources into highly soluble, mobile PFAAs



golder.com