

► Harstad/Narvik lufthavn, vurderinger av mengder og kost/effekt ved tiltak for tre PFAS-forurensede lokaliteter

Sammendrag/konklusjon

Avinor ble den 2. august 2018 pålagt av Miljødirektoratet å gjennomføre en samlet vurdering av PFAS-forurensing ved sine lufthavner [1]. Som del av Avinors utsvær av dette pålegget ble det utarbeidet en sammenstilling av utført kartlegging ved alle lufthavnene (Del 1), etterfulgt av en vurdering av mulige tiltak, beregning av kostnad for gjennomføring av tiltak, samt utarbeidet en prioritering av forurensede lokaliteter basert på kost/effekt for tiltaksgjennomføring (Del 2).

Harstad/Narvik lufthavn Evenes var ikke del av pålegget om samlet vurdering da det allerede er pålagt tiltak basert på lokal risiko ved denne lufthavnen. Pålegg om tiltak gjelder nedlagt brannøvingsfelt vest for rullebanen (BØF A) hvor tiltak planlegges gjennomført 2020/21. Det er imidlertid påvist PFAS en rekke andre steder på lufthavnen, blant annet gjennom omfattende kildeopring i vann og miljøtekniske grunnundersøkelser i jord høsten 2018, med supplerende undersøkelser våren 2019. Gjennom disse undersøkelsene ble tre delområder pekt ut som aktuelle for tiltaksvurdering:

- Delområde A - ved nordøstre del av rullebane/taksebane, inkl. lokaliteten jordvoll nord
- Delområde B - nordre del av sentralområdet, inkl. nedlagt brannøvingsfelt (BØF B).
- Delområde E - myrområde sørvest for rullebane som mottar avrenning fra overvannssystemet langs sørlige del av rullebane/taksebane

For å kunne sammenlikne kostnader og effekt for eventuelle tiltak i disse tre delområdene med øvrige lokaliteter/lufthavner i samlepålegget, er det gjennomført sammenstilling og vurderinger tilsvarende del 1 og 2 av pålegget om samlet vurdering.

Anvendt metodikk avviker noe fra den som er lagt til grunn i samlepålegget. Fremfor å beregne for gitte dybdeintervall (0-1 m og hele det undersøkte volumet) er det beregnet mengde for ulike løsmassetyper (stedlig torv/organisk sjikt og fyllmasser). Dette bunner i de funn som er gjort gjennom omfattende undersøkelser ved lufthavnen som viser at det gjennomgående er stedlig torv/organisk sjikt over stedlig mineraljord (silt/sand) på berg. De stedlige massene er flere steder overfylt med fyllmasser av varierende mektighet. De høyeste konsentrasjonene er gjennomgående funnet i stedlig torv, mens de største mengdene finnes i fyllmasser som følge av betydelig høyere egenvekt på massene. Underliggende stedlig mineraljord har gjennomgående svært lave konsentrasjoner og inngår derfor ikke i tiltaksvurderingen.

Beregnet mengde PFAS for de ulike delområdene er fordelt som følger:

- Delområde A: Torv/organisk sjikt 1,2 kg, fyllmasser 3,2 kg, totalt 4,4 kg
- Delområde B: Torv/organisk sjikt 3,4 kg, fyllmasser 7,1 kg, totalt 10,5 kg
- Delområde E: Torv/organisk sjikt 0,02 kg (for lave mengder til å beregne tiltak, <0,5 kg)

For delområde A og delområde B er det kun gravetiltak som anses egnet. Foreslått tiltaksgrense er på > 150 µg/kg for begge lokaliteter. Kost/effekt for foreslåtte tiltak for delområde A er på ca. 25 MNOK pr kg PFAS fjernet, og for delområde B ca. 8 MNOK pr kg PFAS fjernet.

J03	2020-03-05	For bruk	Lars Været	Aina Marie Nordskog	Lars Været
B02	2020-02-11	For informasjon/kommentarer hos Avinor	Lars Været	Aina Marie Nordskog	Aina Marie Nordskog
A01	2019-10-09	For intern fagkontroll	Lars Været	Aina Marie Nordskog	Aina Marie Nordskog
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Innhold

1	Innledning	4
2	Del 1	6
2.1	Rapportering per lufthavn	6
2.2	Vurdering av om total mengde Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn PFOS-mengden	6
2.3	Beregninger av mengder PFOS/ Σ PFAS i grunnen	6
2.3.1	Delområde A	8
2.3.2	Delområde B	10
2.3.3	Delområde E	12
2.3.4	Sammenligning med øvrige lokaliteter	13
3	Del 2	21
3.1	Tiltaksmetoder	21
3.2	Lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene	21
3.2.1	«Pump and treat»	23
3.2.2	Tildekking	23
3.2.3	Gravetiltak med deponering eksternt	23
3.3	Priser og kostnader	24
3.3.1	Avstand fra rullebane	24
3.3.2	«Pump and treat»	25
3.3.3	Tildekking/avskjerming	25
3.3.4	Gravetiltak	25
3.4	Stedsspesifikke tiltaksgrenser	26
4	Referanser	30

1 Innledning

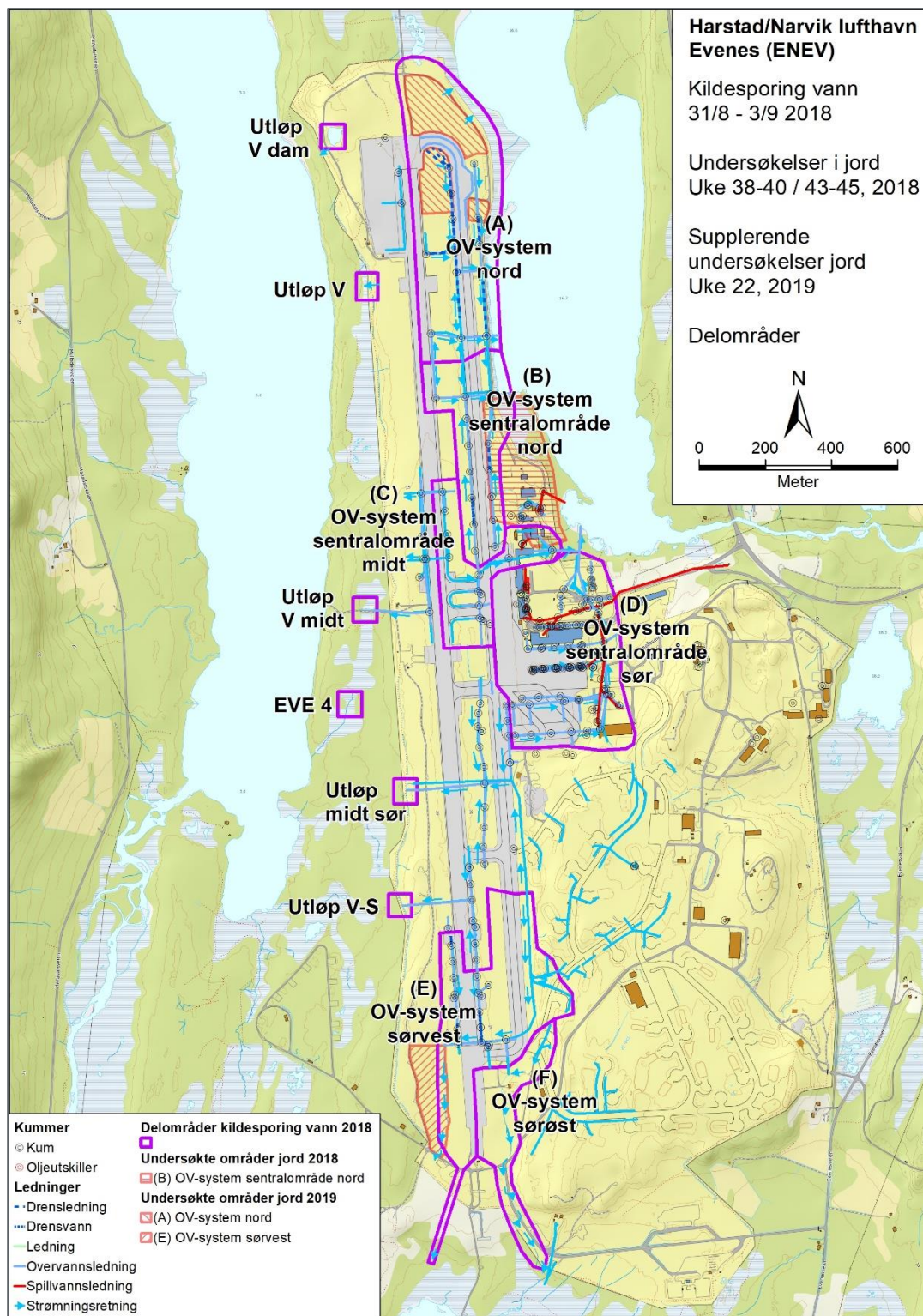
Avinor ble den 2. august 2018 pålagt av Miljødirektoratet å gjennomføre en samlet vurdering av PFAS-forurensning ved sine lufthavner [1]. Pålegget omfatter alle Avinor sine lufthavner, med unntak av Oslo lufthavn (Gardermoen), Kristiansand lufthavn (Kjevik), Harstad-Narvik lufthavn (Evenes) og Longyearbyen lufthavn på Svalbard hvor det allerede er pålagt utarbeidelse av tiltaksplaner og/eller tiltak basert på risiko for effekter lokalt og regionalt. Totalt er det 39 lufthavner som omfattes av pålegget.

Norconsult har på oppdrag fra Avinor utført arbeid tilsvarende del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg for undersøkte PFAS-lokaliteter ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes. Dette innebærer sammenstilling av utførte kartlegginger (del 1), samt kost/effektvurdering av tiltak (del 2). Det nedlagte brannøvingsfeltet vest for rullebanen (BØF A) er planlagt ryddet opp i løpet av 2020/2021, og lokaliteten inkluderes derfor ikke her.

Det ble høsten 2018 gjennomført innledende kildesporing ved samtidig stikkprøvetaking av vann over store deler av lufthavnområdet, med den hensikt å fange opp områder med mistanke om hot spot(er) av PFAS-forurensning i jord eller vann, og gi grunnlag for å vurdere nødvendigheten av kartlegging av PFAS i jord i avgrensede områder. Resultater fra denne prøvetakingen er presentert i egen rapport [2]. På bakgrunn av resultater fra kildesporingen [2], samt resultater fra omfattende undersøkelser i jord høsten 2018 [3], ble det foreslått områder for supplerende prøvetaking i jord for å avdekke mulige kildeområder for utlekking av PFAS. Supplerende prøvetaking ble utført i mai 2019 for følgende delområder (se Figur 1 for plassering) [4]:

- Delområde A OV-system nord (omfatter bl.a. jordvoll nord)
- Delområde B OV-system sentralområde nord (omfatter bl.a. brannøvingsfelt BØF B)
- Delområde E OV-system sørvest

Det henvises til egne rapporter ([2], [3] og [4]) for nærmere beskrivelse av resultater fra nevnte undersøkelser.



Figur 1: Delområder for innledende kildesporing av PFAS i vann høsten 2018. Rød skravur angir områder for undersøkelser i jord høsten 2018 og våren 2019.

2 Del 1

Metodikk for del 1 er beskrevet i kap. 2.1 i Norconsult rapport «Rapportering for del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg: «Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner» [5]. Metoden anvendt på lokalitetene ved Harstad/Narvik lufthavn, Evenes, avviker noe, i første rekke ved at mengdene er beregnet for ulike massetyper (fyllmasser og stedlig torv/organisk sjikt) fremfor forhåndsbestemte dybdeintervaller. Dette er basert på de funn som er gjort gjennom et svært omfattende analysegrunnlag. Beregninger av PFOS/ Σ PFAS i grunnen er nærmere beskrevet i kap. 2.3.

2.1 Rapportering per lufthavn

Rapporteringsskjema for de tre lokalitetene, eksklusiv vannprøvetaking og spredningsmengder, er gitt i Vedlegg A. For nærmere informasjon om PFAS i vann henvises det til tidligere rapporter, der resultater fra kildesporing utført høsten 2018 gir den mest omfattende sammenstillingen for lufthavnen [2].

2.2 Vurdering av om total mengde Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn PFOS-mengden

Tabell 1 viser hvor mange av de analyserte jordprøvene ved de 3 lokalitetene som er analysert for andre forbindelser enn PFOS og PFOA, i hvor mange av prøvene konsentrasjoner av Σ PFAS er mer enn 20 % høyere enn konsentrasjoner av PFOS, samt om det er lokaliteter med indikasjon på betydelig høyere konsentrasjoner av andre PFAS-forbindelser enn PFOS. Kriteriene for vurderingen er gitt i kap. 2.1.2 i rapport for del 1 og 2 av pålegget om samlet vurdering [5].

Tabell 1: Oversikt over antall prøver av totalt prøveomfang som er analysert for flere PFAS-forbindelser enn PFOS og PFOA, hvor mange av prøvene som har konsentrasjon av Σ PFAS mer enn 20 % høyere enn PFOS-konsentrasjon, og om det er indikasjon på betydelig bidrag fra andre PFAS-forbindelser.

Lufthavn og lokaliteter	Prøver analysert for flere PFAS enn PFOS og PFOA	Σ PFAS mer enn 20 % høyere enn PFOS	Indikasjon på betydelig bidrag fra andre PFAS forbindelser
Harstad/Narvik lufthavn - Delomr. A	50 av 50	33	Ja
Harstad/Narvik lufthavn - Delomr. B	111 av 120	84	Ja
Harstad/Narvik lufthavn - Delomr. E	11 av 11	10	Ja

2.3 Beregninger av mengder PFOS/ Σ PFAS i grunnen

I del 1 av samlepålegget [5] ble lokalitetene ved Avinors lufthavner delt inn i tre ulike kategorier etter hvor godt kartlagt de er, og etter mengdene som er beregnet. To av lokalitetene ved Harstad/Narvik lufthavn Evenes (delområde A og B) anses som godt nok kartlagt til å inngå i prioriteringen i del 2, med beregnede mengder Σ PFAS (kg) i grunnen ($\geq 0,5$ kg) og med angitte usikkerheter. Én lokalitet (delområde E) har lave konsentrasjoner som igjen gir for lav beregnet mengde i jord til at den inngår i prioriteringen i del 2. Kriteriene for beregning av mengder er gitt i kap. 2.1.3.1 i rapport for samlepåleggets del 1 og 2 [5], mens kriterier for kategorisering av lokaliteter er gitt i kap. 2.1.1.6 i samme rapport.

Erfaringene fra omfattende kartlegging i jord viser at stedlige løsmasser på lufthavnen består av torv/organisk jord over sandig silt på berg. I en del områder er det fyllmasser, dels med betydelig mektighet, over stedlig masser. I disse områdene er det gjennomgående høyere konsentrasjoner i stedlig torv/organisk jord enn i overliggende fyllmasser, mens underliggende stedlig sandig silt gjennomgående har svært lave konsentrasjoner. Fremfor å beregne mengder for gitte dybdeintervall (0-1 m og hele det undersøkte volumet) er mengder derfor beregnet for gitte massetyper, hhv. fyllmasser og stedlig torv/organisk jord.

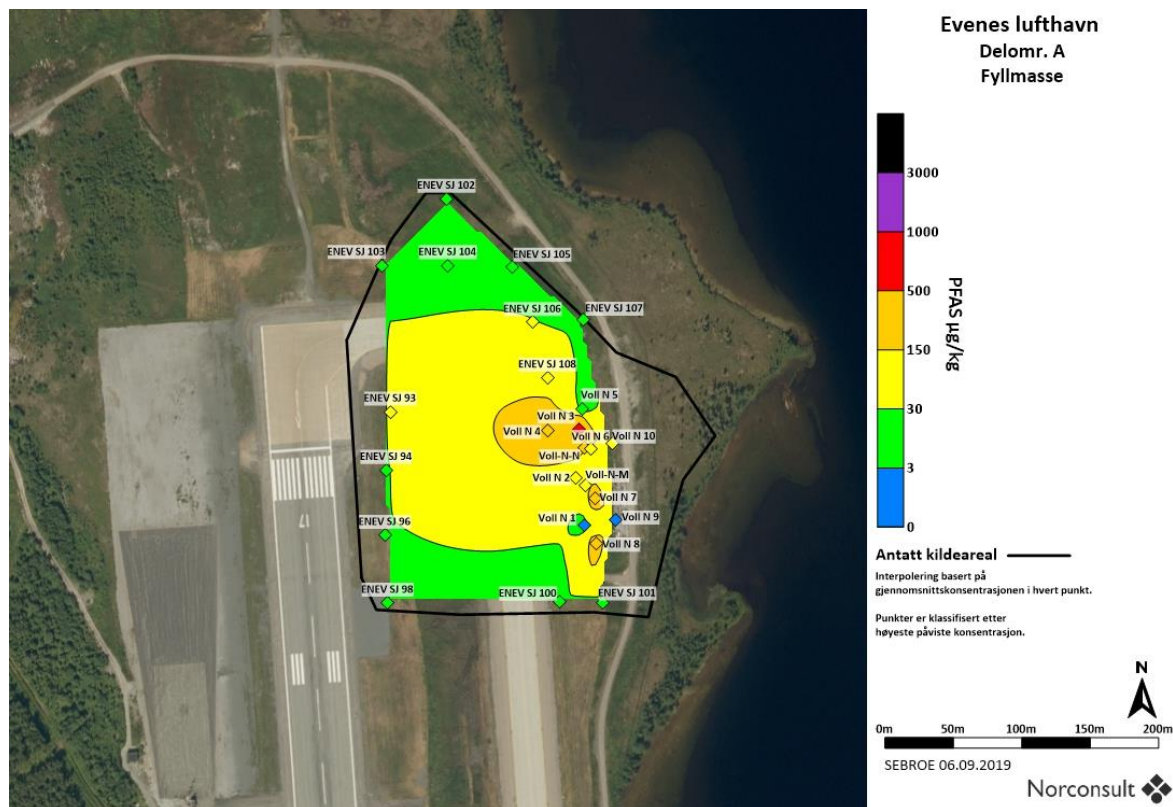
Det er estimert mengder PFOS og Σ PFAS i jord for hhv. stedlig torv/organisk sjikt og overliggende fyllmasser (der dette er påvist gjennom undersøkelsene). Inndelingen er basert på sjaktbeskrivelser fra alle undersøkelser innenfor dette området. Datagrunnlaget er prosessert i interpoleringsverktøyet Surfer, der gjennomsnittskonsentrasjonen i hvert punkt for hhv. stedlig torv/organisk sjikt og overliggende fyllmasser er lagt til grunn for interpolering av konsentrasjonsfordeling for hver av disse massetypene. Interpoleringen er gjort med «natural neighbor».

For stedlig torv/organisk sjikt er mektighet interpolert ut fra angitt mektighet for stedlig torv/organisk sjikt i hvert prøvepunkt. For fyllmassene er det tillagt en mektighet fra terreng ned til og med dypeste prøve av fyllmasser. Det er tillagt en volumvekt for fyllmasser og stedlig torv/organisk sjikt på hhv. 1800 kg/m³ og 150 kg/m³ (tørrvekt), og en finstoffandel i fyllmasser på 60 % (legges til grunn at grovere fraksjoner ikke er forurenset). Lav volumvekt for torv (tørrvekt), sammen med stedvis begrenset mektighet, bidrar til at den totale beregnede mengden PFAS er lavere enn hva de relativt sett høye konsentrasjonene skulle tilsi.

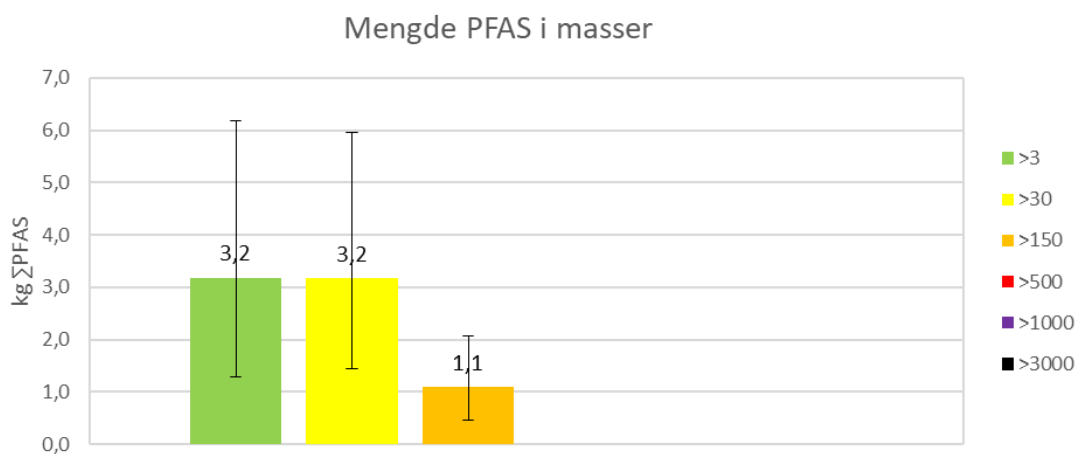
Mektighet og konsentrasjon er beregnet for ulike konsentrasjonsintervaller, der laveste konsentrasjonsintervall ekskluderes for hver iterasjon. På den måten estimeres mengden PFOS/ Σ PFAS innenfor gitte arealer for hhv. fyllmasser og stedlig torv/organisk sjikt. Usikkerhet i beregningene er kvantifisert på samme måte som beskrevet i rapport for pålegg om samlet vurdering av PFAS [5].

Prøvepunkter, interpolert konsentrasjonsfordeling og estimerte mengder i jord (for hhv. torv/organisk jord og fyllmasser) for de tre delområdene A, B og E er gitt under hhv. kap. 2.3.1, 2.3.2 og 2.3.3. Estimert mengde i jord for delområde A og B er sammenstilt med øvrige lokaliteter ved Avinors lufthavner med beregnet mengde >0,5 kg i kap. 2.3.4.

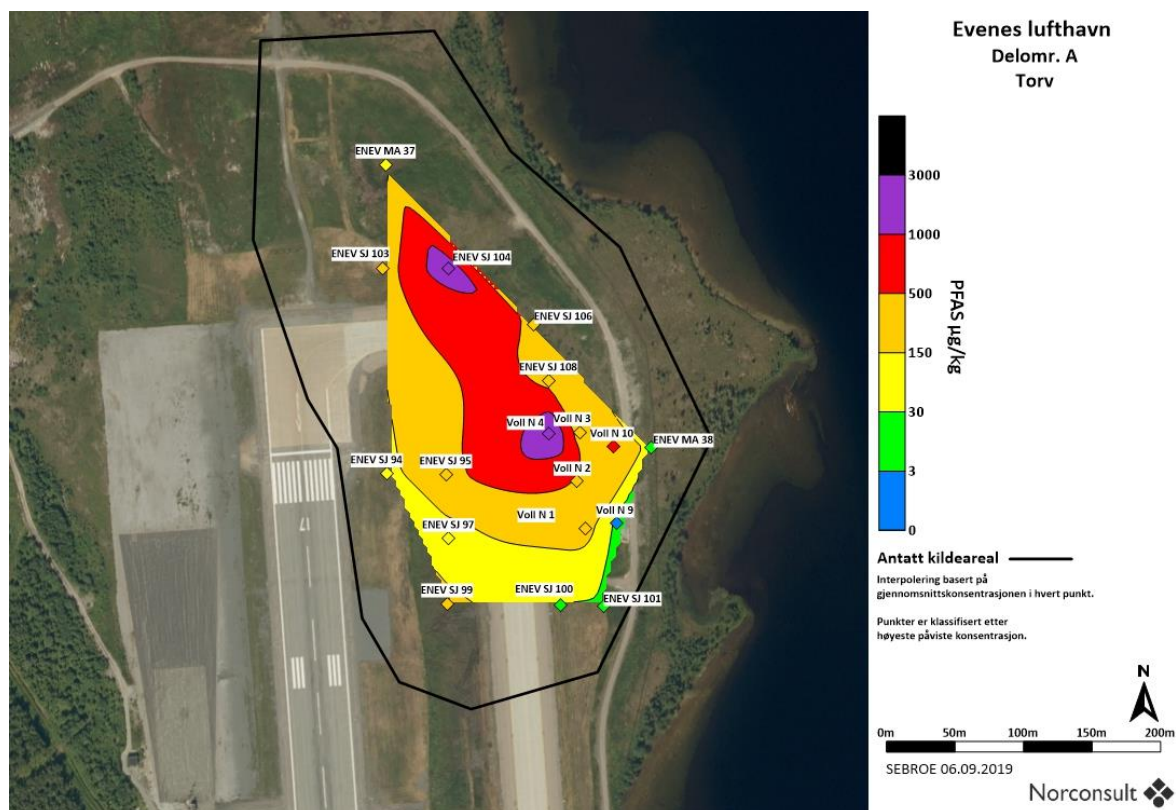
2.3.1 Delområde A



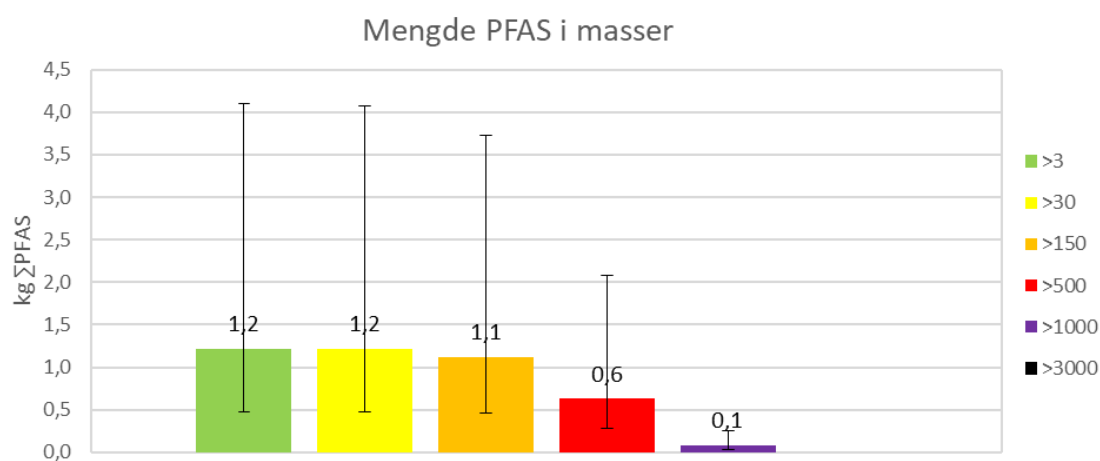
Figur 2: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS i fyllmasser, delområde A. Figur med bedre oppløslighet, samt angivelse av prøvedyp, er gitt for hhv. PFOS og Σ PFAS i vedlegg B.



