



FORSVARSBYGG

NIVA

Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og øvingsfelt

Årsrapport for 2018

Forsvarsbygg rapport 287/2019/POA | 8. mars 2019



© Kartverket

RAPPORT

Hovedkontor
Gautstadalleen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør
Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet
Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest
Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark
Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og øvingsfelt. Årsrapport for 2018	Løpenummer 7360-2019	Dato 15.02.2019
Forfatter(e) Øyvind Garmo	Fagområde Miljøgifter - ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Norge	Sider 84+vedlegg

Oppdragsgiver(e) Forsvarsbygg	Oppdragsreferanse Harry Hellebust
Oppdragsgivers utgivelse: FB Arkiv nr. 2012/3353, rapport 287/2019/POA	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 14242

<p>Sammendrag</p> <p>I 2018 ble vannkjemi og metaller i avrenningen fra 18 nedlagte skyte- og øvingsfelt overvåket med prøvetakingsrunder vår, sommer og høst. Denne rapporten presenterer resultatene fra 2018 og viser hvordan tidsutviklingen har vært i hele perioden de 18 feltene har blitt overvåket.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Militære skytefelt Bly Metaller Forurensing 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> Military shooting ranges Lead Metals Pollution
--	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Øyvind Garmo
Prosjektleder

Malcolm Reid
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7095-2
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

**Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og
øvingsfelt
Årsrapport for 2018**

Forord

Forsvarsbygg er i ferd med å sanere og avhende en rekke skyte- og øvingsfelt som Forsvaret ikke lenger bruker. Det har blitt etablert et program for overvåking av forurensning i overflateavrenningen fra disse feltene. Hensikten er å skaffe til veie data for vurdering av behovet for tiltak som begrenser spredning av forurensning i vann, samt følge opp effekten av tiltak i etterkant. NIBIO (tidligere Bioforsk) har overvåket vannkvaliteten fra 2010 og t.o.m. våren 2014. NIVA tok over i mai 2014.

Undertegnede har vært prosjektansvarlig hos NIVA og har sammen med Geir Aksel P. Dahl-Hansen (Akvaplan–niva) og Espen Lund tatt de fleste vannprøvene i 2018. COWI ved hhv. Øystein Løvdal og Arild Vatland har tatt vannprøvene i Fredrikstad og på Gimlemoen. Takk også til Mette Cecilie Lie for assistanse i Marka. Espen Lund har laget kartene og Mette-Gun Nordheim har laget figurene.

Hamar, februar 2019

Øyvind Garmo

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	6
2	Prøvetaking og analyse	8
3	Resultater	9
3.1	Resultater fra overvåking av SØF som har blitt ryddet	9
3.1.1	Gimlemoen	9
3.1.2	Marka	15
3.1.3	Fredrikstad (Gansrød og Pernes)	19
3.1.4	Avgrunnsdalen	25
3.1.5	Ørskogfjellet	30
3.1.6	Gurulia	34
3.1.7	Banemyra	38
3.1.8	Kjoselvdalen	42
3.1.9	Kvenvikmoen	45
3.2	Resultater fra overvåking av SØF som ikke var ferdigryddet i 2018	49
3.2.1	Vikesdalmoen	49
3.2.2	Børja	52
3.2.3	Kvamskogen (Steinskvanndalen)	55
3.2.4	Skjelanger	58
3.2.5	Brettingen	61
3.2.6	Vaterholmen	64
3.2.7	Melbu/Haugtuva	67
3.2.8	Skarsteindalen	71
3.2.9	Nyborgmoen	75
3.3	Utlekking av tungmetaller	78
4	Diskusjon	79
5	Konklusjon	80
6	Litteratur	81

Sammendrag

Overvåkingen i 2018 bestod av tre runder med innhenting av vannprøver for bestemmelse av vannkjemi og tungmetaller i overflateavrenning fra følgende nedlagte skyte- og øvingsfelter: Gimlemoen, Marka, Fredrikstad, Avgrunnsdalen, Ørskogfjellet, Gurulia, Banemyra, Kjoselvdalen, Kvenvikmoen, Vikesdalmoen, Børja, Kvamskogen (Steinskvanndalen), Skjelanger, Brettingen, Vaterholmen, Melbu/Haugtuva, Skarsteindalen og Nyborgmoen. Hensikten med undersøkelsene har vært å innhente data for vurdering av behovet for tiltak som begrenser spredning av forurensing i vann, samt følge opp effekten av tiltak i etterkant.