Figur 3: Beregnet mengde Σ PFAS i fyllmasser, delområde A. Tilsvarende figur for PFOS er gitt i vedlegg B.

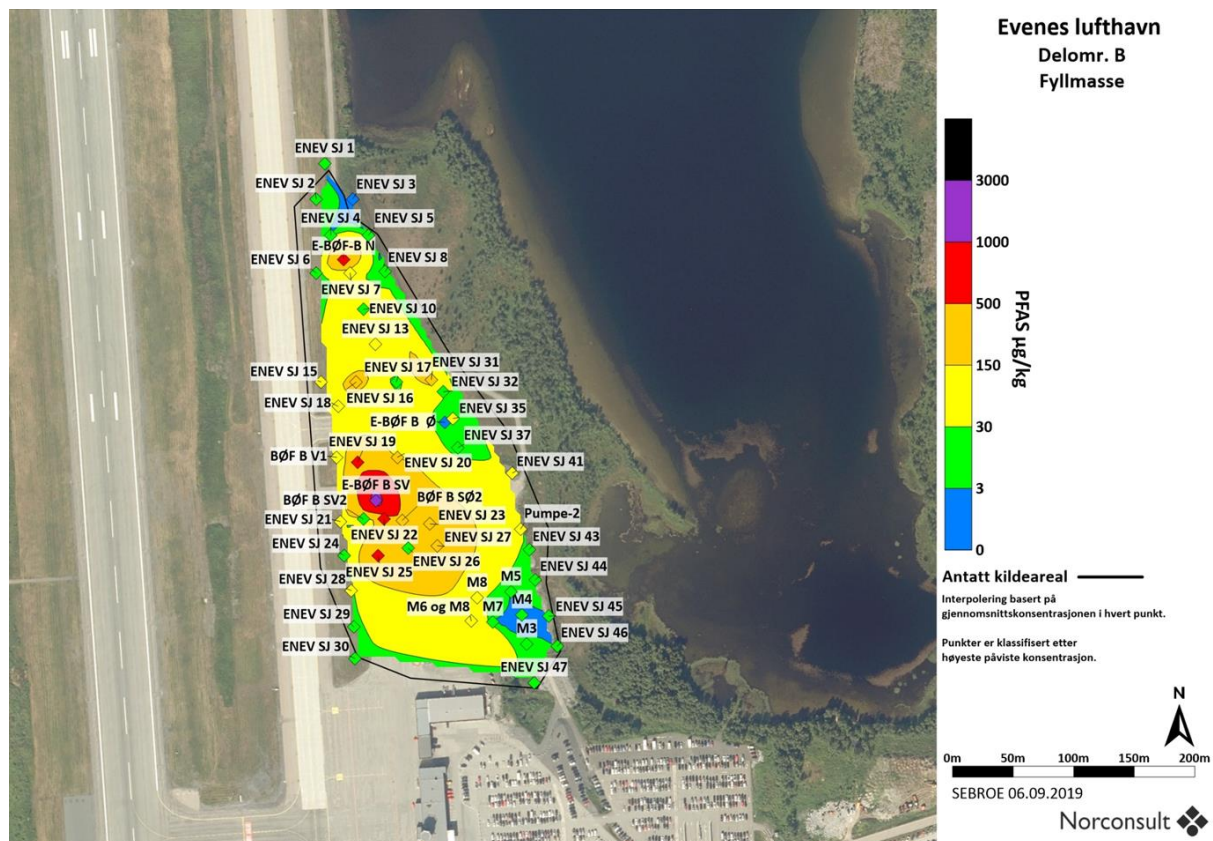


Figur 4: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS i torv/organisk sjikt, delområde A. Figur med bedre oppløslighet, samt angivelse av prøvedyp, er gitt for hhv. PFOS og Σ PFAS i vedlegg B.

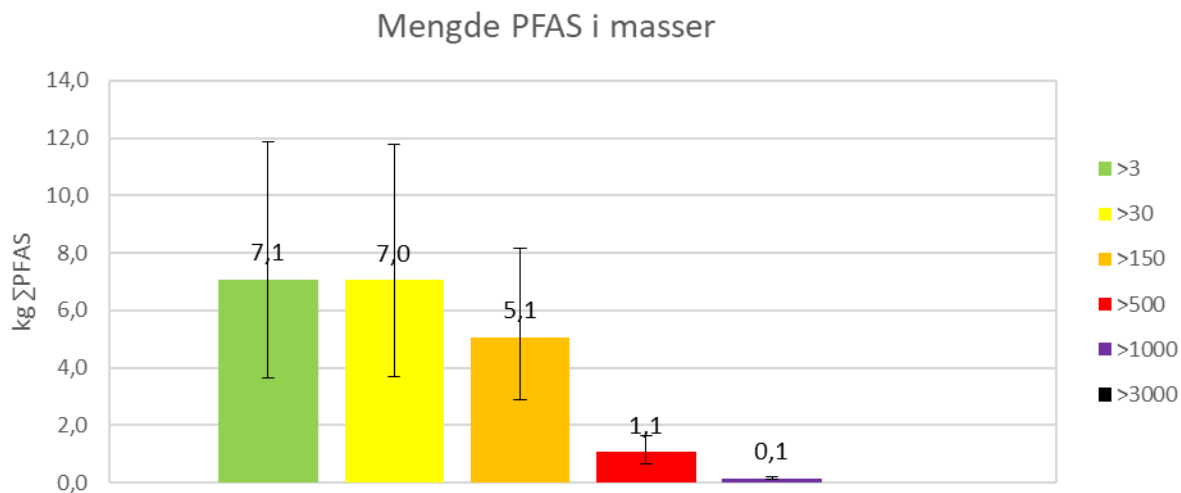


Figur 5: Beregnet mengde Σ PFAS i torv/organisk sjikt, delområde A. Tilsvarende figur for PFOS er gitt i vedlegg B.

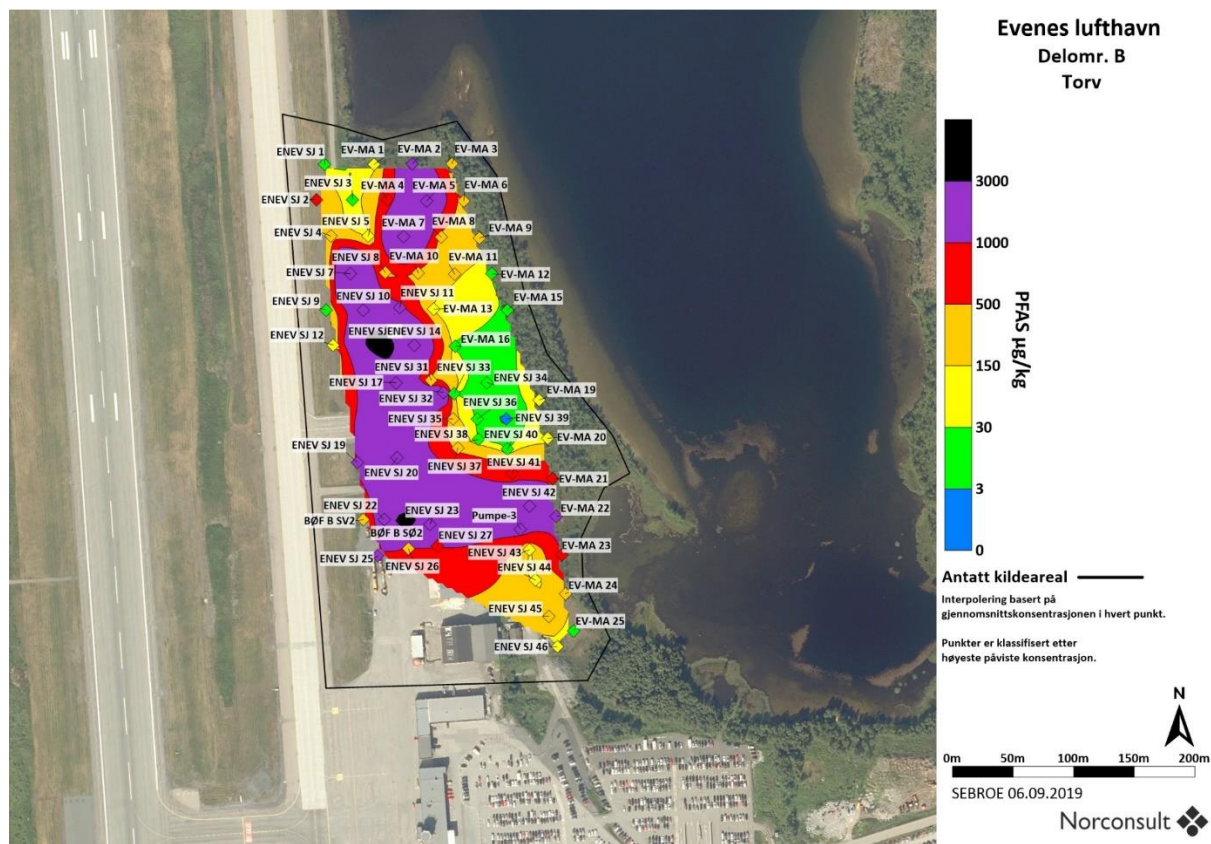
2.3.2 Delområde B



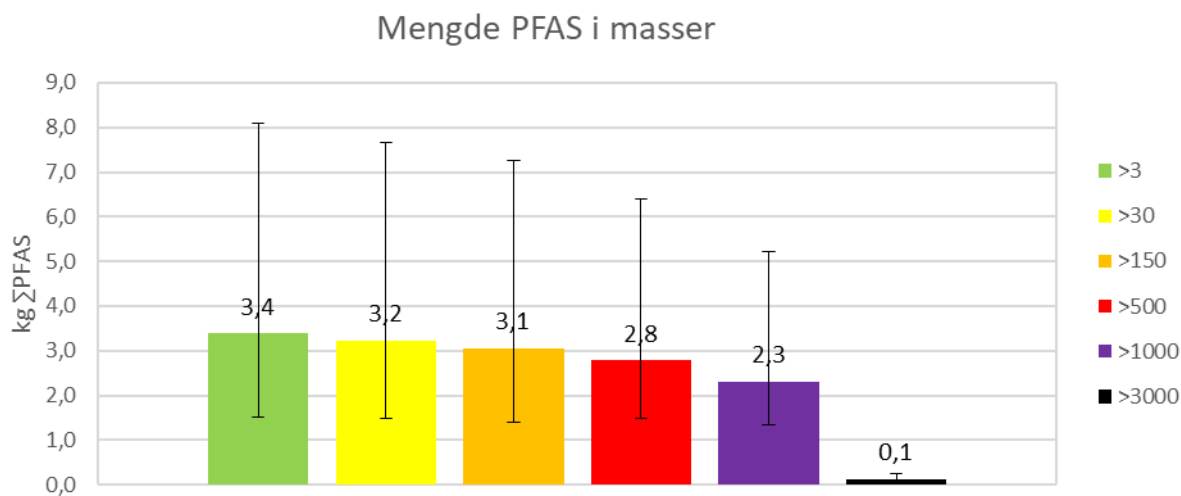
Figur 6: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS i fyllmasser, delområde B. Figur med bedre oppløslighet, samt angivelse av prøvedyp, er gitt for hhv. PFOS og Σ PFAS i vedlegg B.



Figur 7: Beregnet mengde Σ PFAS i fyllmasser, delområde B. Tilsvarende figur for PFOS er gitt i vedlegg B.

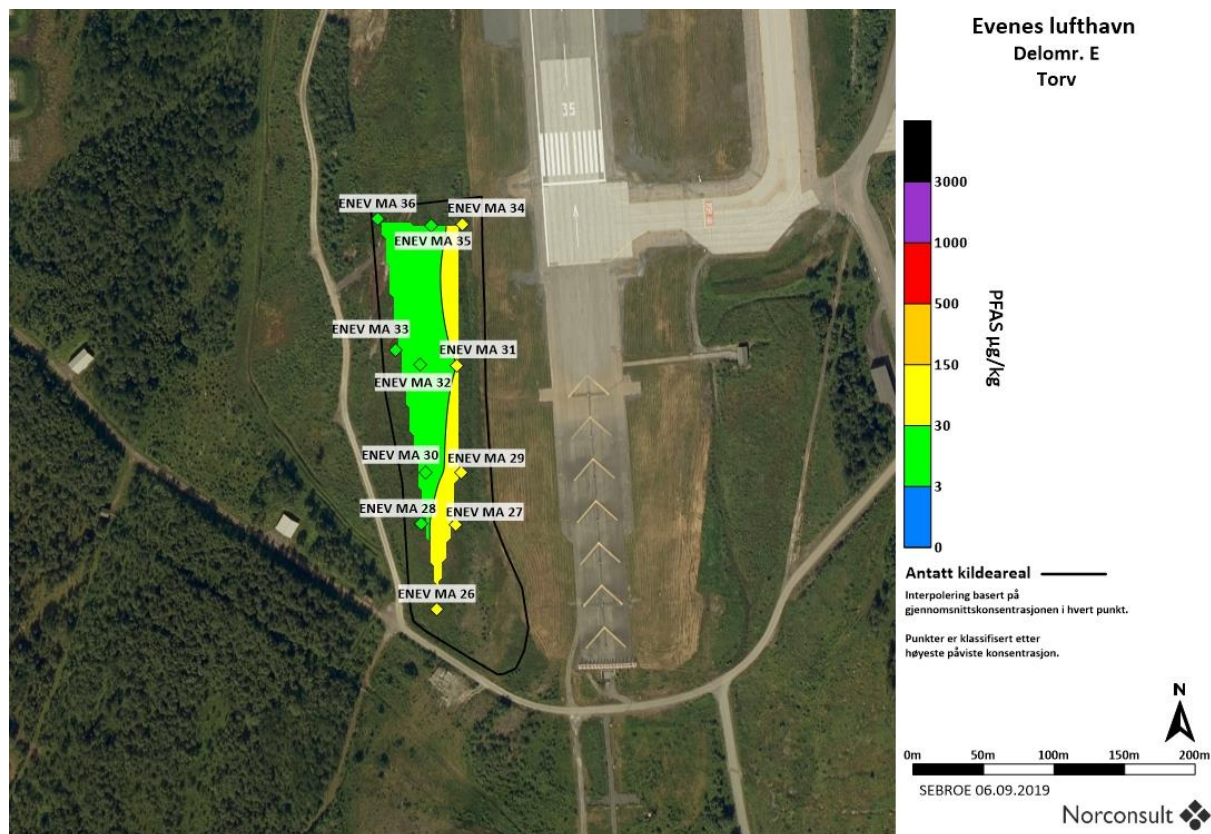


Figur 8: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS i torv/organisk sjikt, delområde B. Figur med bedre oppløslighet, samt angivelse av prøvedyp, er gitt for hhv. PFOS og Σ PFAS i vedlegg B.

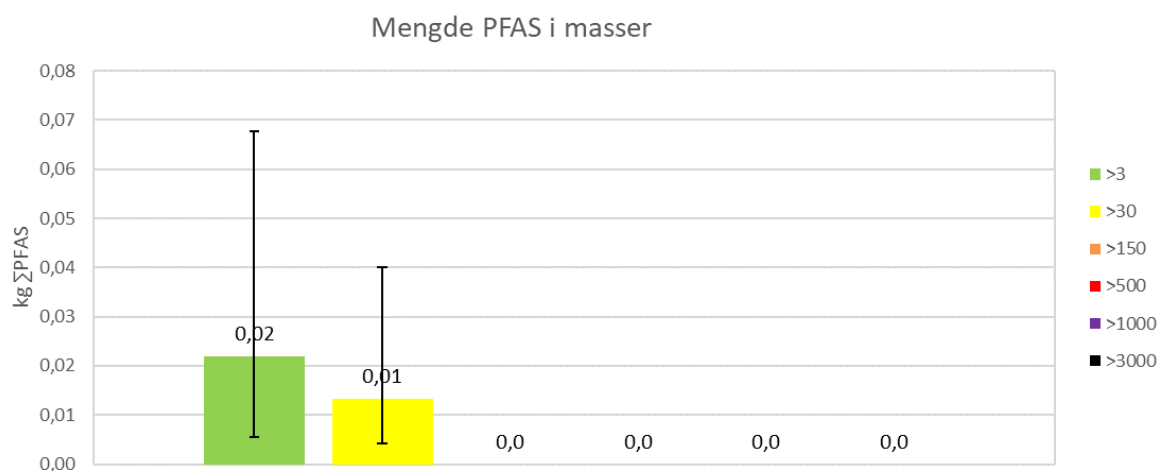


Figur 9: Beregnet mengde Σ PFAS i torv/organisk sjikt, delområde B. Tilsvarende figur for PFOS er gitt i vedlegg B.

2.3.3 Delområde E



Figur 10: Interpolert konsentrasjonsfordeling for Σ PFAS i torv/organisk sjikt, delområde B. Figur med bedre oppløslighet, samt angivelse av prøvedyp, er gitt for hhv. PFOS og Σ PFAS i vedlegg B.



Figur 11: Beregnet mengde Σ PFAS i torv/organisk sjikt, delområde E. Tilsvarende figur for PFOS er gitt i vedlegg B.

2.3.4 Sammenligning med øvrige lokaliteter

Tabell 2 og Figur 12 viser Harstad/Narvik lufthavn Evenes (delområde A og B) sammen med øvrige lokaliteter ved Avinors lufthavner som anses som godt nok kartlagt til å inngå i prioriteringen i del 2, med beregnede mengder PFOS (kg) i grunnen ($\geq 0,5$ kg) og med angitte usikkerheter.

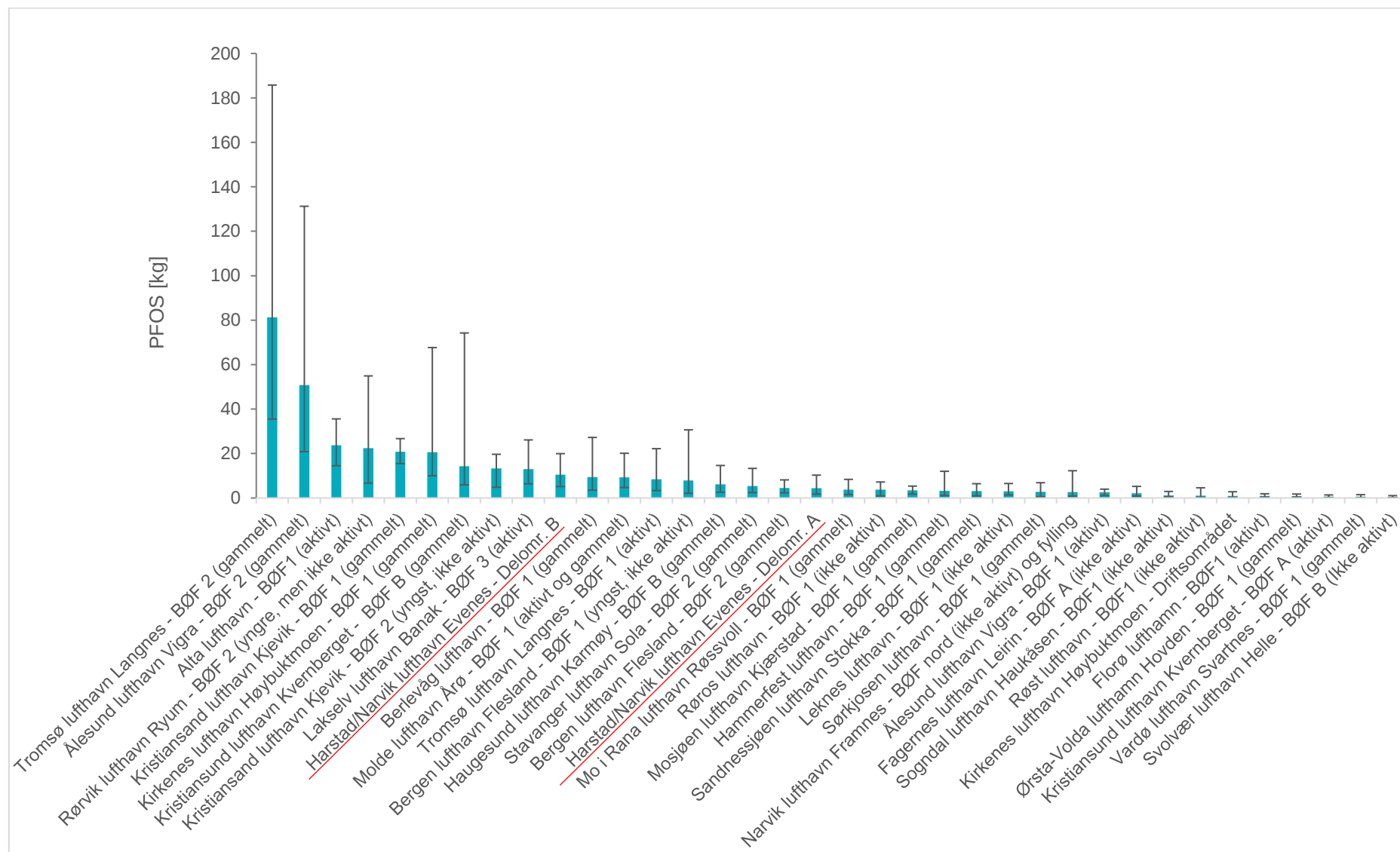
Det er lokaliteter med høye konsentrasjoner av PFOS i jord som vil ha de høyeste mengdene per volum. Dette er nyttig informasjon for vurderinger av tiltak, ettersom kostnader for tiltak i det fleste tilfeller forventes å henge sammen med volum forurensede masser. For de lokalitetene hvor mengden PFOS per volum er lav blir volumet det evt. skal gjennomføres tiltak på stor, og det forventes derfor at tiltak på slike lokaliteter blir langt dyrere per kg PFOS enn tiltak der mengdene er mer konsentrert på et mindre volum. Figur 13 viser beregnet mengde PFOS per undersøkt volum masser (g/m^3) ved de ulike lokalitetene. Begge lokalitetene ved Harstad/Narvik lufthavn Evenes har relativt lav beregnet mengde PFOS per undersøkt volum sammenliknet med øvrige lokaliteter.

I Figur 14 viser gjennomsnittet av mengden PFOS per undersøkt volum (g/m^3) over de gitte konsentrasjonsgrensene, og mengden PFOS (kg) innenfor undersøkt område ved hver av lokalitetene. I Tabell 3 er lokalitetene rangert etter gjennomsnittet av mengden PFOS per volum (g/m^3) over de gitte konsentrasjonsgrensene, fra høyest til lavest. Dersom det er et høyt tall for gjennomsnittlig mengde per volum, viser dette at lokaliteten har et betydelig volum med konsentrasjoner over de høye konsentrasjonsgrensene. Ved Harstad/Narvik lufthavn Evenes har delområde B relativt høy beregnet mengde Σ PFAS, men begge lokalitetene har lav gjennomsnittlig mengde per volum. Dette betyr at forurensingen er lite konsentrert og spredt over et stort volum, og et tiltak for å fjerne en betydelig andel av forurensingen vil omfatte et stort volum jord.

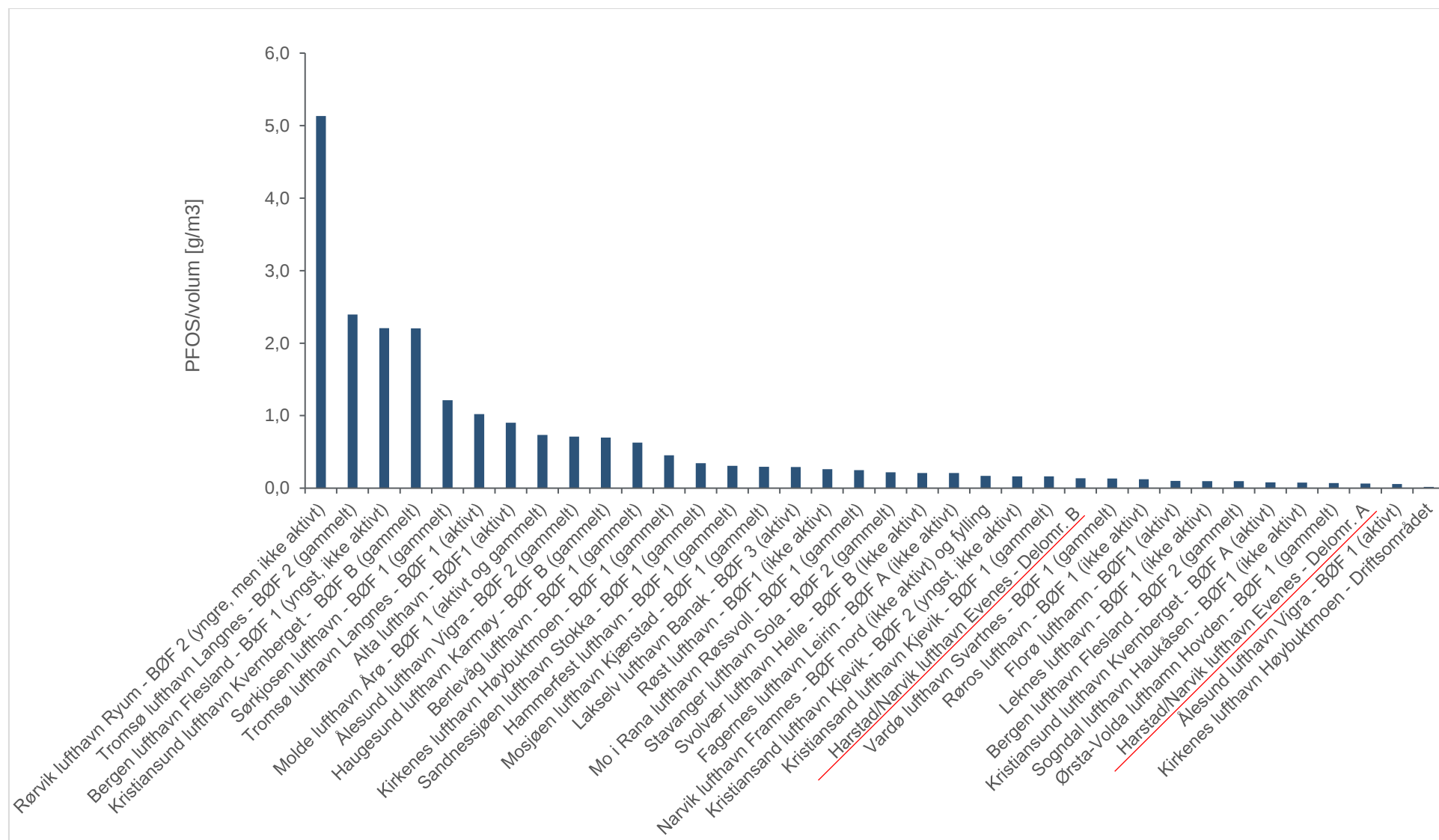
I Tabell 4 er det vist andelen av total mengde PFOS innenfor undersøkt volum over økende konsentrasjonsgrenser ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ved de lokalitetene det er utført beregninger for. Lokalitetene er sortert i samme rekkefølge som i Tabell 3 (fra høyeste til laveste gjennomsnittlige mengde PFOS per volum (g/m^3)).

Tabell 2: Oversikt over lokaliteter det er beregnet mengde PFOS (kg) i grunnen for, med usikkerhet ($\pm$ kg). For de lokaliteter hvor det er beregnet forbruk av PFOS/PFAS er mengden (kg) vist for sammenligning. Mengden PFOS ved hver lokalitet er forventet å være innenfor det oppgitte usikkerhetsintervallet.

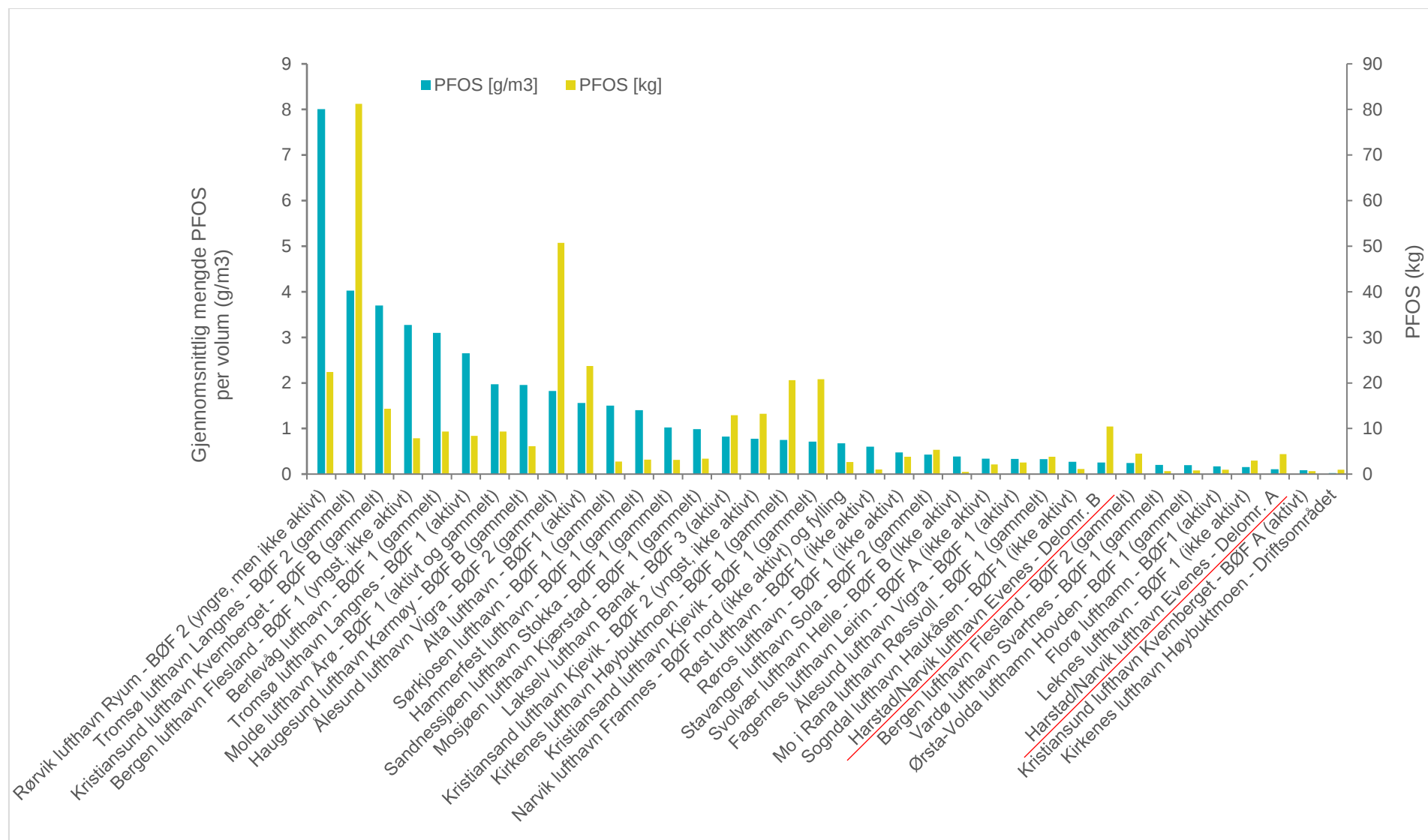
Lokaliteter som er mengdeberegnet	PFOS (kg)	Usikkerhetsintervall ($\pm$ kg)	Estimert forbruk PFOS (kg)	Estimert forbruk PFAS (kg)	Kommentar
Tromsø lufthavn Langnes – BØF 2 (gammelt)	81	35 – 186	7000		Mengden i jord er forventet å ligge i intervallet 35-186 kg PFOS.
Ålesund lufthavn Vigra – BØF 2 (gammelt)	51	21 – 131	1750		
Alta lufthavn – BØF1 (aktivt)	24	15 – 36	900		
Rørvik lufthavn Ryum – BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	7 – 55			
Kristiansand lufthavn Kjevik – BØF 1 (gammelt)	21	15-27	30		
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen – BØF 1 (gammelt)	21	10 – 68			
Kristiansund lufthavn Kvernberget – BØF B (gammelt)	14	6 – 74	800	25	
Kristiansand lufthavn Kjevik – BØF 2 (yngst, ikke aktivt)	13	5-20	65	10	
Lakselv lufthavn Banak – BØF 3 (aktivt)	13	6 – 26	810	140	
Harstad/Narvik lufthavn Evenes – Delomr. B	10	5,1-20	220		Mengder i jord er beregnet ved bruk av konsentrasjoner av Σ PFAS.
Berlevåg lufthavn – BØF 1 (gammelt)	9,4	3,5 – 27			
Molde lufthavn Årø – BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	4,7 – 20	1480	250	Mengder i jord er beregnet ved bruk av konsentrasjoner av Σ PFAS.
Tromsø lufthavn Langnes – BØF 1 (aktivt)	8,4	3,3 – 22		1900	
Bergen lufthavn Flesland – BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	7,9	2,1 – 31	580	430	
Haugesund lufthavn Karmøy – BØF B (gammelt)	6,1	2,6 – 15		30	
Stavanger lufthavn Sola – BØF 2 (gammelt)	5,4	2,4 – 13	1790		
Bergen lufthavn Flesland – BØF 2 (gammelt)	4,5	2,3 – 8,2	1450		
Harstad/Narvik lufthavn Evenes – Delomr. A	4,4	1,8-10			Mengder i jord er beregnet ved bruk av konsentrasjoner av Σ PFAS.
Mo i Rana lufthavn Røssvoll – BØF 1 (gammelt)	3,8	1,5 – 8,4			
Røros lufthavn – BØF 1 (ikke aktivt)	3,8	0,9 – 7,2	480	90	
Mosjøen lufthavn Kjærstad – BØF 1 (gammelt)	3,4	1,7 – 5,4			
Hammerfest lufthavn – BØF 1 (gammelt)	3,2	1,1 – 12			
Sandnessjøen lufthavn Stokka – BØF 1 (gammelt)	3,1	1,0 – 6,4			
Leknes lufthavn – BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	1,4 – 6,5	18	4	
Sørkjosen lufthavn – BØF 1 (gammelt)	2,8	0,5 – 6,9			
Narvik lufthavn Framnes – BØF nord (ikke aktivt) og fylling	2,6	0,9 – 12			
Ålesund lufthavn Vigra – BØF 1 (aktivt)	2,5	1,1 – 4,0	370	405	
Fagernes lufthavn Leirin – BØF A (ikke aktivt)	2,1	0,9 – 5,2	76	24	
Sogndal lufthavn Haukåsen – BØF1 (ikke aktivt)	1,1	0,5 – 2,9	230	15	
Røst lufthavn – BØF1 (ikke aktivt)	1,0	0,3 – 4,6	5	5	
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen – Driftsområdet	1,0	0,2 – 2,8			
Florø lufthavn – BØF1 (aktivt)	1,0	0,3 – 1,9		70	
Ørsta-Volda lufthavn Hovden – BØF 1 (gammelt)	0,8	0,4 – 1,8			
Kristiansund lufthavn Kvernberget – BØF A (aktivt)	0,7	0,2 – 1,4		105	
Vardø lufthavn Svartnes – BØF 1 (gammelt)	0,6	0,2 – 1,5			
Svolvær lufthavn Helle – BØF B (Ikke aktivt)	0,5	0,1 – 1,1			
Sum	363	161 – 881	18 054	3 503	



Figur 12: Beregnede mengder PFOS (kg) ved undersøkte lokaliteter på Avinors lufthavner, med usikkerhet. Lokaliteter ved Harstad/Narvik er markert med rødt. For Harstad/Narvik er de oppgitte mengdene Σ PFAS.



Figur 13: Mengde PFOS per undersøkt volum (g/m³) (> 3 µg/kg i Tabell 3) for de lokalitetene med beregnet mengder ved Avinors lufthavner. Lokalteter ved Harstad/Narvik er markert med rødt. For Harstad/Narvik er de oppgitte mengdene Σ PFAS.



Figur 14: Gjennomsnitt for mengde PFOS per undersøkt volum (g/m³) (AVG i Tabell 3) og beregnede mengder PFOS (kg) innenfor undersøkt område. Lokalteter ved Harstad/Narvik er markert med rødt. For Harstad/Narvik er de oppgitte mengdene Σ PFAS.

Tabell 3: Oversikt over mengde PFOS (kg) innenfor undersøkt område, og kumulativ mengde PFOS per undersøkt volum (g/m³) over hver konsentrasjonsgrense (µg/kg), samt gjennomsnitt for mengde/volum over alle grenser og maksimal mengde/volum. Lokalitetene er sortert fra høyeste til laveste gjennomsnittlige (AVG) mengde PFOS (g/m³). For Harstad/Narvik er de oppgitte mengdene ΣPFAS.

Lufthavn og lokalitet	PFOS [kg]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]	PFOS [g/m ³]
		>3000	>1000	>500	>150	>30	>3	AVG	Max
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	12,2	12,2	7,2	6,0	5,1	5,1	8,0	12,2
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	81	6,5	4,7	4,2	3,7	2,7	2,4	4,0	6,5
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	14	6,9	4,6	4,1	2,2	2,2	2,2	3,7	6,9
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	7,9	6,8	3,5	2,7	2,3	2,2	2,2	3,3	6,8
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	9,4	7,8	4,4	3,1	2,0	0,7	0,6	3,1	7,8
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	8,4	5,4	3,3	2,7	2,1	1,4	1,0	2,7	5,4
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	4,9	2,7	1,6	1,0	0,8	0,7	2,0	4,9
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	6,1	4,7	2,7	1,8	1,1	0,8	0,7	2,0	4,7
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	51	4,6	2,1	1,5	1,2	0,8	0,7	1,8	4,6
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	24	-	2,7	2,0	1,3	1,0	0,9	1,6	2,7
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	2,8	-	2,1	1,7	1,3	1,2	1,2	1,5	2,1
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	3,2	3,3	2,0	1,4	0,9	0,5	0,3	1,4	3,3
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	3,1	-	2,0	1,5	0,9	0,4	0,35	1,0	2,0
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	3,4	-	1,9	1,3	0,9	0,5	0,3	1,0	1,9
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	13	-	1,7	1,1	0,6	0,4	0,3	0,8	1,7
Kristiansand lufthavn Kjevik - BØF 2 (yngst, ikke aktivt)	13	-	1,8	1,0	0,6	0,3	0,2	0,8	1,8
Kirkenes lufthavn Høybuktnoen - BØF 1 (gammelt)	21	-	1,4	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	1,4
Kristiansand lufthavn Kjevik - BØF 1 (gammelt)	21	-	1,7	1,1	0,4	0,2	0,2	0,7	1,7
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	2,6	-	1,3	1,0	0,6	0,3	0,2	0,7	1,3
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	1,0	-	1,1	0,9	0,5	0,3	0,3	0,6	1,1
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,8	-	-	1,0	0,5	0,2	0,1	0,5	1,0
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	5,4	-	-	0,8	0,5	0,3	0,2	0,4	0,8
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	0,5	-	-	0,7	0,4	0,2	0,2	0,4	0,7
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	2,1	-	-	0,6	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6

Lufthavn og lokalitet	PFOS [kg]	PFOS [g/m3]	PFOS [g/m3]	PFOS [g/m3]	PFOS [g/m3]	PFOS [g/m3]	PFOS [g/m3]	PFOS [g/m3]	PFOS [g/m3]
		>3000	>1000	>500	>150	>30	>3	AVG	Max
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2,5	-	-	0,8	0,4	0,1	0,1	0,3	0,8
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3,8	-	-	-	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,1	-	-	0,6	0,3	0,1	0,08	0,3	0,6
Harstad/Narvik lufthavn Evenes - Delomr. B	10	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,5
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	4,5	-	-	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,5
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,6	-	-	-	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	0,8	-	-	-	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	1,0	-	-	-	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	-	-	-	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Harstad/Narvik lufthavn Evenes - Delomr. A	4,4	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	0,7	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - Driftsområdet	1,0	-	-	-	-	0,03	0,02	0,02	0,03

Tabell 4: Prosentvis mengde av total mengde innenfor undersøkt volum for økende konsentrasjonsgrenser (µg/kg). Lokalitetene er sortert på samme måte som i Tabell 3, fra høyeste til laveste gjennomsnittlige PFOS per volum (g/m³). For Harstad/Narvik er de oppgitte mengdene ΣPFAS.

Andel PFOS (%) av total mengde							
Lufthavn og lokalitet	PFOS [kg]	>3000	>1000	>500	>150	>30	>3
Rørvik lufthavn Ryum - BØF 2 (yngre, men ikke aktivt)	22	73 %	73 %	94 %	98 %	100 %	100 %
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 2 (gammelt)	81	70 %	94 %	97 %	98 %	100 %	100 %
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF B (gammelt)	14	61 %	87 %	88 %	99 %	100 %	100 %
Bergen lufthavn Flesland - BØF 1 (yngst, ikke aktivt)	7,9	37 %	81 %	94 %	100 %	100 %	100 %
Berlevåg lufthavn - BØF 1 (gammelt)	9,4	50 %	73 %	82 %	90 %	99 %	100 %
Tromsø lufthavn Langnes - BØF 1 (aktivt)	8,4	34 %	80 %	90 %	96 %	99 %	100 %
Molde lufthavn Årø - BØF 1 (aktivt og gammelt)	9,3	15 %	50 %	74 %	95 %	98 %	100 %
Haugesund lufthavn Karmøy - BØF B (gammelt)	6,1	30 %	62 %	82 %	95 %	99 %	100 %
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 2 (gammelt)	51	10 %	59 %	82 %	94 %	99 %	100 %
Alta lufthavn - BØF1 (aktivt)	24	-	56 %	78 %	96 %	100 %	100 %
Sørkjosen lufthavn - BØF 1 (gammelt)	2,8	-	62 %	86 %	99 %	100 %	100 %
Hammerfest lufthavn - BØF 1 (gammelt)	3,2	19 %	59 %	75 %	88 %	97 %	100 %
Sandnessjøen lufthavn Stokka - BØF 1 (gammelt)	3,1	-	27 %	57 %	82 %	98 %	100 %
Mosjøen lufthavn Kjærstad - BØF 1 (gammelt)	3,4	-	14 %	53 %	81 %	90 %	100 %
Lakselv lufthavn Banak - BØF 3 (aktivt)	13	-	1 %	32 %	84 %	97 %	100 %
Kristiansand lufthavn Kjevik - BØF 2 (yngst, ikke aktivt)	13		1 %	28 %	72 %	95 %	100 %
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - BØF 1 (gammelt)	21	-	4 %	56 %	94 %	99 %	100 %
Kristiansand lufthavn Kjevik - BØF 1 (gammelt)	21		0,1 %	4 %	52 %	95 %	100 %
Narvik lufthavn Framnes - BØF nord (ikke aktivt) og fylling	2,6	-	23 %	47 %	67 %	92 %	100 %
Røst lufthavn - BØF1 (ikke aktivt)	1,0	-	23 %	50 %	82 %	100 %	100 %
Røros lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,8	-	-	9 %	56 %	89 %	100 %
Stavanger lufthavn Sola - BØF 2 (gammelt)	5,4	-	-	21 %	77 %	98 %	100 %
Svolvær lufthavn Helle - BØF B (Ikke aktivt)	0,5	-	-	16 %	67 %	99 %	100 %
Fagernes lufthavn Leirin - BØF A (ikke aktivt)	2,1	-	-	33 %	88 %	99 %	100 %
Ålesund lufthavn Vigra - BØF 1 (aktivt)	2,5	-	-	5 %	40 %	82 %	100 %
Mo i Rana lufthavn Røssvoll - BØF 1 (gammelt)	3,8	-	-	-	70 %	98 %	100 %
Sogndal lufthavn Haukåsen - BØF1 (ikke aktivt)	1,1	-	-	0 %	53 %	87 %	100 %
Harstad/Narvik lufthavn Evenes - Delomr. B	10	1 %	24 %	37 %	78 %	98 %	100 %
Bergen lufthavn Flesland - BØF 2 (gammelt)	4,5	-	-	11 %	53 %	95 %	100 %
Vardø lufthavn Svartnes - BØF 1 (gammelt)	0,6	-	-	-	49 %	94 %	100 %
Ørsta-Volda lufthavn Hovden - BØF 1 (gammelt)	0,8	-	-	-	23 %	70 %	100 %
Florø lufthavn - BØF1 (aktivt)	1,0	-	-	-	58 %	95 %	100 %
Leknes lufthavn - BØF 1 (ikke aktivt)	3,0	-	-	-	53 %	94 %	100 %
Harstad/Narvik lufthavn Evenes - Delomr. A	4,4	-	2 %	14 %	50 %	100 %	100 %
Kristiansund lufthavn Kvernberget - BØF A (aktivt)	0,7	-	-	-	-	96 %	100 %
Kirkenes lufthavn Høybuktmoen - Driftsområdet	1,0	-	-	-	-	33 %	100 %

3 Del 2

Metodikk for del 2 er beskrevet i kap. 3.1 i Norconsult rapport «Rapportering for del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg: «Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner» [5].

3.1 Tiltaksmetoder

Resultater for vurdering av egnethet for ulike tiltaksmetoder er beskrevet i kap. 3.2.1 i Norconsult rapport «Rapportering for del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg: «Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner» [5].

3.2 Lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene

Kriterier for vurdering av lokalitetenes egnethet for «pump and treat» og tildekking/avskjerming er gitt i rapport for samleoppleggets del 1 og 2 [5], og er kun kort oppsummert her.

For «pump and treat» vurderes lokalitetens egnethet for å pumpe opp grunnvann for rensing av PFAS-forbindelser gjennom granulert aktivt kull (GAC) før reinfiltrering i grunnen. Det legges til grunn at lokaliteten kun er egnet dersom hovedandelen av forurensning ligger i mettet sone og grunnvann, der tiltakseffektiviteten avhenger av den totale mengden PFAS-forurensning i mettet sone, hvor konsentrert den er, utbredelse, og stedsspesifikke forhold som massenes permeabilitet og organisk innhold. Det legges til grunn at gjennomsnittskonsentrasjonen i grunnvann bør være >5000 ng/l, at massene er relativt permeable og har et lavt innhold av organisk materiale.

Tildekking/avskjerming omfatter å dekke forurensning i umettet sone med tett membran for å hindre utlekking. Det graves grøft rundt hele området som skal dekkes, og deretter legges membran ned til det dypet forurensningen er forventet å ha. De antatt egnede lokalitetene for tildekking/avskjerming er de som ikke har en betydelig del av PFAS-forurensningen i kontakt med grunnvann ved normal grunnvannstand eller ved tidevannspåvirkning. Lokalteter med forurensningen i kontakt med grunnvann kan være egnet for denne type tiltak i kombinasjon med tiltak i grunnvann. Tildekking forventes å ha begrensninger for etterbruken av området, og vil derfor ikke egne seg dersom det for eksempel planlegges utbygging av området i fremtiden.

På samme måte som for de øvrige PFAS-forurensede lokalitetene som omfattes av Miljødirektoratets pålegg er det utført en vurdering av lokalitetenes egnethet for tiltaksmetodene «pump and treat» og tildekking/avskjerming, basert på den kartleggingsinformasjonen som foreligger. Dette er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Vurdering av egnethet for hhv. pump and treat og tildekking. Dybdeangivelser er basert på undersøkt dyp.

Lufthavn og lokalitet		Harstad/Narvik lufthavn Evenes Delområde A	Harstad/Narvik lufthavn Evenes Delområde B (inkl. BØF B eldst, ikke i drift)
ΣPFAS i jord	kg	4,4	10
Type masser		Stein, grus, sand, samt torv	Stein, grus, sand, samt torv
Ca. dyp til grunnvann	m	2,2	1,8
Dyp for beregning i jord uten usikkerhet	m	2,8	2,8
Dyp for utbredelse av ΣPFAS i jord under grunnvannstand	m	0,6	1
Dybde for høyeste konsentrasjoner i jord	m	0,2-2,1	1,2-1,7
Konsentrasjoner ΣPFAS i grunnvann	ng/l	64-43000	9,9-3300
Snitt konsentrasjoner ΣPFAS i grunnvann	ng/l	8501	851
Kommentar		Gr.v. er hovedsakelig innsig til kummer fra dreosanlegg. Mektighet fyllmasser varierer mye pga. oppfylt voll	Gr.v. er hovedsakelig innsig til kummer fra dreosanlegg og utsig til grøfter, samt en miljøbrønn Terreng faller mot øst, og dyp til grunnvann avtar derfor i denne retningen
Egnet for pump and treat - ref. rapportens Kap. 3.2.2		Nei. Grunnvannsnivå ligger i torv/organisk sjikt	Nei. Grunnvannsnivå ligger i torv/organisk sjikt
Egnethet for tildekking/ avskjerming - ref. rapportens Kap. 3.2.2		Nei. Forurensing i kontakt med grunnvann.	Nei. Forurensing i kontakt med grunnvann

3.2.1 «Pump and treat»

Generelt for Evenes lufthavn gjelder det at stedegne løsmasser består av torv/organisk sjikt over siltig/sandig mineraljord på berg, der grunnvannstand typisk er i eller rett over det organiske sjiktet. Dette gjelder også for delområde A og B, hvor massene i mettet sone forventes å ha lav permeabilitet og høyt organisk innhold, samt at hovedandelen (ca. 2/3) av forurensningen ligger i umettet sone (fyllmasser over stedegne masser). Lokaltetene anses derfor ikke egnet for «pump and treat».