Det er indikasjoner på at gjennomførte oppryddingstiltak ved Gimlemoen, Gurulia og Kjoselvdalen har gitt lavere tungmetallkonsentrasjoner i avrenningen, men det påvises fortsatt relativt høye nivåer internt i feltene. Også ved Banemyra har oppryddingstiltaket hatt god effekt på utlekking av metaller, noe som er dokumentert gjennom tre år med overvåking. Effekten av gjennomførte oppryddingstiltak ved Ørskogfjellet, Fredrikstad og Kvenvikmoen bør undersøkes nærmere. Det anbefales derfor å videreføre overvåkingen i 2019. Fra Avgrunnsdalen lekker fortsatt en relativt stor mengde tungmetaller sammenlignet med utlekkingen fra de fleste andre feltene som er beskrevet i denne rapporten. Situasjonen er dokumentert gjennom mange års undersøkelser. Det forventes lavere utlekking når vegetasjonen i myra er fullstendig reetablert.

Ved Melbu og i Skarsteindalen ble det gjennomført oppryddingstiltak i 2018. Effekten av disse bør følges opp i 2019. Ved Skjelanger og Brettingen ble det startet vannovervåking i 2018. Det bør gjennomføres flere vannprøverunder for å styrke datagrunnlaget for disse feltene. Det anses derimot ikke nødvendig med videre overvåking av Børja, Kvamskogen, Vaterholmen, Nyborgmoen og Vikesdalmoen før det eventuelt skal gjennomføres tiltak.

1 Innledning

I 2005 ble 27 skyte- og øvingsfelt (SØF) utrangert av Forsvaret. Etter mange års bruk kan det ha blitt akkumulert betydelige mengder tungmetaller i jordsmonn og skytevoller. Mesteparten av tungmetallene kommer fra bruk av håndvåpen. I utrangerte SØF har det hovedsakelig blitt brukt kobber-mantlede blyprosjektiler som inneholder omtrent 60 % bly, 30 % kobber, 7 % antimon og 3 % sink (masse/masse) (Strømseng og Ljønes, 2002). Disse har havnet i skytevoller der slike har vært bygd. I mange av feltene har det også foregått feltskyting, som kan gi mer spredt forurensning fordi prosjektilene fordeler seg over et større område. I noen av feltene har det også blitt brukt våpentyper som kan gi blindgjengere (udetonerte missiler eller granater).

Av de 27 SØF er 23 overført til Forsvarsbygg Skifte eiendom for miljøsanering og avhending. Miljøsaneringen ved de første feltene startet i 2009, og arbeidet skal etter planen avsluttes i 2018. I følge Forsvarsbygg skulle det i perioden 2014-2017 saneres 2-4 SØF per år. For å vurdere tiltakenes effekt på vannkvalitet, ble det i 2010 etablert et overvåkingsprogram med årlig rapportering av resultater (Amundsen, 2012, 2011; Garmo, 2018, 2017, 2016, 2015; Gjemlestad and Haaland, 2014, 2013). Denne årsrapporten omhandler feltene som ble overvåket i 2018.

Konsentrasjonen av tungmetaller i avrenningen blir vurdert ved å sammenligne med grenseverdier gitt i Tabell 1 (antimon er et halvmetall, men blir for enkelhets skyld inkludert i samlebetegnelsen «tungmetaller» i denne rapporten).

Tabell 1. Gjeldende miljøkvalitetsstandarder i vannforskriften for konsentrasjon av tungmetaller og grenseverdi for antimon i drikkevannsforskriften.