3.2.2 Tildekking

For delområdene A og B forventes en betydelig del (ca. 1/3) av forurensningen å være i mettet sone, selv om hovedandelen finnes i umettet sone (fyllmasser), og en ev. tildekking ville derfor vært mest aktuelt i kombinasjon med «pump and treat». «Pump and treat» er imidlertid ikke vurdert som aktuelt i disse områdene. Videre er store deler av delområde B planlagt utviklet, noe som var bakgrunnen for omfattende miljøtekniske grunnundersøkelser i dette området i 2018 [3]. Tildekking anses å ville legge restriksjoner for denne utviklingen. Samlet anses derfor ikke delområde A og B som egnet for tildekking som tiltaksmetode, gitt vurderingskriteriene i kap. 3.2.

Det bemerkes at dersom man aksepterer at forurensning i mettet sone (ca. 1/3, hovedsakelig i torvmasser) lekker ut over tid, og at tildekking kan utføres på en slik måte at det ikke legger restriksjoner på videre utvikling av områdene, så kan denne tiltaksmetoden være aktuell for den delen av forurensningen som ligger i umettet sone (ca. 2/3).

3.2.3 Gravetiltak med deponering eksternt

3.2.3.1 Dybdefordeling av forurensningen i jorda

Generelt på Harstad/Narvik lufthavn Evenes gjelder det at stedegne løsmasser består av torv/organisk sjikt over mineraljord (silt/sand) på berg. Mektigheten på torvlaget/organisk sjikt varierer, men er typisk i størrelsesorden 50-110 cm. I områder hvor det er lagt ut fyllmasser er torva ofte komprimert ned til 20-30 cm mektighet. Mektigheten på overliggende fyllmasser varierer mye, fra ingen fyllmasser til flere meter (jordvoll nord). Undersøkelsene på både delområde A og B viser at de høyeste konsentrasjonene av Σ PFAS finnes i torv/organisk sjikt, mens underliggende mineraljord har svært lave konsentrasjoner. Beregningene viser imidlertid at fyllmasser inneholder den største mengden Σ PFAS som følge av betydelig høyere egenvekt enn torv/organisk sjikt.

Beregnet kost/effekt er utført for hele det undersøkte volmet (stedegen torv + ev. overliggende fyllmasser) ned til stedegen mineraljord. Det er i hovedsak kun torv som er forurenset over de høyeste konsentrasjonsgrensene. Det forurensete torvlaget har en stor utbredelse for en gitt konsentrasjonsgrense relativt til fyllmassenes utbredelse for den samme konsentrasjonsgrensen. Dette fremgår for delområde A av Figur 2 sammenlignet med Figur 4, og for delområde B av Figur 6 sammenlignet med Figur 8. I beregningene av kostnader for gravetiltak er det for de høyeste konsentrasjonsgrensene (> 150) derfor inkludert kostnader for å grave bort fyllmasser som er forurenset i en lavere grad, men som ligger over torv, og deretter legge fyllmassene tilbake.

3.2.3.2 Om massene kan sorteres og grove fraksjoner (blokk/stein) skilles ut

Fyllmassene innenfor både delområde A og B inneholder grovfraksjon som kan soldes ut og legges tilbake. Andelen som kan sorteres ut fra fyllmassene anslås til ca. 40 % for begge delområdene. Utsortering av grove fraksjoner vil gi en betydelig kostnadsreduksjon for transport og levering av masser til deponi. Masser (m^3) som er beregnet over hver konsentrasjonsgrense fra > 3 til > 150 $\mu g/kg$ består av både fyllmasser og

torv. Masser (m^3) som er beregnet over konsentrasjonsgrensene > 150 til $> 3000 \mu\text{g/kg}$ består i hovedsak eller kun av torv. Det er i kostnadsberegningen trukket fra 20 % på transport og deponikostnader for masser i konsentrasjoner inntil $150 \mu\text{g/kg}$ for delområde A, og for masser med konsentrasjoner inntil $500 \mu\text{g/kg}$ for delområde B.

3.2.3.3 Vannrensing ved graving under grunnvannstand

Det fremgår av Tabell 5 at ved BØF 2 er grunnvannsnivået høyere enn antatt gravedybde for tiltaket. Ved graving under grunnvannstand er det behov for håndtering av vannet for å holde gravegropa tørr i tiltaksperioden. Det er i kap. 3.2.3.4 i Norconsult rapport «Rapportering for del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg: «Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner» [5] estimert kostnader for at vannet i gravegropa renses med et mobilt (containerbasert) renseanlegg med aktivt kullfilter.

3.2.3.4 Avstand fra deponi

Det er pr dags dato kun tre deponier med tillatelse til å ta imot PFAS-holdige masser;

- Lindum Oredalen i Drammen
- Perpetuum Balsfjord i Tromsø
- Franzefoss Lia i Trondheim

Også Iris Vikan i Bodø har levert en søknad om tillatelse til mottak av PFAS-holdige masser, og det kan antas at det vil komme flere søknader.

Harstad/Narvik lufthavn Evenes ligger i nærheten av kaianlegg, og avstand til deponi er derfor av mindre betydning for kostnader for transport.

3.3 Priser og kostnader

Hensikten med å beregne kostnader for tiltak er å kunne vurdere kost/effekt ved hver enkelt lokalitet, sammenligne kostnader på ulike lokaliteter opp mot hverandre, samt å få en oversikt over totale kostnader. Kostnader vil være knyttet til lokalitetenes beliggenhet i landet og ulike forhold på hver lufthavn.

Kostnadene som beregnes for tiltak er en grunnkalkyle som definert i Finansdepartementets veileder nr. 2 «Felles begrepsapparat KS 2» [13]. Det vises til kap. 3.1.3 i rapportering for del 1 og 2 av samlepålegget, for øvrige detaljer omkring priser, kostnader og forutsetninger som ligger til grunn for beregningene [5].

3.3.1 Avstand fra rullebane

Lokalitetens avstand til rullebanen vil ha betydning for anleggsarbeider. Avinor har satt begrensninger på hindringer ut ifra avstand til rullebanens senterlinje. Innenfor 140 meter fra senterlinje rullebane er det restriksjoner for faste hinder (bygg/containere/parkerte anleggsmaskiner ol.), og innenfor 60 meter for bevegelige hinder (eksempelvis anleggsmaskiner/kjøretøy i drift). Hvilken avstand lokaliteten har til rullebanen kan derfor påvirke om det kan utføres anleggsarbeider på dag eller natt, og for større lufthavner med flytrafikk også på natten vil anleggsarbeider måtte tilpasses dette. Det er gjort en gjennomgang av lokalitetenes avstand til rullebane, som vist i Tabell 6. Avstanden er målt (i kart) fra nærmeste prøvepunkt med påvist PFAS-forurensning til senterlinjen av rullebanen. Delområde A ligger rett ved rullebanen, og delområde B ligger ca. 160 meter fra rullebanens senterlinje. Det er derfor forventet at avstand fra rullebanen vil føre til økte kostnader for anleggsarbeider ved gjennomføring av tiltak på delområde A siden tiltak må tilpasses flytrafikk. Ekstra kostnader for gravetiltak for at en lokalitet er nær rullebanen vil være variable, ettersom det er variasjoner på flytrafikk for hver enkelt lufthavn. Utredning av påvirkningen avstand til

rullebanen har på anleggsarbeider for hver enkelt lokalitet anses som en del av detaljplanleggingen ved evt. tiltak. På grunn av forventninger om økt tidsbruk i anleggsarbeidene, stabiliseringstiltak, ol. er det for de overordnede kostnadsberegningene som er gjort i denne rapporten tillagt en faktor på tre for delområde A.

Tabell 6: Lokalitetenes avstand fra rullebanen.

Lufthavner og lokaliteter	Avstand fra rullebane (m)
Harstad/Narvik lufthavn Evenes – Delomr. A	0
Harstad/Narvik lufthavn Evenes – Delomr. B	160

3.3.2 «Pump and treat»

Anses ikke som egnet tiltaksmetode ved delområde A og B ved Harstad/Narvik lufthavn Evenes.

3.3.3 Tildekking/avskjerming

Gitt kriteriene for vurdering av tiltaksmetode under kap. 3.2. anses ikke tildekking som egnet tiltaksmetode ved delområde A og B ved Harstad/Narvik lufthavn Evenes. Det bemerkes imidlertid at dersom man aksepterer at forurensning i mettet sone (ca. 1/3, hovedsakelig i torvmasser) lekker ut over tid, og at tildekking kan utføres på en slik måte at det ikke legger restriksjoner på videre utvikling av områdene, så kan denne tiltaksmetoden være aktuell for den delen av forurensningen som ligger i umettet sone (ca. 2/3). Det er ikke beregnet kostnader for et slikt tiltak, men det kan på generelt grunnlag anses som en rimeligere tiltaksmetode sammenliknet med utgraving med ekstern deponering.

3.3.4 Gravetiltak

Det er for kostnadsberegninger ved gravtiltak på Harstad/Narvik lufthavn Evenes tatt utgangspunkt i priser som oppgitt i Tabell 7. Kostnader knyttet til anleggsvirksomheten (oppgraving, sortering, opplasting, intern transport av rene masser, utlegging og komprimering) er ulik for de to lokalitetene på grunn av avstand til rullebane som beskrevet i kap. 3.3.1. Det enten i hovedsak, eller kun, torv som er forurenset over de høyeste konsentrasjonsgrensene. For alle konsentrasjonsgrensene er det derfor pris for transport og levering til deponi (kr pr m³) vektet for den beregnede mengden (tonn) torv og fyllmasser. Det er benyttet en egenvekt av våt torv på 1 tonn/m³ for beregning av vekt (tonn) for torvmasser i kostnadsberegningene. Transport og levering til deponi er sammen med anleggskostnader gitt som tiltakspris i Tabell 8.

Tabell 7: Priser for gravetiltak, sortering av masser, transport og deponering av forurensede masser, og tilkjøring av rene masser. Det er ulik transportkostnad for torv og fyllmasser som gir ulik transport og deponiavgift.

Del av tiltak	Oppgraving av masser	Sortering med skuff	Opplasting på bil	Transport og deponiavgift	Tilkjøring av rene masser fra lokalt grustak	Intern transport av rene masser, utlegging og komprimering
Enhet	kr/m ³	kr/m ³	kr/m ³	kr/tonn	kr/tonn	kr/m ³
Delomr. A	90	210	90	Torv: 1240 Fyllmasser: 1180	115	150
Delomr. B	30	70	30	Torv: 1240 Fyllmasser: 1180	115	450

3.3.4.1 Vannrensing ved graving under grunnvannstand

Ved gravetiltak på delområde A og B vil det være behov for pumping av lensevann for å holde byggegropa tørr, med påfølgende vannrensing før utslipp til resipient. Graving under grunnvannstand vil føre til en mobilisering av PFAS-forbindelser og forhøyede konsentrasjoner i vann i gravegropen. Det er estimert kostnader for at vannet i gravegropa renses med et mobilt (containerbasert) renseanlegg med aktivt kullfilter, både for fjerning av PFAS for å forhindre spredning av forbindelsene, og slik at det kan legges tilbake rene masser uten betydelig rekontaminering.

Forutsetninger for kostnadsberegningene er gitt i kap. 3.2.3.4 i rapport for samlepåleggets del 1 og 2 [5]. Grunnlag for beregning av pris er gitt i Tabell 18 samme sted. For delområde A og B ved Harstad/Narvik lufthavn Evenes legges det til grunn en anleggsperiode med behov for rensing av anleggsvann på 1 måned, som gir en forventet kostnad på NOK 604 000.

3.4 Stedsspesifikke tiltaksgrenser

Tabell 8 viser beregnede kostnader for gravetiltak for mengden Σ PFAS over de ulike konsentrasjonsgrensene for de to lokalitetene det er beregnet mengder for. Tabellen gir en oversikt over mengder Σ PFAS (kg), volum masser (m³), tiltakseffektivitet (g/m³) pris for fjerning av forurensning (totalkostnad) og kost/effekt (kroner pr kg fjernet) over de ulike konsentrasjonsgrensene. Det er også vist kostnader for tiltak på total mengde inkludert positiv usikkerhet (markert med blått i tabellen), men dette har ikke vært en del av vurderingen av stedsspesifikke tiltaksgrenser (ref. kap. 3.2.4.2 i rapport for samlepåleggets del 1 og 2 [5]). Det er lagt til kostnader for rensning av vann i gravegrop under grunnvannstand for begge lokaliteter. Som beskrevet i kap. 3.2.3 er det i beregningene av kostnader for gravetiltak for de høyeste konsentrasjonsgrensene (> 150 til > 1000 for delområde A og > 150 til > 3000 for delområde B) inkludert kostnader for å grave bort fyllmasser som er forurenset i en lavere grad, men som ligger over torv, og deretter legges fyllmassene tilbake.

For hver lokalitet er foreslått stedsspesifikk tiltaksgrense satt til den konsentrasjonsgrensen hvor mengden Σ PFAS fjernet blir betydelig redusert, og/eller kostnad per kg fjernet går betydelig opp. Det er markert med gult i Tabell 8 hvor tiltaksgrensen er foreslått for hver lokalitet. For begge lokalitetene ligger foreslått tiltaksgrense på 150 µg/kg. For begge lokaliteter vil andelen av total mengde som fjernes være svært lav for de høyeste konsentrasjonsgrensene (> 3000, > 1000 og > 500 µg/kg), og ser man på total kostnad for tiltak så mer enn dobles disse for konsentrasjonsgrense >30 sammenlignet med > 150 µg/kg.

Tabell 8: Oversikt over mengder Σ PFAS (kg), volum masser (m^3), tiltakseffektivitet (g/m^3), tiltakspris (kr/m^3), total pris for fjerning av forurensning (kr), og kost/effekt (kroner per kg fjernet) over de ulike konsentrasjonsgrensene for de to lokalitetene.

Lufthavn og lokalitet		Harstad/Narvik lufthavn Evenes - Delomr. A	Harstad/Narvik lufthavn Evenes - Delomr. B
Kommentar til beregningen		Beregnet for PFAS (i del 1) og lagt til vannrensning.	Beregnet for PFAS (i del 1) og lagt til vannrensning.
Mengde PFOS/ Σ PFAS inkludert positiv usikkerhet	kg	10	20
Volum masser	m^3	158 261	143 690
Tiltakseffektivitet	g/m^3	0,1	0,1
Tiltakspris	kr/m^3	kr 2 416	kr 1 833
Pris for fjerning av all PFOS/ Σ PFAS	kr	kr 382 946 631	kr 264 037 362
Kost-effekt	kr/kg	kr 37 280 231	kr 13 229 425

Mengde PFOS/ Σ PFAS > 3 $\mu g/kg$	kg	4,4	10
Volum masser	m^3	68 472	77 105
Vekt jord totalt i undersøkt volum	tonn	85 903	92 336
Tiltakseffektivitet	g/m^3	0,1	0,1
Andel av total mengde PFOS/ Σ PFAS	%	100 %	100 %
Tiltakspris	kr/m^3	kr 2 416	kr 1 833
Pris for fjerning	kr	kr 208 136 880	kr 169 888 516
Kost-effekt	kr/kg	kr 47 225 707	kr 16 249 786

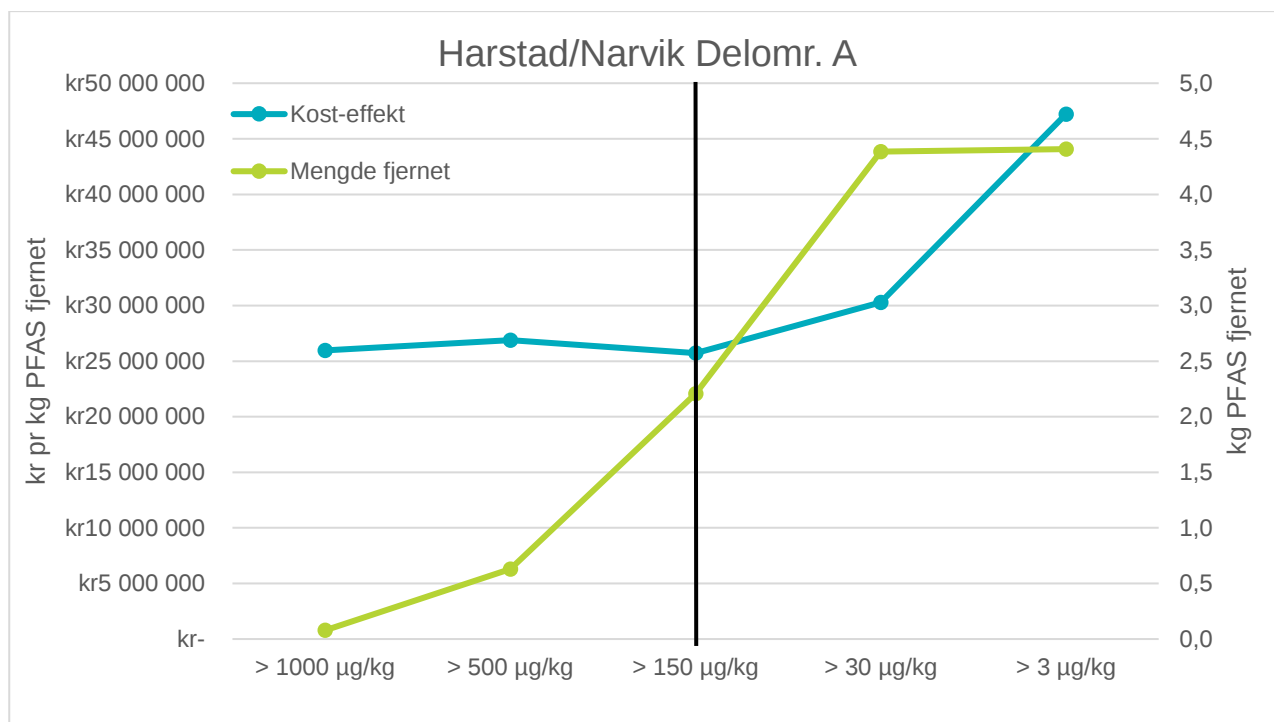
Mengde PFOS/ Σ PFAS > 30 $\mu g/kg$	kg	4,4	10,3
Volum masser	m^3	55 626	65 830
Tiltakseffektivitet	g/m^3	0,1	0,2
Andel av total mengde PFOS/ Σ PFAS	%	100 %	98 %
Tiltakspris	kr/m^3	kr 2 377	kr 1 829
Pris for fjerning	kr	kr 132 838 715	kr 121 004 051
Kost-effekt	kr/kg	kr 30 288 030	kr 11 776 507

Mengde PFOS/ Σ PFAS > 150 $\mu g/kg$	kg	2,2	8,1
Volum masser	m^3	20 290	34 963
Tiltakseffektivitet	g/m^3	0,1	0,2
Andel av total mengde PFOS/ Σ PFAS	%	50 %	78 %
Tiltakspris	kr/m^3	kr 2 427	kr 1 709
Pris for fjerning	kr	kr 56 778 427	kr 68 778 187
Kost-effekt	kr/kg	kr 25 721 709	kr 8 470 077

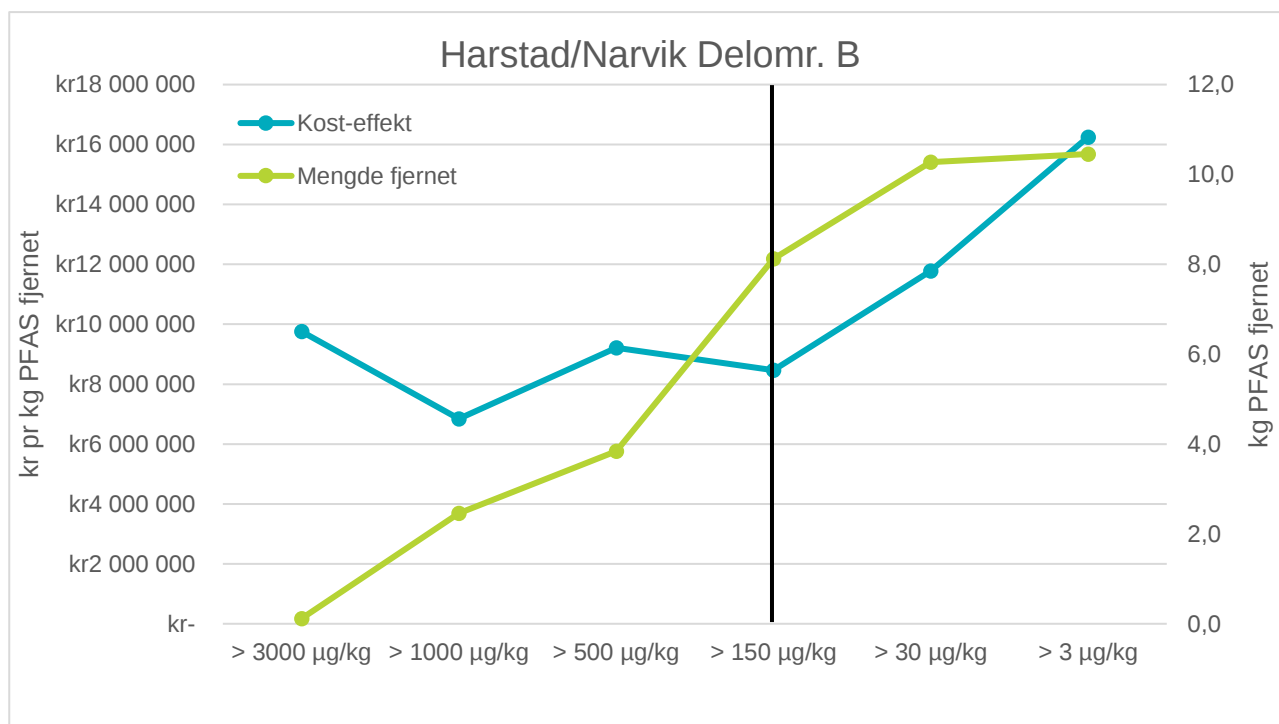
Mengde PFOS/ΣPFAS > 500 µg/kg	kg		0,6		3,8
Volum masser	m3		5 772		15 186
Tiltakseffektivitet	g/m3		0,1		0,3
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%		14 %		37 %
Tiltakspris	kr/m3	kr	2 227	kr	1 740
Pris for fjerning	kr	kr	16 929 863	kr	35 387 282
Kost-effekt	kr/kg	kr	26 896 853	kr	9 213 258

Mengde PFOS/ΣPFAS > 1000 µg/kg	kg		0,1		2,5
Volum masser	m3		451		9 564
Tiltakseffektivitet	g/m3		0,2		0,3
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%		2 %		24 %
Tiltakspris	kr/m3	kr	2 227	kr	1 678
Pris for fjerning	kr	kr	2 035 222	kr	16 814 930
Kost-effekt	kr/kg	kr	25 979 780	kr	6 843 791

Mengde PFOS/ΣPFAS > 3000 µg/kg	kg				0,1
Volum masser	m3				233
Tiltakseffektivitet	g/m3				0,5
Andel av total mengde PFOSΣPFAS	%				1 %
Tiltakspris	kr/m3			kr	1 667
Pris for fjerning	kr			kr	1 133 283
Kost-effekt	kr/kg			kr	9 755 062



Figur 15: Kostnad pr kg PFAS fjernet (kr) og mengde PFAS fjernet (kg) ved de ulike konsentrasjonsgrensene for delområde A. Tiltaksgrensen er markert med sort strek.



Figur 16: Kostnad pr kg PFAS fjernet (kr) og mengde PFAS fjernet (kg) ved de ulike konsentrasjonsgrensene for delområde B. Tiltaksgrensen er markert med sort strek.

4 Referanser

- [1] Miljødirektoratet, «Pålegg om samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner,» Miljødirektoratet, 2018.
- [2] Norconsult, «Harstad/Narvik lufthavn Evenes. Kildesporing av per- og polyfluoreerte forbindelser (PFAS).,» Norconsult rapport rev J04, 2019.
- [3] Norconsult, «Harstad/Narvik lufthavn Evenes. Miljøtekniske grunnundersøkelser 2018.,» Norconsult rapport rev J04, 2019.
- [4] Norconsult AS, «Harstad/Narvik lufthavn Evenes. Kildesporing av per- og polyfluoreerte forbindelser (PFAS). Supplerende undersøkelser 2019.,» 2019.
- [5] Norconsult, «Rapportering for del 1 og del 2 av Miljødirektoratets pålegg: "Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner" - Rapportnr.: 5185352/Miljø-02/J01,» Avinor, 2019.
- [6] Norconsult, *Rapportering for del 3 av Miljødirektoratets pålegg: "Samlet vurdering av PFAS-forurensning ved Avinors lufthavner". Risikovurdering av lokale effekter.,* 2019-08-27.

Harstad/Narvik lufthavn, vurderinger av mengder og kost/effekt ved tiltak for tre PFAS-forurensede lokaliteter

VEDLEGG

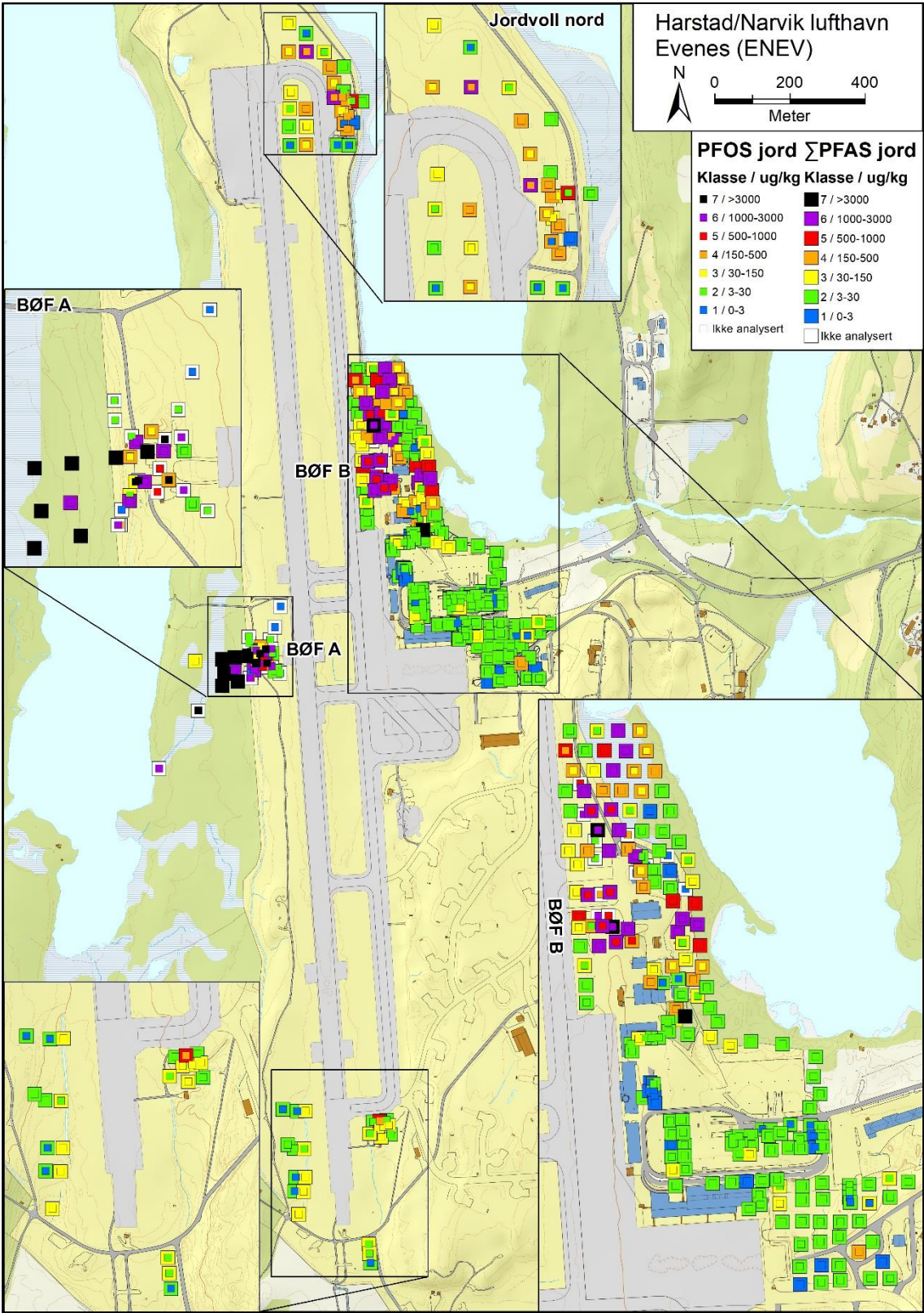
Vedlegg A - Rapporteringsskjema for del 1, eksklusiv vannprøvetaking og spredningsmengder

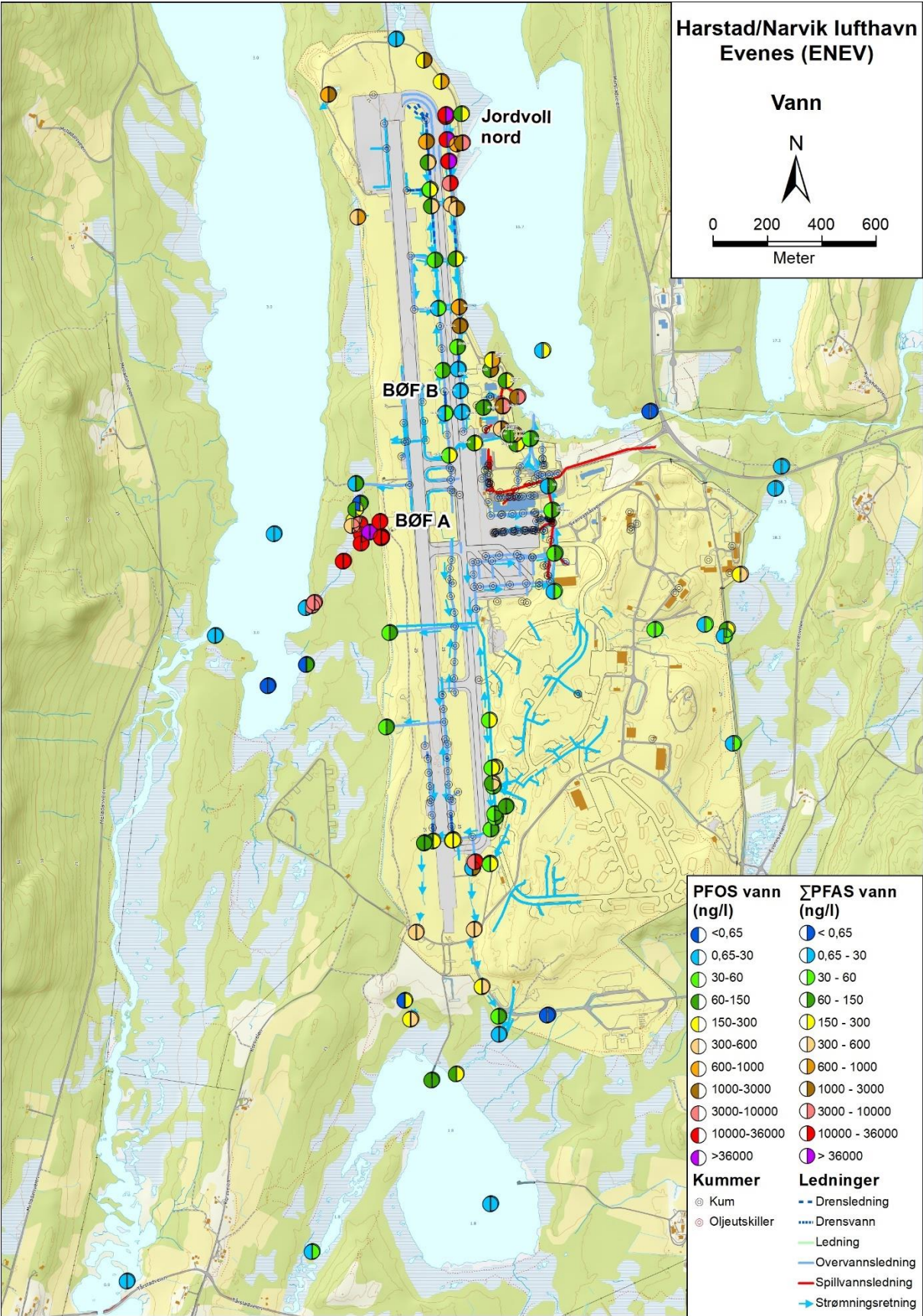
Vedlegg B – Supplerende kartfremstilling av konsentrasjonsfordeling, og beregnede mengder

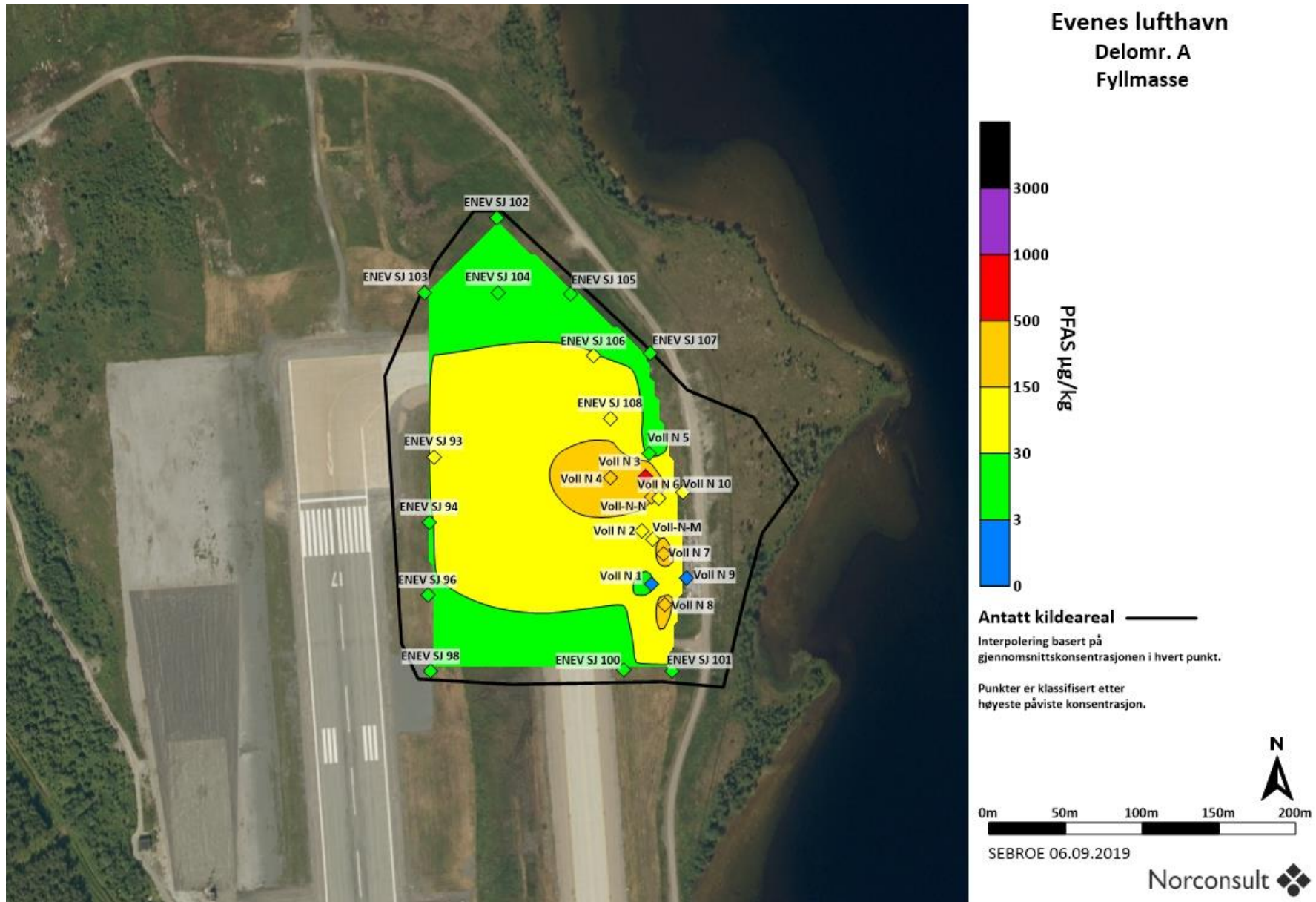
VEDLEGG A – Rapporteringsskjema

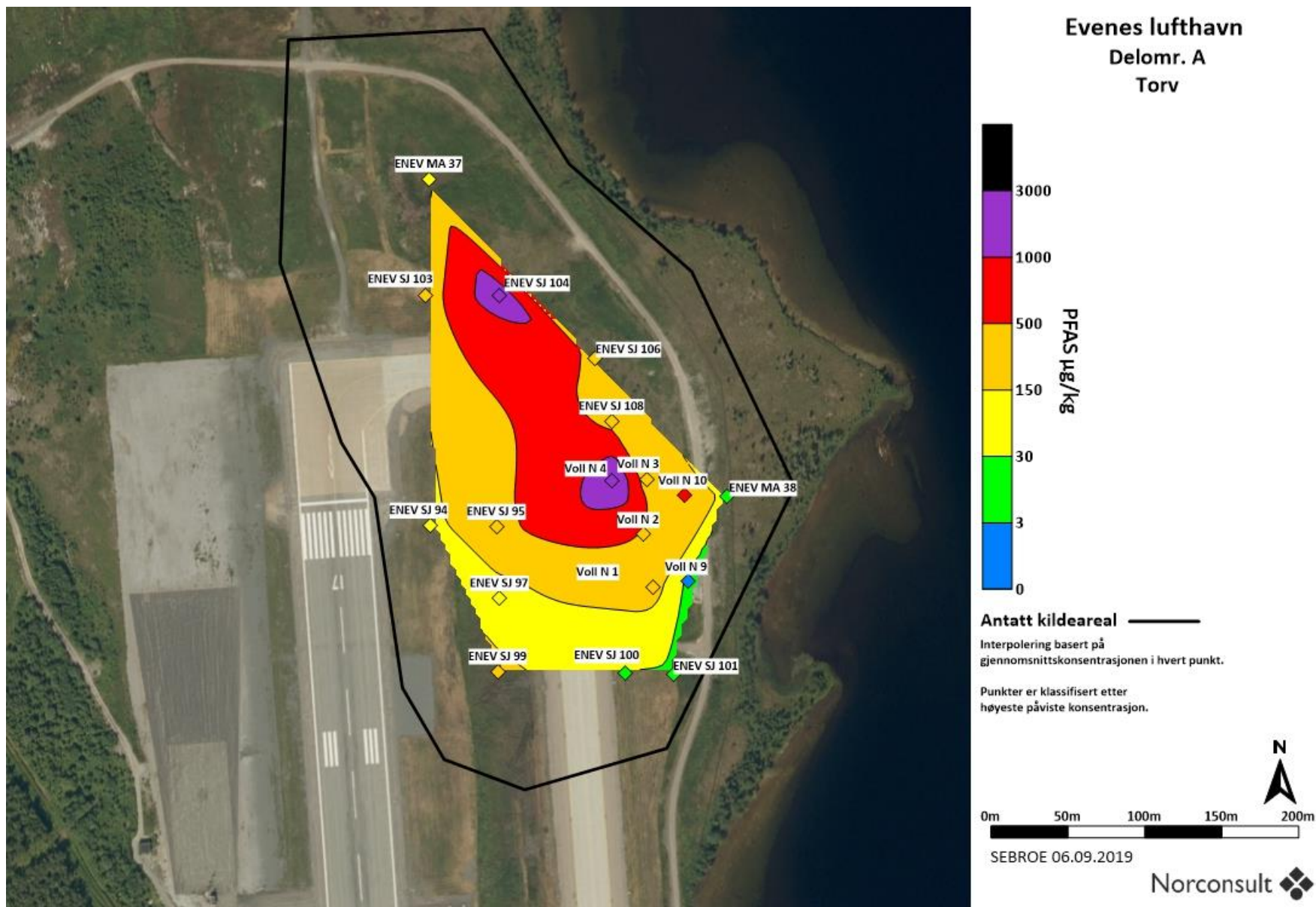
(eksklusiv vannprøvetaking og spredningsmengder)

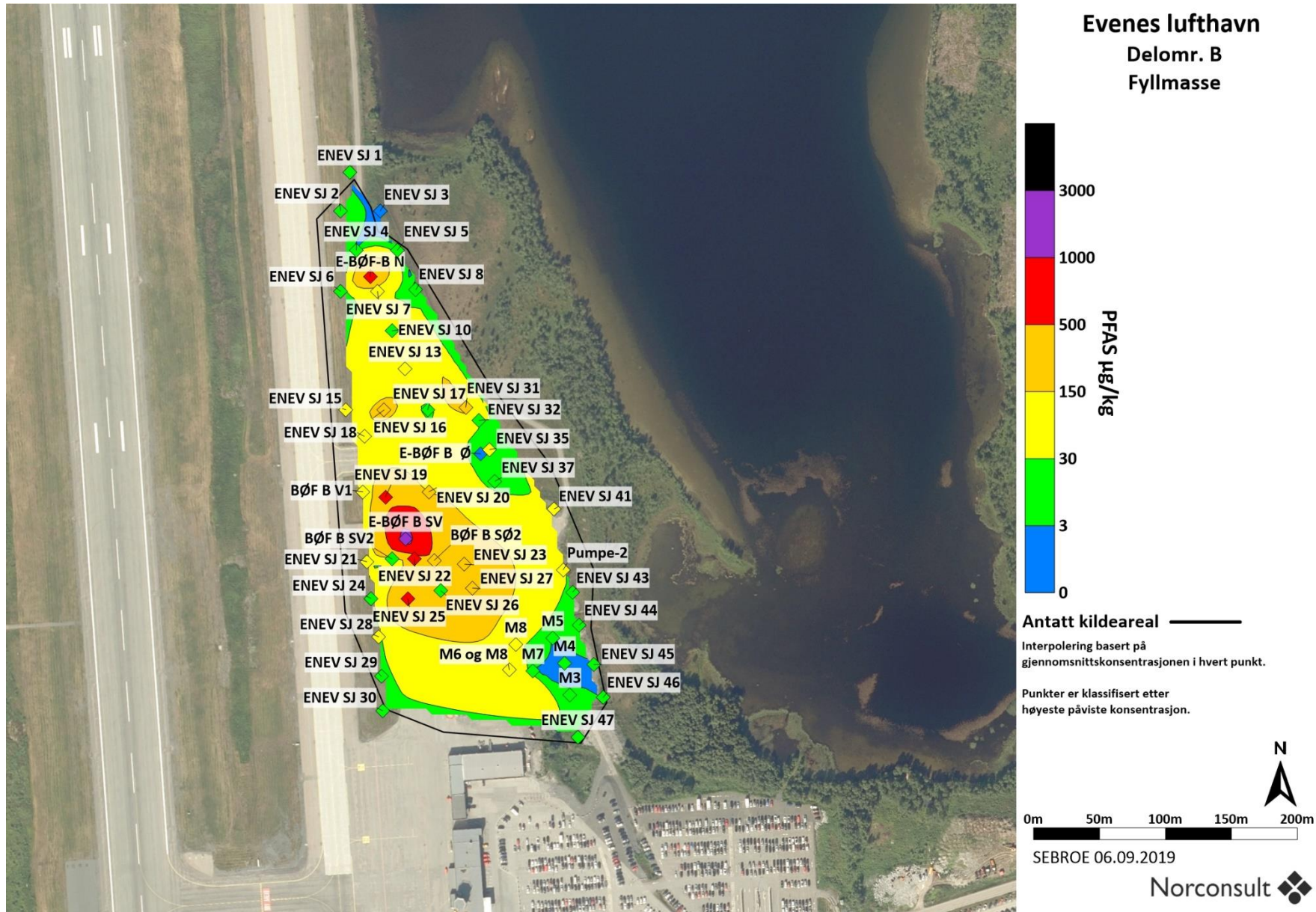
1 Harstad/Narvik lufthavn Evenes

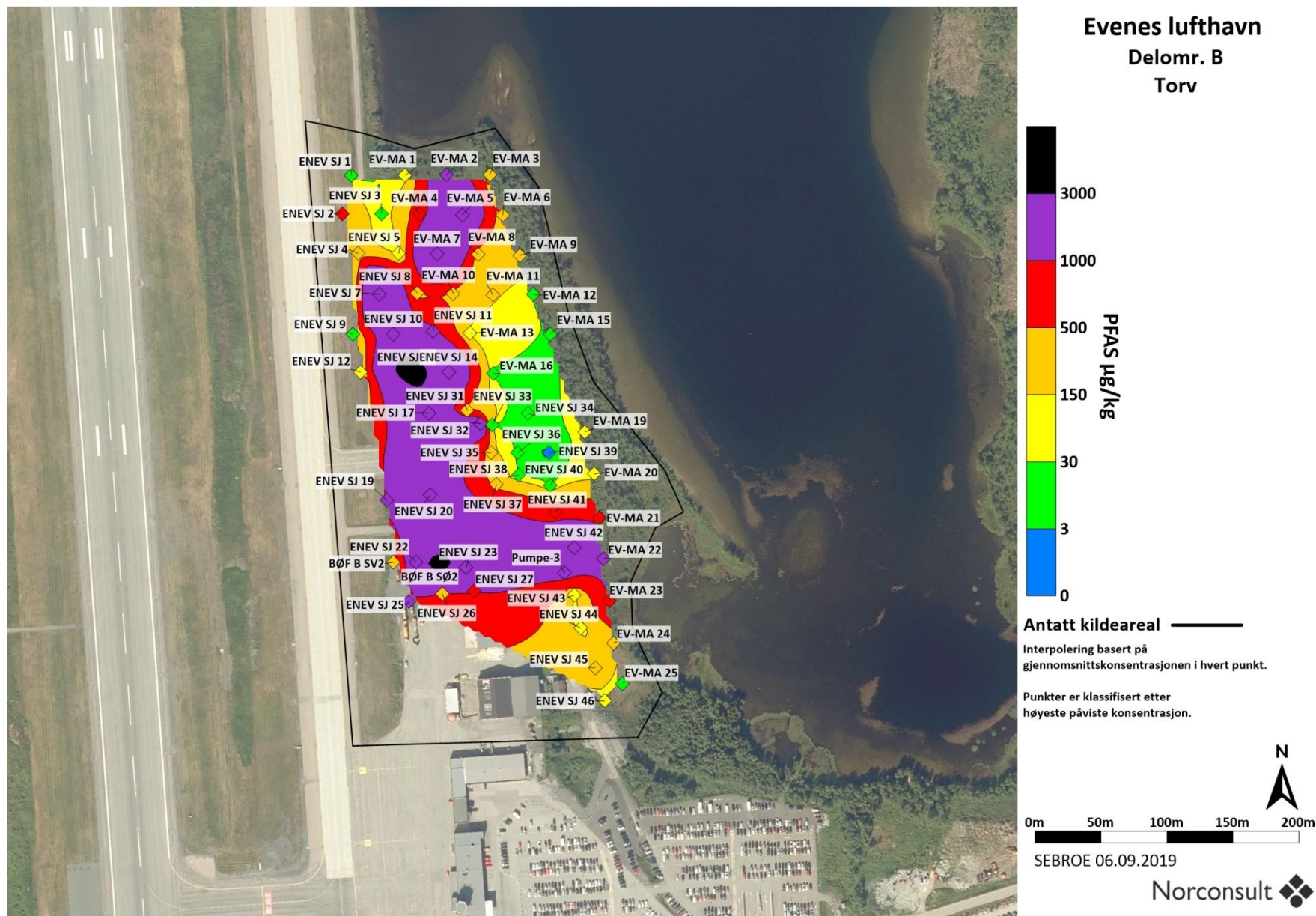


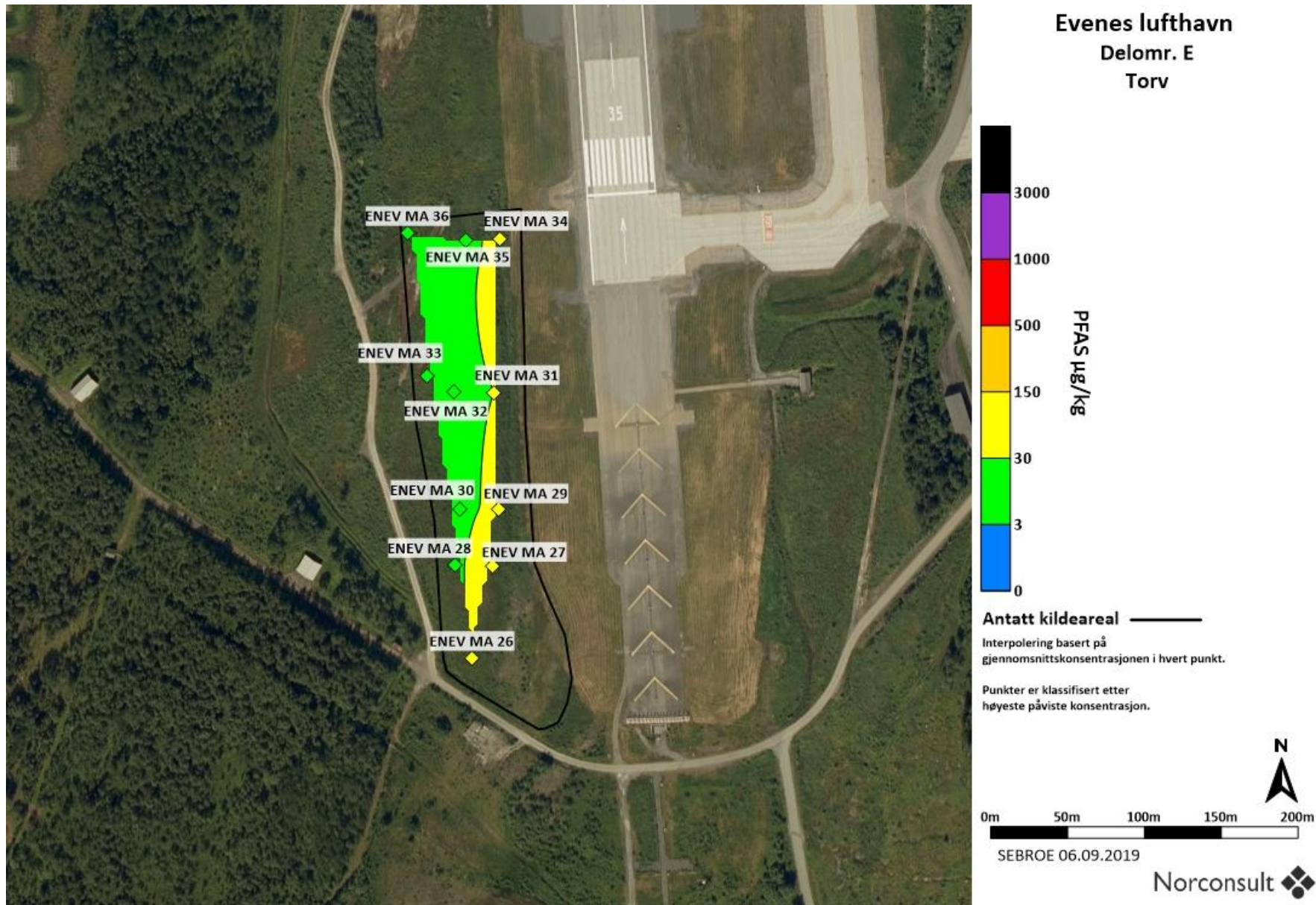












1.1 Brannøvingsfelt / lokalitet

Brannøvingsfelt/lokalitet	Delområde A	Delområde B	Delområde E
	Området inkluderer jordvoll oppbygd av fyllmasser (Jordvoll nord). Det har vært daglige øvinger for innstilling av siktebilde på skumkanon over flere år. Det øves per i dag kun med vann.	BØF B ligger innenfor delområde B. Feltet har vært i bruk i perioden ca. 1973-1980. Feltet er antatt å dels ligge under taksebane.	Området mottar avrenning fra overvannssystemet fra lufthavnens sørlige deler, med videre avrenning til Kjerkvatnet. Grunnet økte konsentrasjoner i vann gjennom området er det utført supplerende prøvetaking i jord. Ingen kjent øvingsaktivitet innenfor selve området.

1.2 Bruk av PFOS og andre PFAS-er

Brannøvingsfelt/lokalitet	Delområde A	Delområde B	Delområde E
Mengde PFOS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke kjent	110 kg (est. for BØF B)	Ikke kjent
Kommentar/usikkerhet	Se kommentar til Delområde B	Estimert forbruk i perioden 1973 til 1980. Estimert er basert på innkjøpstall, og deler av dette kan også ha vært brukt på Delområde A	
Mengde PFAS brukt på lokaliteten (kg)	Ikke kjent		Ikke kjent
Kommentar/usikkerhet		Det skal ikke være benyttet nyere type skum uten PFOS som hovedkomponent.	

1.3 Jordprøvetaking

Brannøvingsfelt/lokalitet	Delområde A	Delområde B	Delområde E
Antall jordprøver totalt	65	198	20
Kommentar/usikkerhet (f.eks 95 % av prøvene er tatt fra 0-0,1 m)	Inndeling under er gjort etter type løsmasse, ikke gitte dybdeintervaller		Hver prøve er blandprøve bestående av 3-9 delprøver.
Antall jordprøver fyllmasser	31	48	0
Antall jordprøver stedlig torv/org.sjikt	17	70	10
Antall jordprøver stedlig mineraljord (silt/sand)	17	80	10
Kommentar/usikkerhet	I deler av området ligger det fyllmasser over stedlig torv, f.eks. jordvoll nord, samt utfylt område nord for jordvollen. På øvrige arealer ligger er det kun stedlig torv over stedlig sand/silt. Dyp til stedlig torv og underliggende mineraljord vil derfor variere etter om denne er overfylt med fyllmasser. Der torva er fylt over er denne betydelig komprimert.		
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg fyllmasser.	955	1290	
Hvor	Voll N 3-2 (20-210 cm)	E-BØF B SV (0-100 cm)	
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg fyllmasser	968	1290	
Hvor	Voll N 3-2 (20-210 cm)	E-BØF B SV (0-100 cm)	
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg stedlig torv/org.sjikt	270	2630	89
Hvor	ENEV SJ 95-1 (0-110 cm)	BØF B SØ 2-3 (200-230 cm)	ENEV MA 27-1 (0-100 cm)
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg stedlig torv/org.sjikt	1640	4100	100
Hvor	Voll N 4-3 org	ENEV SJ 13-3 (120-170 cm)	ENEV MA 27-1 (0-100 cm)
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFOS µg/kg stedlig mineraljord (silt/sand)	25	200	4,6

Hvor	ENEV SJ 105-2 (200-220 cm)	EV-MA 2-2 (50-80 cm)	ENEV MA 34-2 (20-30 cm)
Høyeste målte jordkonsentrasjon PFAS µg/kg stedlig mineraljord (silt/sand)	71	220	11
Hvor	ENEV SJ 94-2 (100-140 cm)	EV-MA 2-2 (50-80 cm)	ENEV MA 34-2 (20-30 cm)
Kommentar/usikkerhet		Høyeste påviste konsentrasjon i stedlig mineraljord er avvikende (høy) ift. øvrige prøver fra disse massene. Nest høyeste påviste konsentrasjon er 24 µg PFAS/kg.	

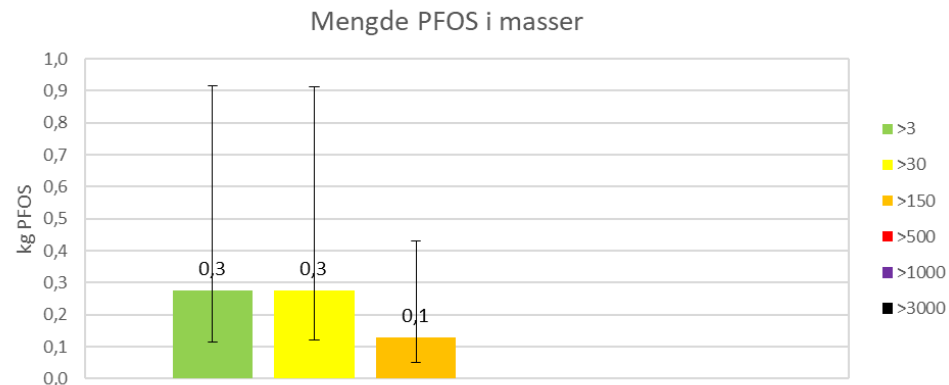
1.4 Mengdeberegning

Brannøvingfelt/lokalitet	Delområde A			Delområde B			Delområde E
	Torv/org. sjikt	Fyllmasser	Fyllmasser + Torv	Torv/org. sjikt	Fyllmasser	Fyllmasser + Torv	Torv
PFAS snittet for alle dybder og punkter > 3 µg/kg							
Konsentrasjon (µg/kg)	414	64	51	903	133	113	25,4
Mengde masse(m3)	19677	48795	68472	24995	52110	77105	5741,0
Mengde masse(tonn)	2952	82952	85903	3749	88587	92336	861,2
Mengde PFOS (kg)	1,2	3,2	4,4	3,4	7,1	10,5	0,02
Usikkerhet -	0,7	1,9	2,7	1,9	3,4	5,3	0,02
Usikkerhet +	2,9	3,0	5,9	4,7	4,8	9,5	0,05
PFAS snittet for alle dybder og punkter > 30 µg/kg							
Konsentrasjon (µg/kg)	416	86	68	986	157	132	43,3
Mengde masse(m3)	19497	36129	55626	21812	44018	65830	2046
Mengde masse(tonn)	2925	61419	64344	3272	74831	78102	306,9
Mengde PFOS (kg)	1,2	3,2	4,4	3,2	7,0	10,3	0,01
Usikkerhet -	0,7	1,7	2,5	1,8	3,4	5,1	0,01
Usikkerhet +	2,9	2,8	5,6	4,4	4,7	9,2	0,03
PFAS snittet for alle dybder og punkter > 150 µg/kg							
Konsentrasjon (µg/kg)	497	202	196	1106	300	263	
Mengde masse(m3)	15006	5284	20290	18405	16558	34963	
Mengde masse(tonn)	2251	8983	11234	2761	28149	30909	
Mengde PFOS (kg)	1,1	1,1	2,2	3,1	5,1	8,1	
Usikkerhet -	0,7	0,6	1,3	1,6	2,2	3,8	
Usikkerhet +	2,6	1,0	3,6	4,2	3,1	7,3	

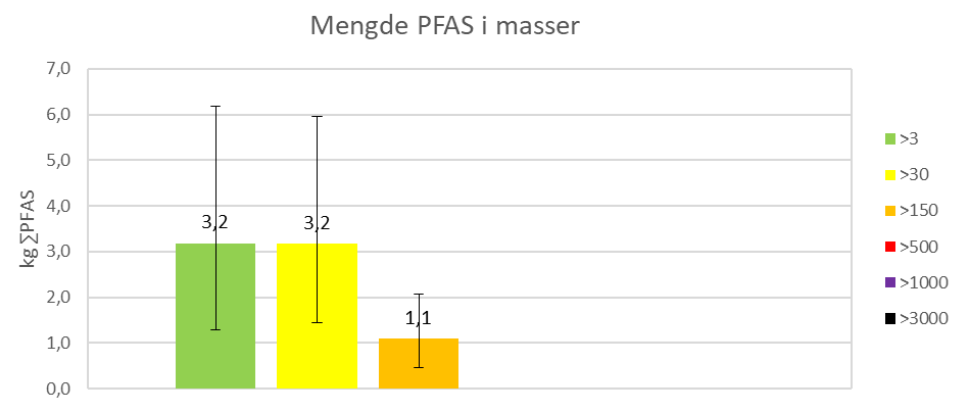
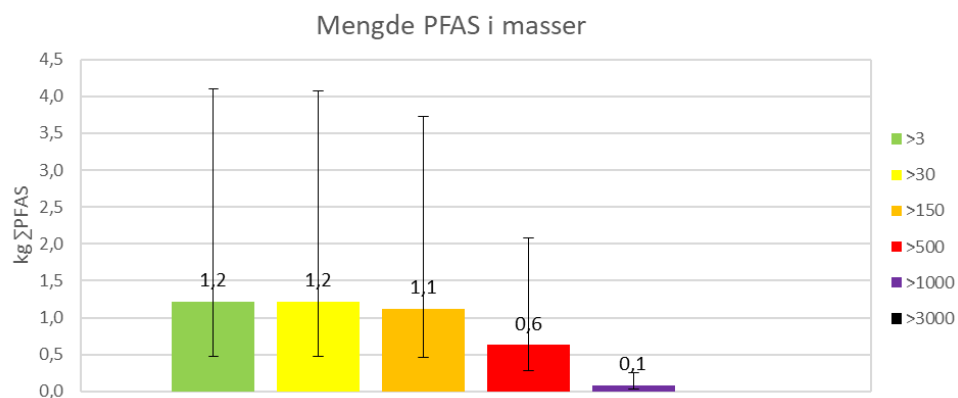
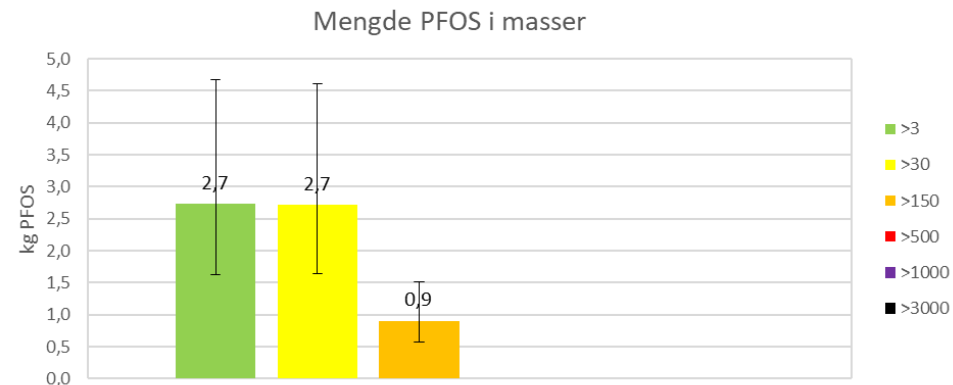
Brannøvningsfelt/lokalitet	Delområde A			Delområde B			Delområde E
	Torv/org. sjikt	Fyllmasser	Fyllmasser + Torv	Torv/org. sjikt	Fyllmasser	Fyllmasser + Torv	Torv
PFAS snittet for alle dybder og punkter > 500 µg/kg							
Konsentrasjon (µg/kg)	727		727	1349	722	852	
Mengde masse(m3)	5772		5772	13748	1438	15186	
Mengde masse(tonn)	866		866	2062	2445	4507	
Mengde PFOS (kg)	0,6		0,6	2,8	1,1	3,8	
Usikkerhet -	0,4		0,4	1,3	0,4	1,7	
Usikkerhet +	1,4		1,4	3,6	0,6	4,2	
PFAS snittet for alle dybder og punkter > 1000 µg/kg							
Konsentrasjon (µg/kg)	1158		1158	1635	1087	1503	
Mengde masse(m3)	451		451	9435	129	9564	
Mengde masse(tonn)	68		68	1415	219	1635	
Mengde PFOS (kg)	0,1		0,1	2,3	0,1	2,5	
Usikkerhet -	0,0		0,0	1,0	0,0	1,0	
Usikkerhet +	0,2		0,2	2,9	0,1	3,0	
PFAS snittet for alle dybder og punkter > 3000 µg/kg							
Konsentrasjon (µg/kg)				3324		3324	
Mengde masse(m3)				233		233	
Mengde masse(tonn)				35		35	
Mengde PFOS (kg)				0,1		0,1	
Usikkerhet -				0,0		0,0	
Usikkerhet +				0,1		0,1	

DELOMRÅDE A

Torv/org.sjikt



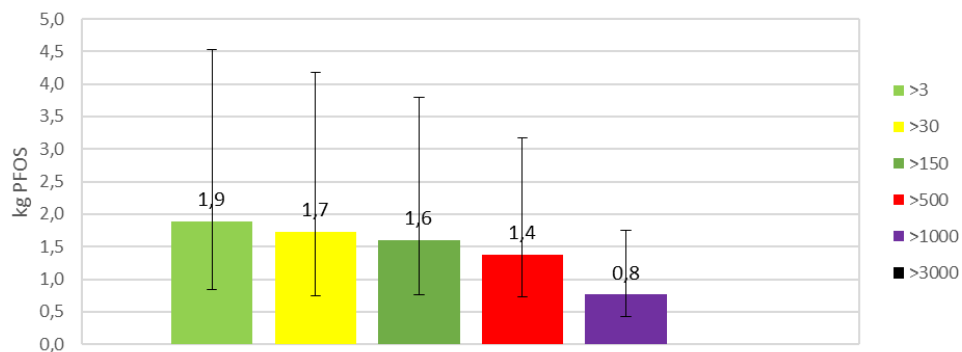
Fyllmasser



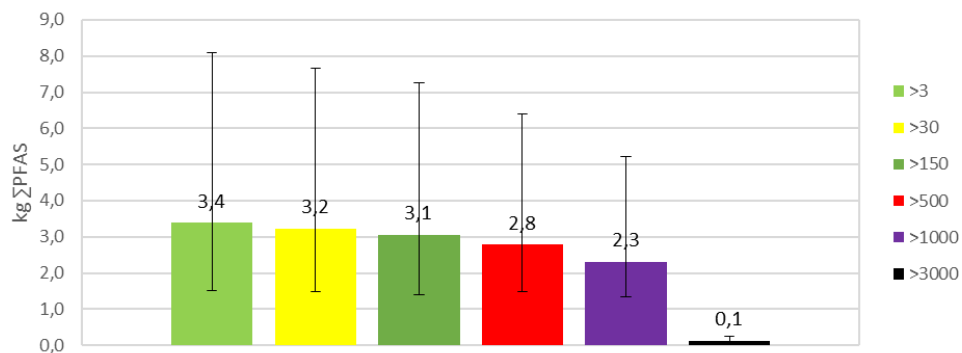
DELOMRÅDE B

Torv/org.sjikt

Mengde PFOS i masser

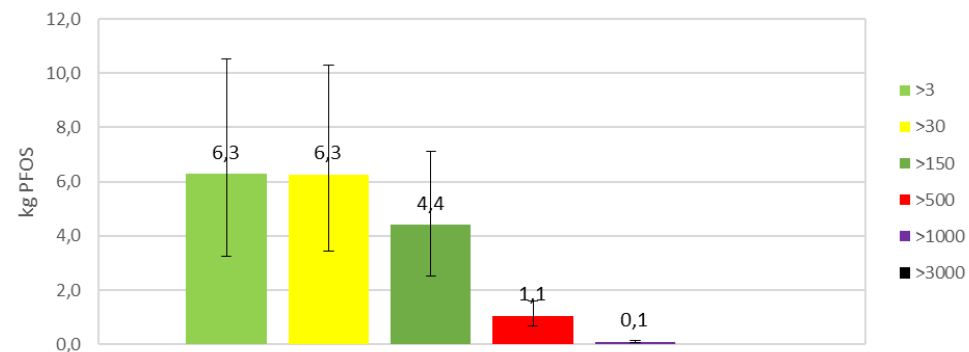


Mengde PFAS i masser

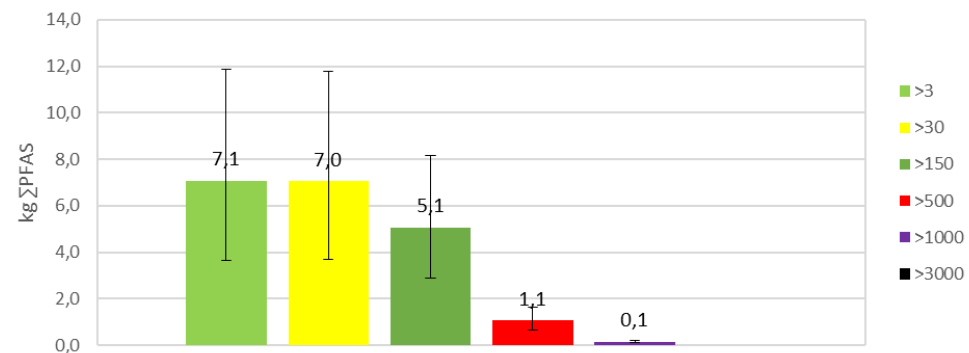


Fyllmasser

Mengde PFOS i masser



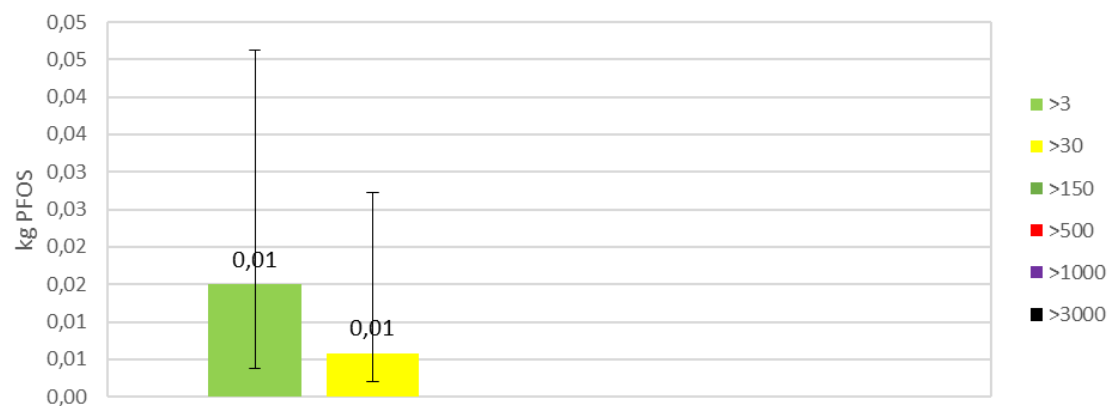
Mengde PFAS i masser



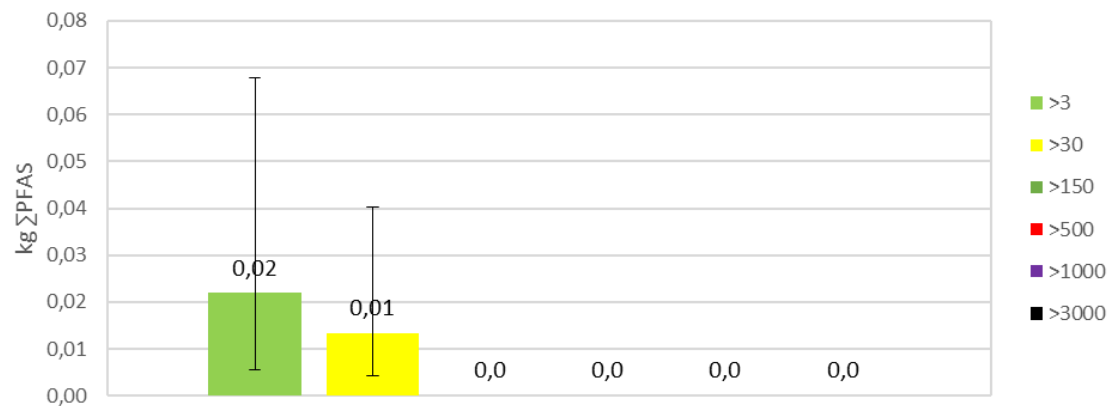
DELOMRÅDE E

Torv/org.sjikt

Mengde PFOS i masser

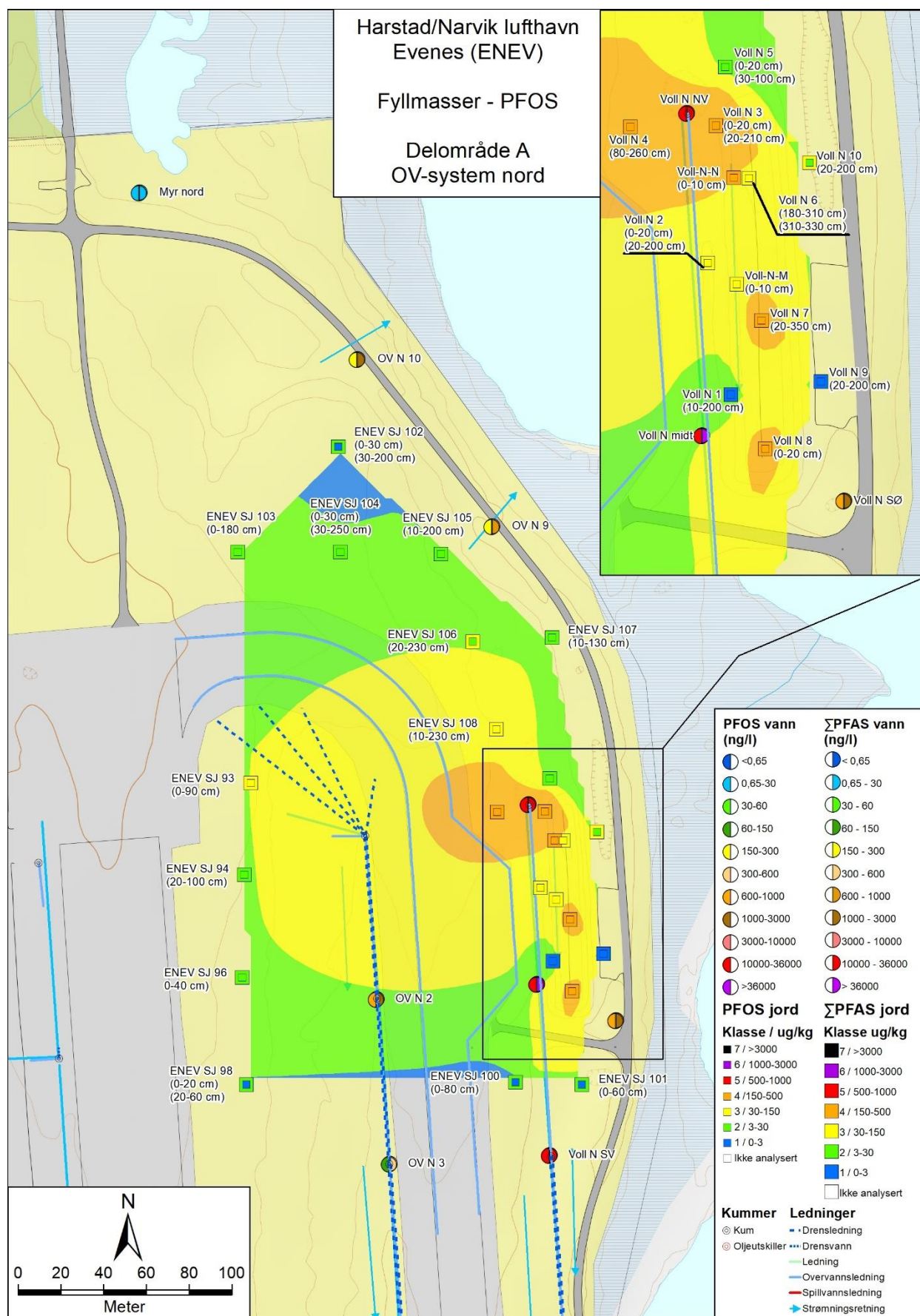


Mengde PFAS i masser

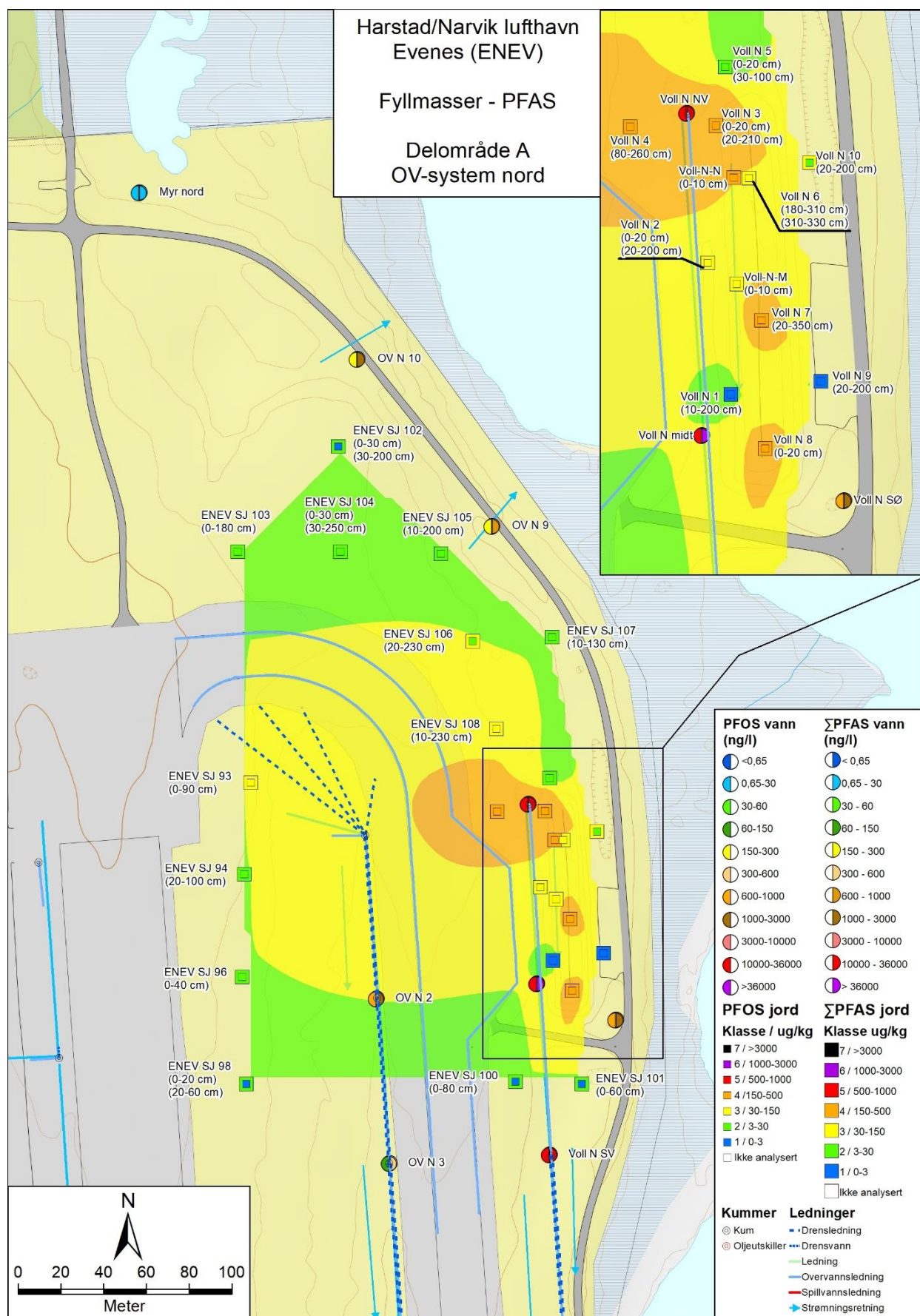


Brannøvingsfelt/lokalitet	Delområde A	Delområde B	Delområde E
Kommentar til beregningene	I risikorapporten fra 2015 er det beregnet en restmengde på 50 ± 30 kg PFOS på BØF A og 2 ± 1 kg PFOS på BØF B. De tidligere beregningene er imidlertid utført med mye høyere densitet på massene og større arealer. I tillegg er det antatt at gjennomsnittskonsentrasjonen er litt over 1000 µg/kg. BØF 1 er ikke del av denne rapporten, og nåværende beregninger er utført basert på et betydelig større datagrunnlag enn ved ev. tidligere beregninger.		
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse horisontalt?	Nei. Ytterpunktene for fyllmasser har lavere konsentrasjoner sammenlignet med ytterpunktene for torven, men er fortsatt med noen prøver som har konsentrasjoner på mellom 30 og 150 µg/kg. En av torvprøvene i ytterkant har konsentrasjon på mellom 500 og 1000 µg/kg og flere med konsentrasjoner på mellom 150 og 500 µg/kg. Det må derfor tas prøver på et større område for å avgrense forurensning ned til lave konsentrasjoner.	Nei. Området er relativt bra avgrenset når det gjelder fyllmassene der prøvene med høyeste konsentrasjonene i ytterkantene av beregnet areal for fyllmasser har en konsentrasjon som er på mellom 30 og 150 µg/kg. Området for torvmassene er ikke avgrensede da konsentrasjoner på prøver i ytterkanten av beregnet område for torv har en konsentrasjon som er > 1000 µg/kg. Det er forventet at området bør være større i alle retninger, men fremst nord, vest og øst.	Nei. Prøvene i ytterkanten på østsiden har konsentrasjoner på mellom 30 og 150 µg/kg. Det må derfor tas prøver på et større område for å avgrense forurensning ned til konsentrasjoner under 3 µg/kg. Det er imidlertid fortsatt relativt lave konsentrasjoner så det forventes ikke at området er mye større
Er det forurensede området avgrenset i utbredelse vertikalt?	Ja. Det meste av forurensningene ligger i fyllmasser og torv.	Ja. Det meste av forurensningene ligger i fyllmasser og torv.	Ja. Det meste av forurensningene ligger i torv.
Kommentar/usikkerhet			

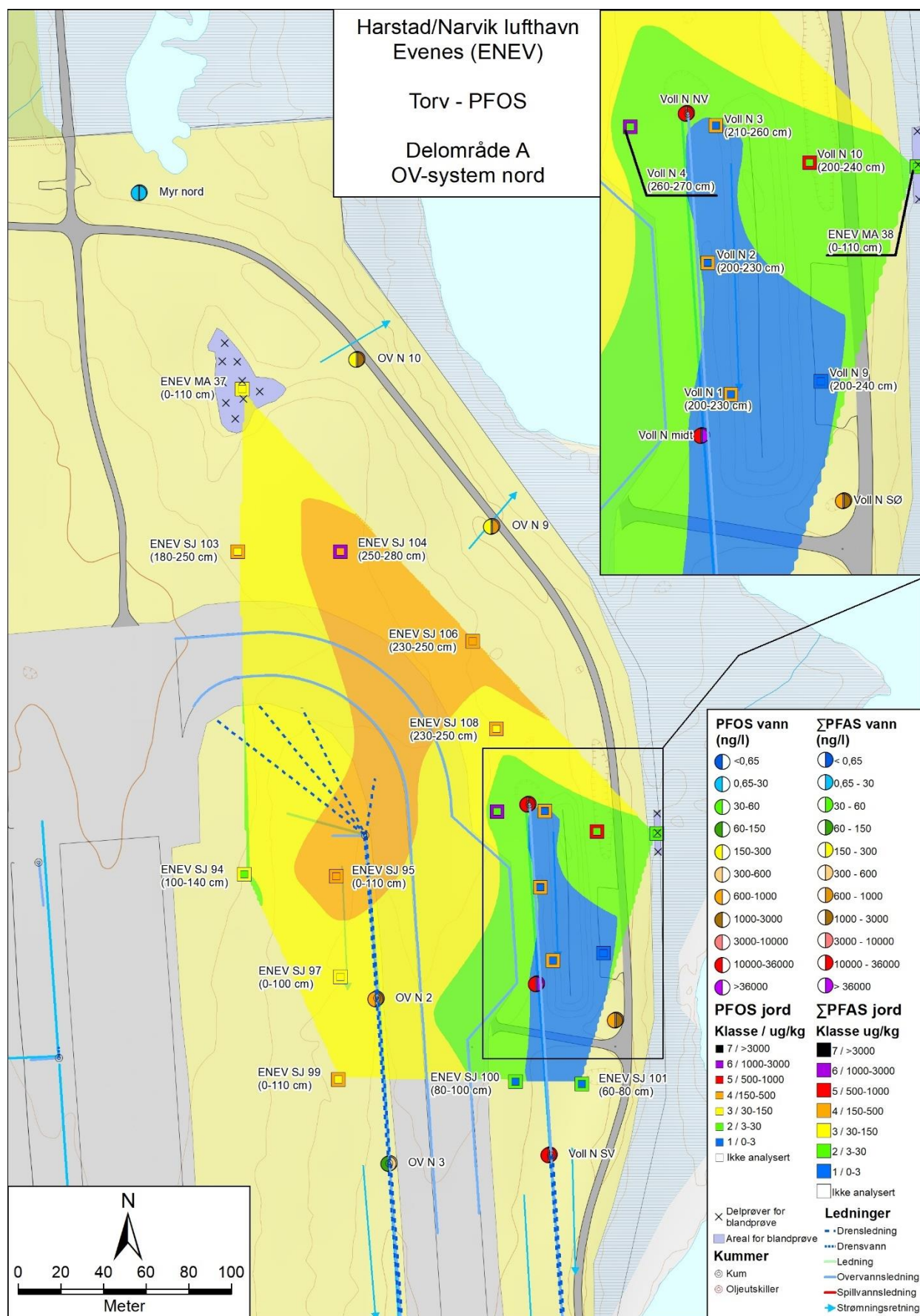
VEDLEGG B – Supplerende kartfremstilling og beregnede mengder



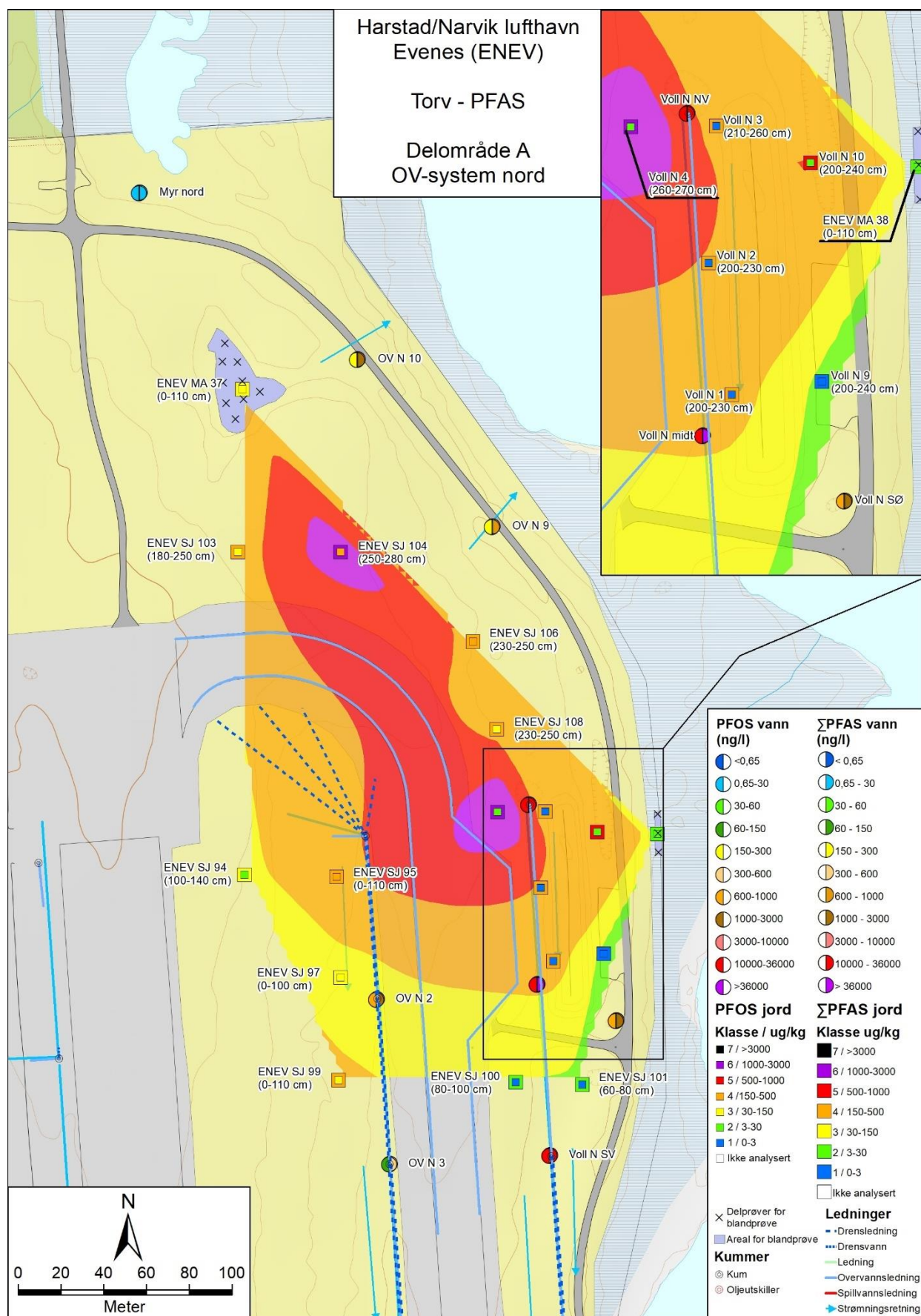
Figur 1: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS i fyllmasser, delområde A. Beregnede mengder er gitt i Figur 5.



Figur 2: Interpolert konsentrasjonsfordeling for ΣPFAS i fyllmasser, delområde A. Beregnede mengder er gitt i Figur 5.



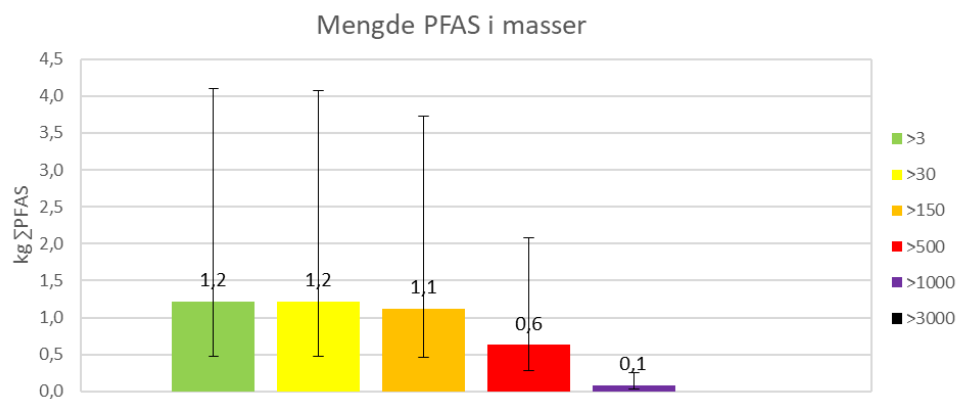
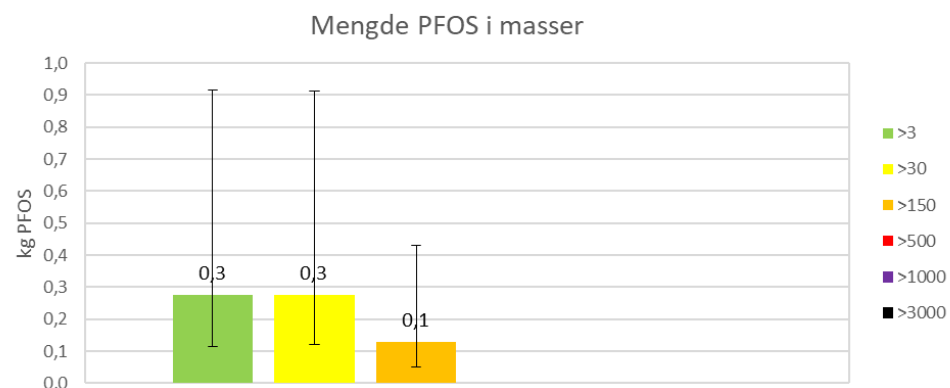
Figur 3: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS i torv/organisk sjikt, delområde A. Beregnede mengder er gitt i Figur 5.



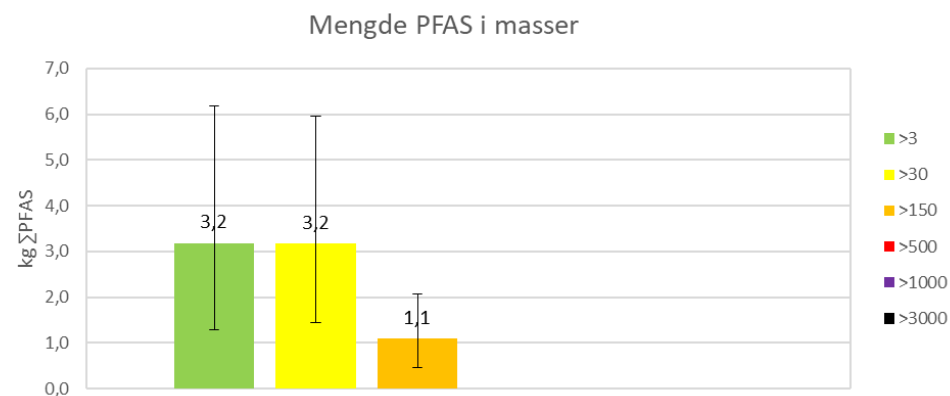
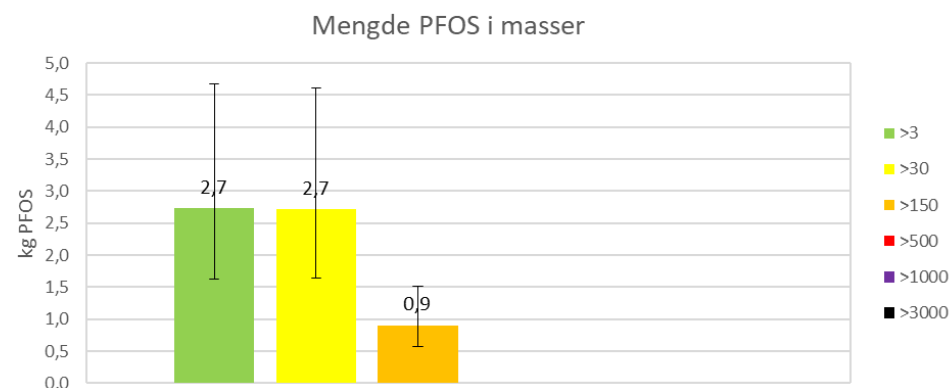
Figur 4: Interpolert konsentrasjonsfordeling for ΣPFAS i torv/organisk sjikt, delområde A. Beregnede mengder er gitt i Figur 5.

DELOMRÅDE A

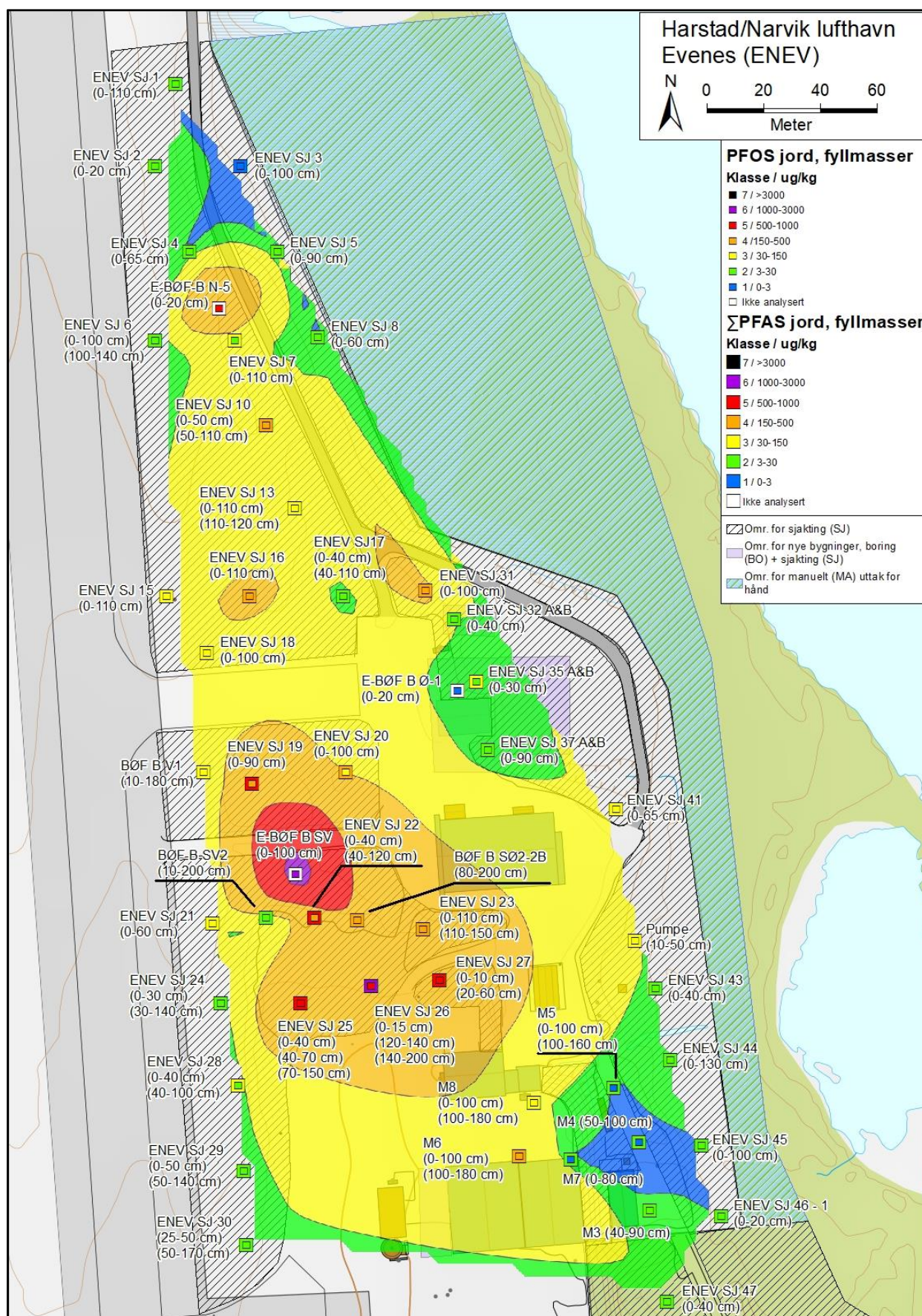
Torv/org.sjikt



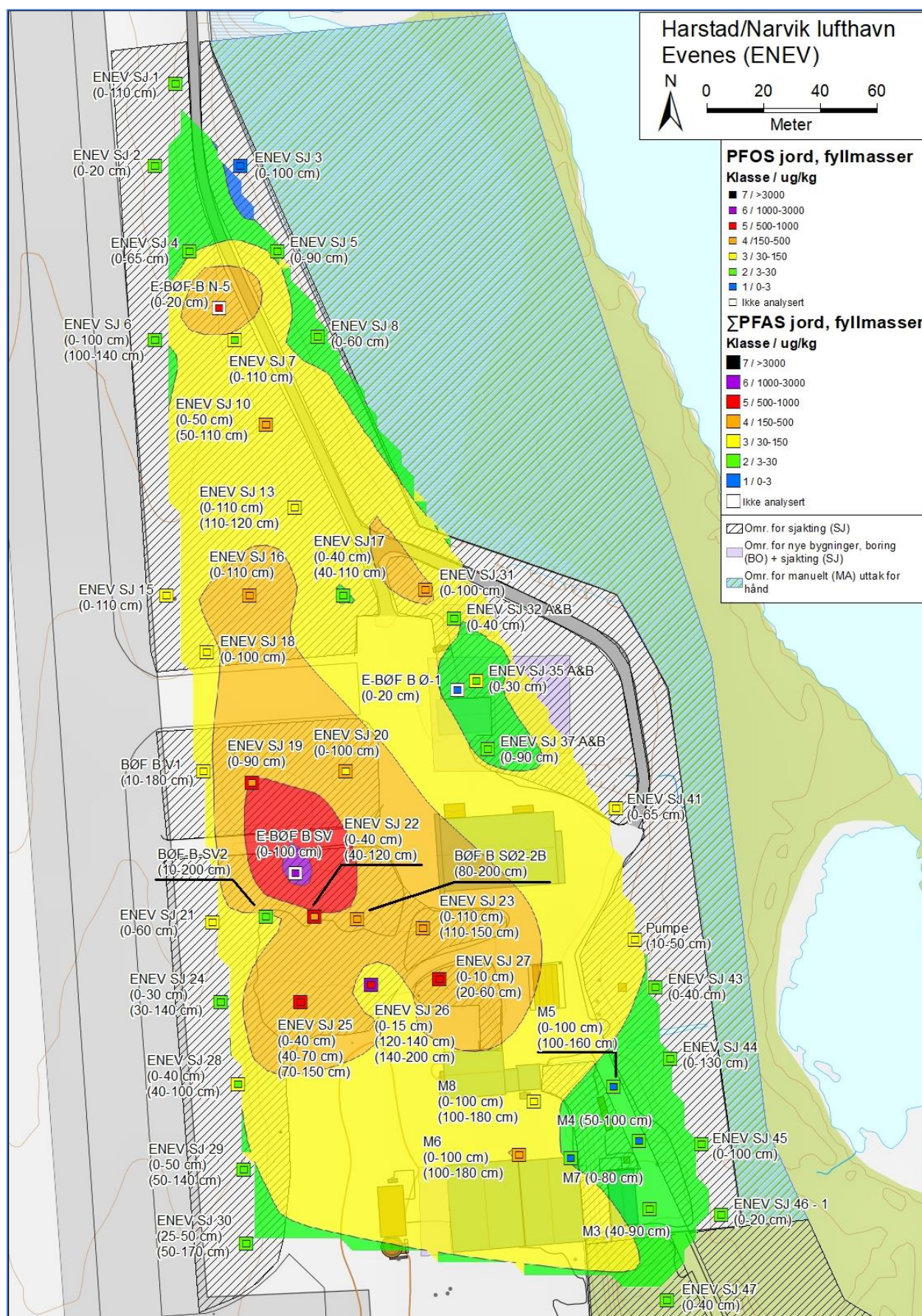
Fyllmasser



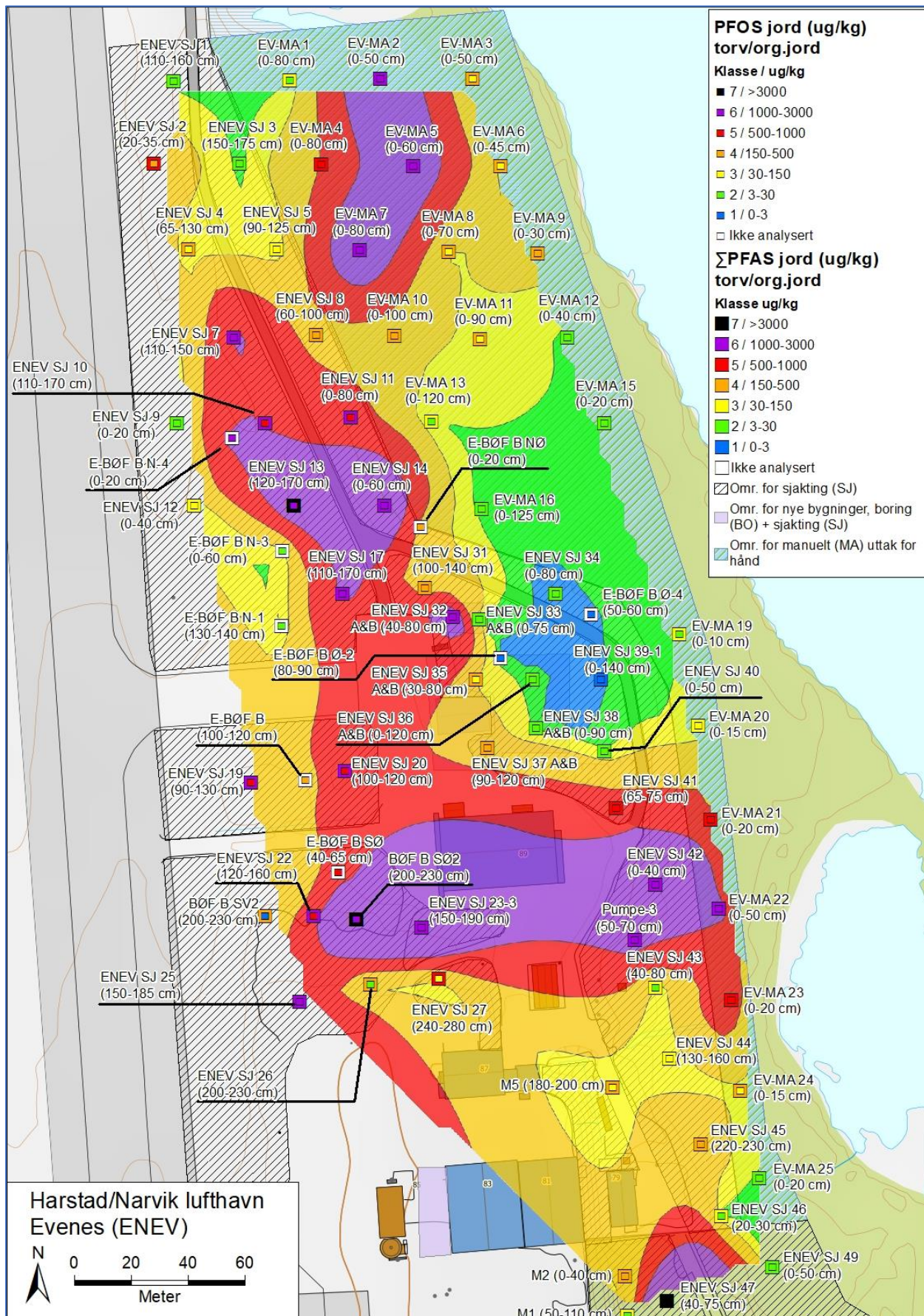
Figur 5: Beregnede mengder PFOS og PFAS i hhv. torv/organisk sjikt og fyllmasser, delområde A.



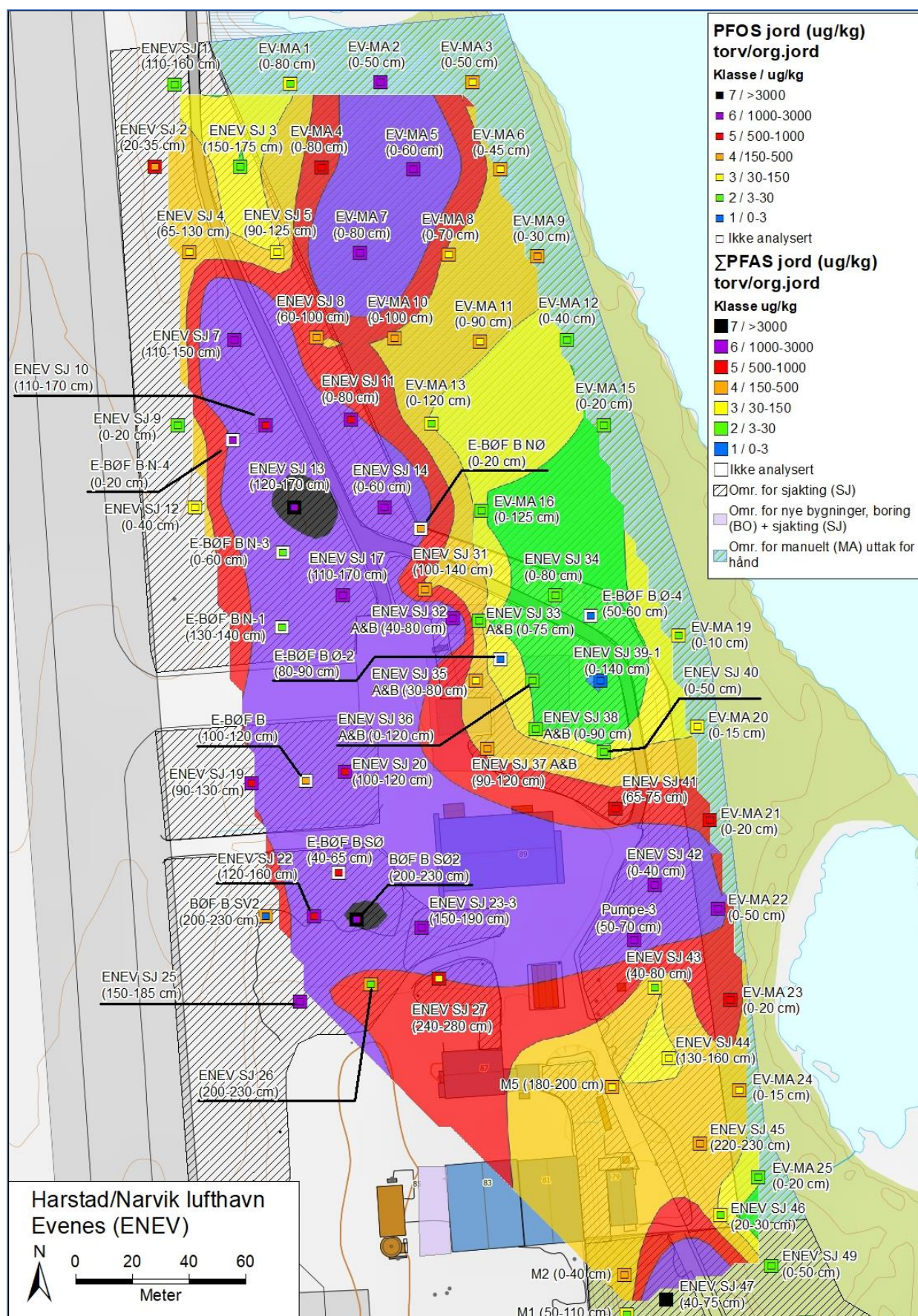
Figur 6: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS i fyllmasser, delområde B. Beregnede mengder er gitt i Figur 10.



Figur 7: Interpolert konsentrasjonsfordeling for ΣPFAS i fyllmasser, delområde B. Beregnede mengder er gitt i Figur 10.



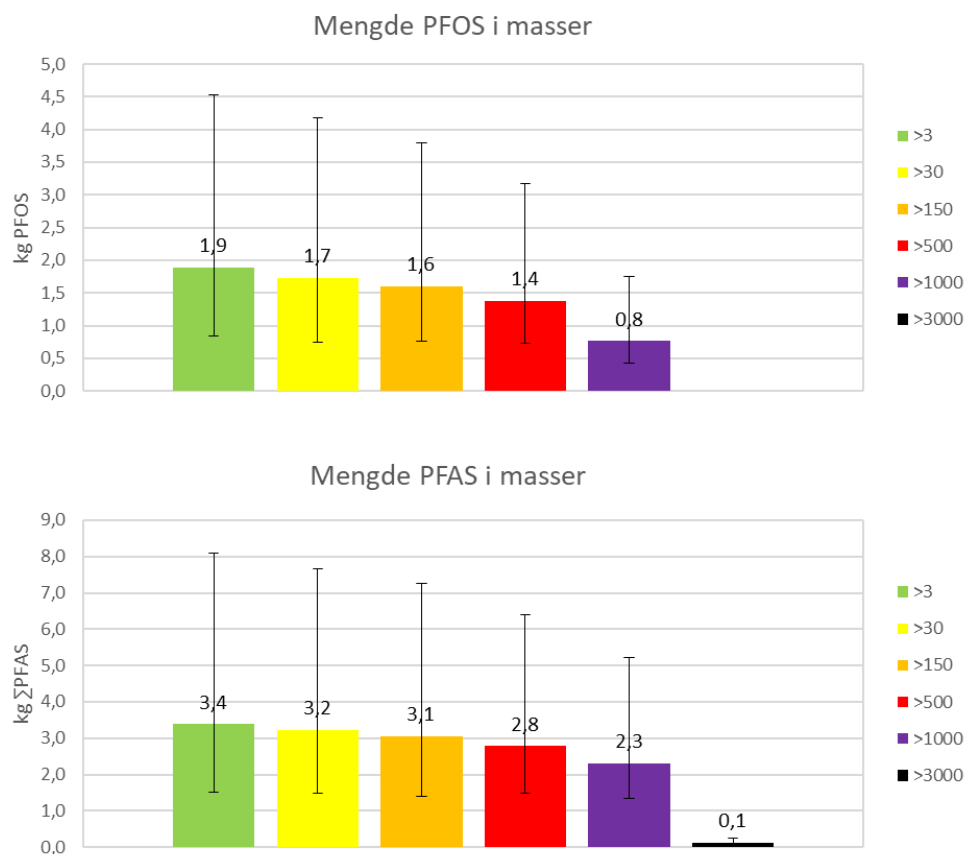
Figur 8: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS i torv/organisk sjikt, delområde B. Beregnede mengder er gitt i Figur 10.



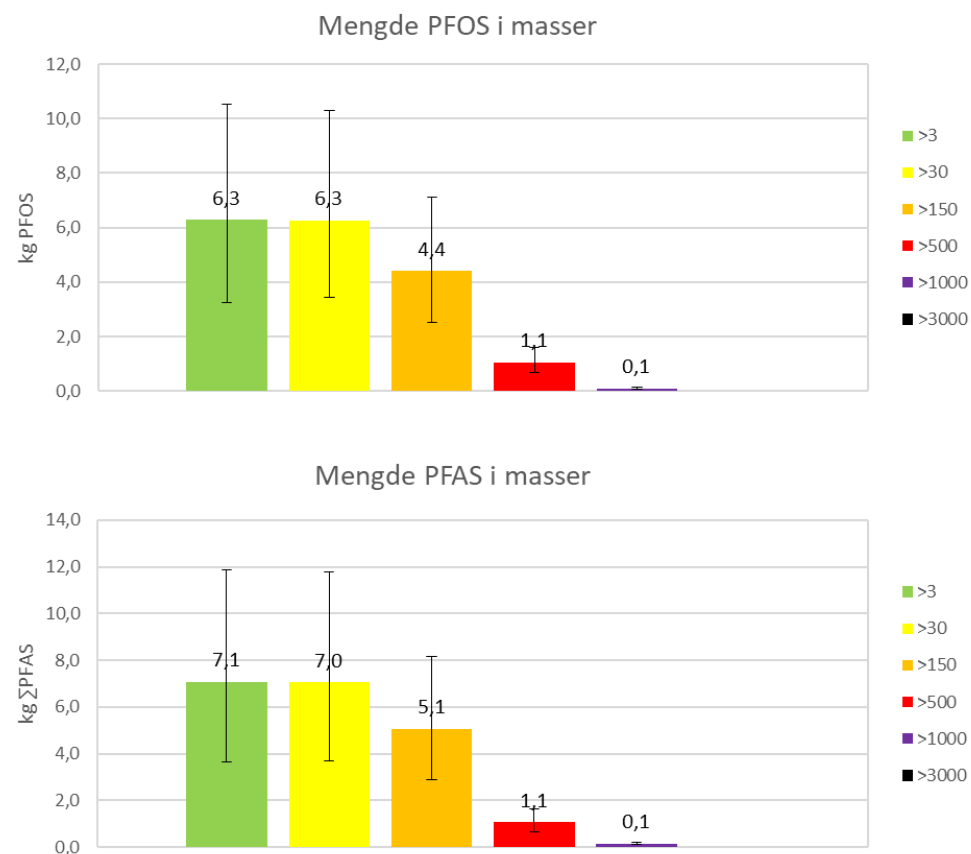
Figur 9: Interpolert konsentrasjonsfordeling for ΣPFAS i torv/organisk sjikt, delområde B. Beregnede mengder er gitt i Figur 10

DELOMRÅDE B

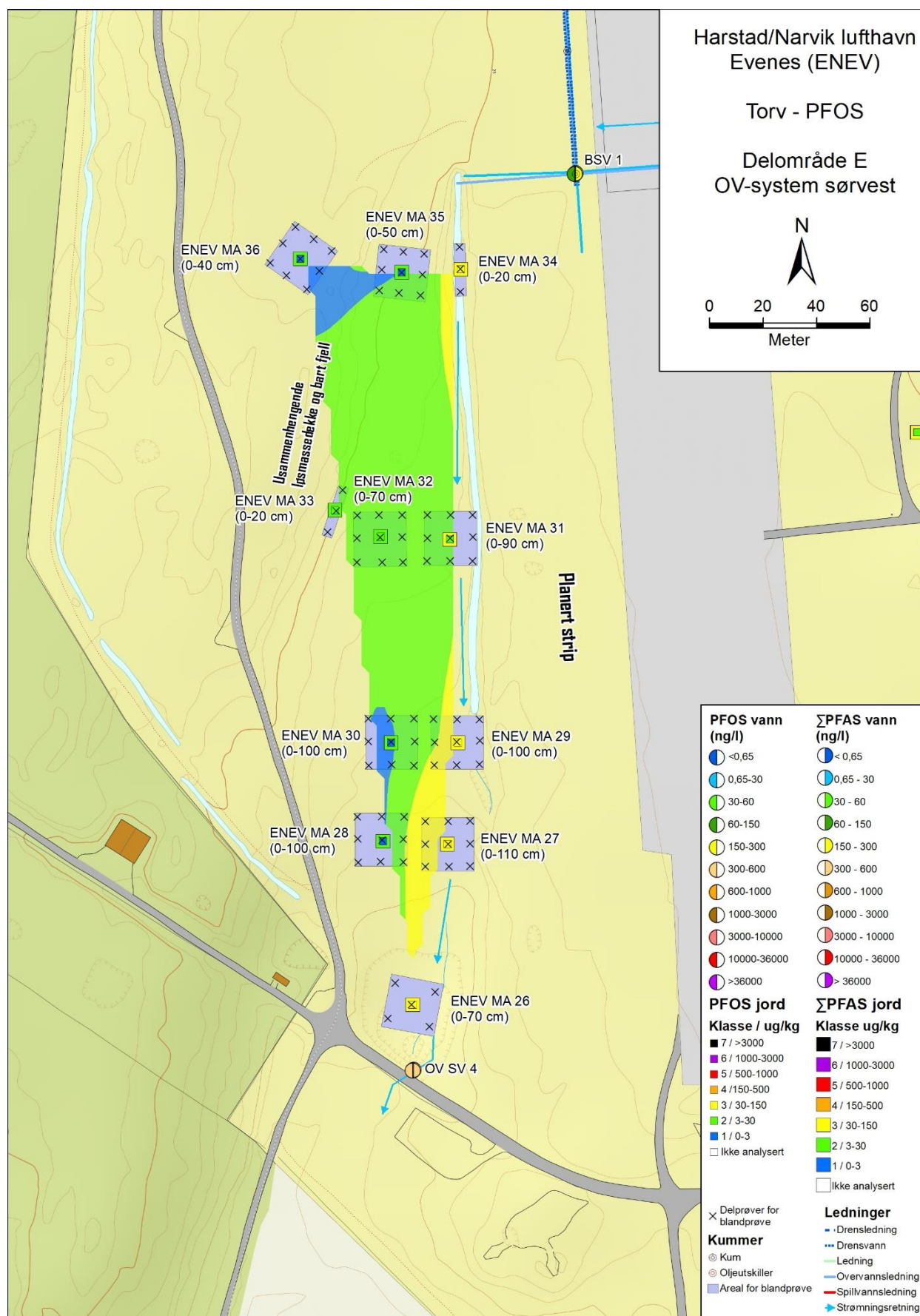
Torv/org.sjikt



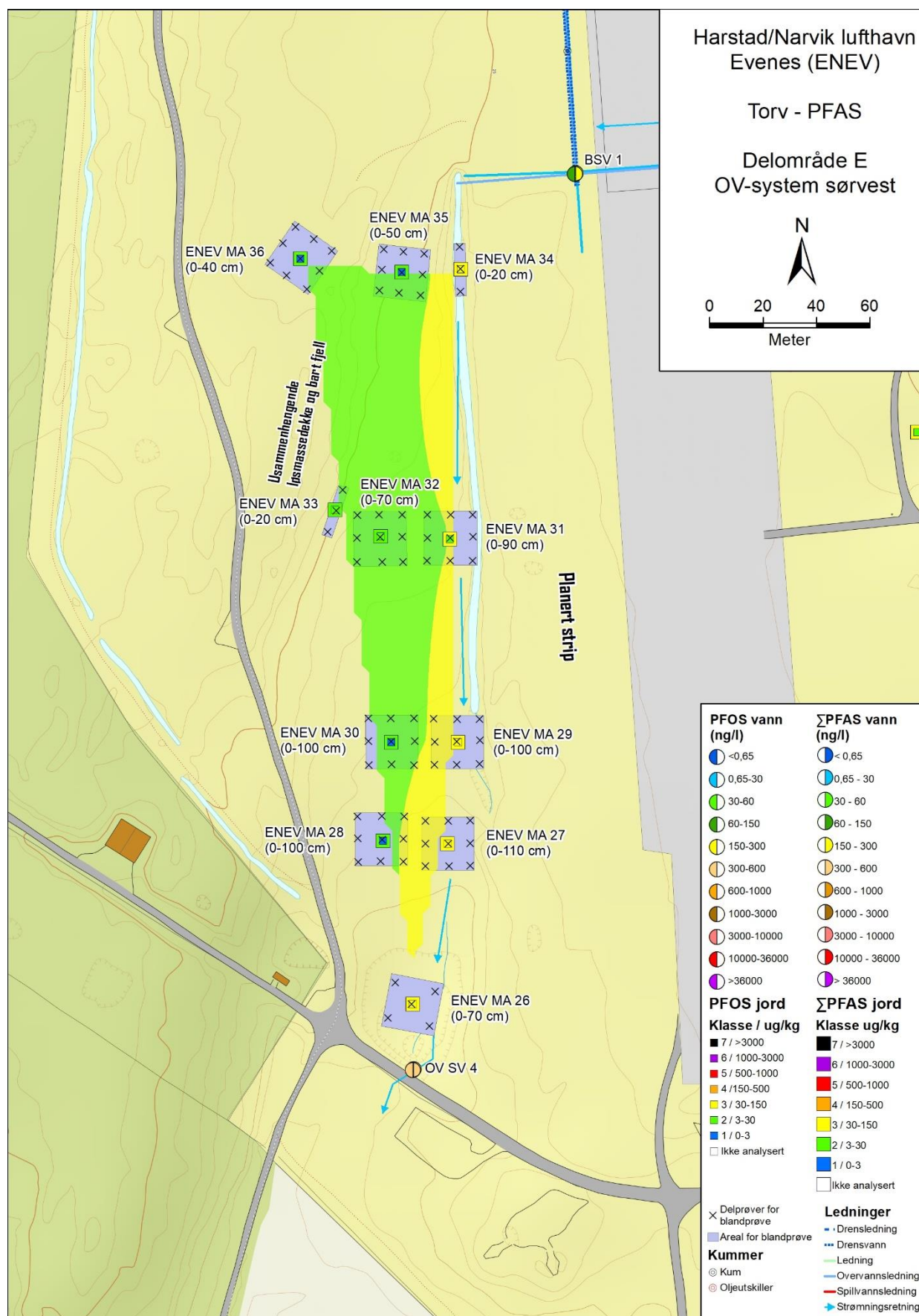
Fyllmasser



Figur 10: Beregnede mengder PFOS og PFAS i hhv. torv/organisk sjikt og fyllmasser, delområde B.



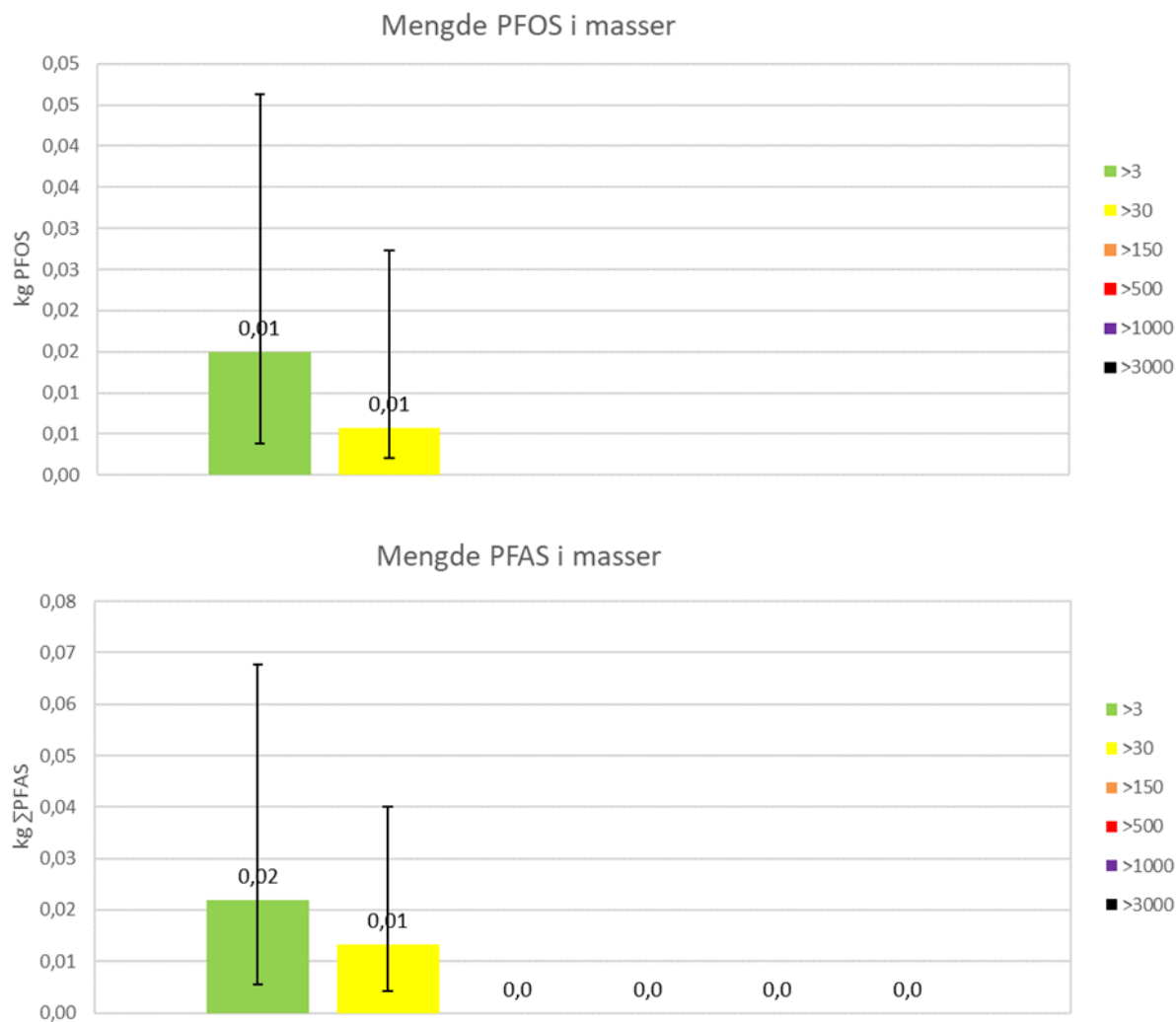
Figur 11: Interpolert konsentrasjonsfordeling for PFOS i torv/organisk sjikt, delområde E. Beregnede mengder er gitt i Figur 13.



Figur 12: Interpolert konsentrasjonsfordeling for ΣPFAS i torv/organisk sjikt, delområde E. Beregnede mengder er gitt i Figur 13.

DELOMRÅDE E

Torv/org.sjikt



Figur 13: Beregnede mengder PFOS og PFAS i torv/organisk sjikt, delområde E.