Metall	Grenseverdi (µg/l)	Litteratur
Bly	1,2*	https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446/
Bly	14**	https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446/
Kobber	7,8	Miljødirektoratet (2016)
Sink	11	Miljødirektoratet (2016)
Antimon	5***	

*Årsgjennomsnitt «biotilgjengelig konsentrasjon».

**Maksimalgrense av løst bly (dvs. filtrert gjennom membranfilter med porestørrelse 0,45 µm eller tilsvarende fraksjonering)

*** Dette er drikkevannsnormen. Den er trolig lav nok til å beskytte akvatiske organismer.

Laboratorieforsøk med dyreplankton, alger og fisk har ikke (Swedish Chemicals Agency, 2008). dokumentert effekter ved lavere antimonkonsentrasjoner enn 113 µg/l.

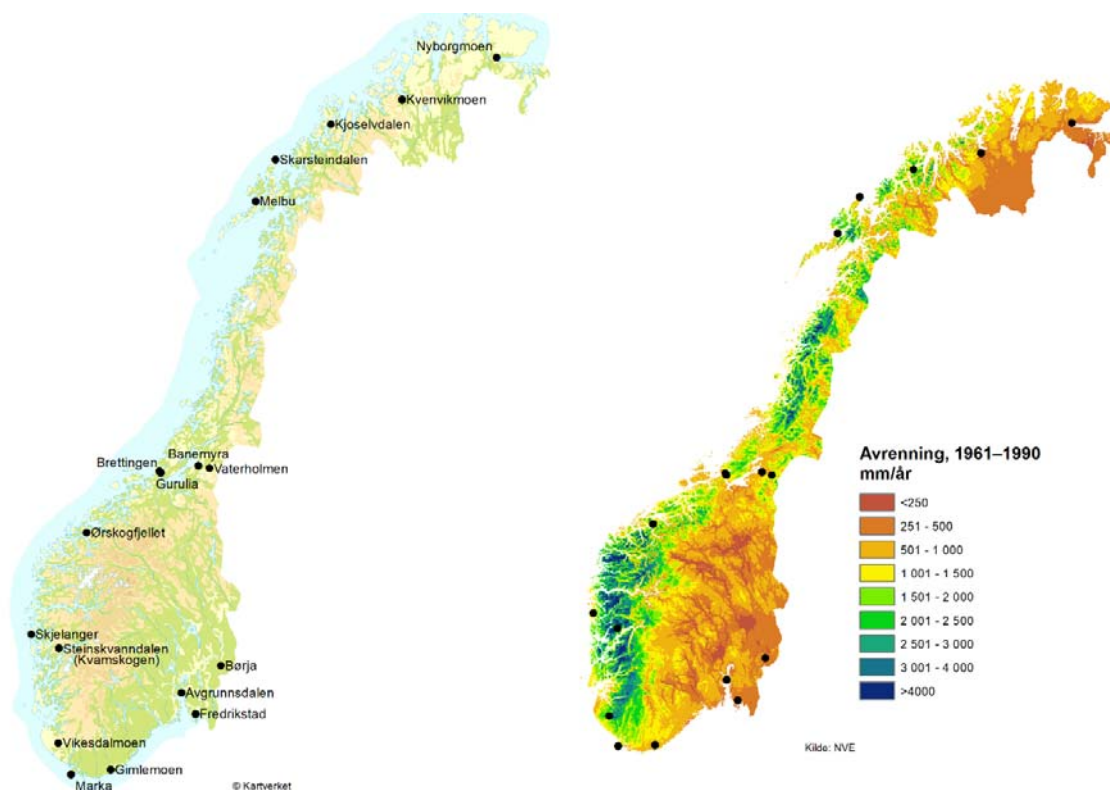
Biotilgjengelig konsentrasjon av bly ($[Pb_{\text{biotilgjengelig}}]$) ble beregnet med ligning 1 (European Commission, 2014, 2011). Her skulle egentlig organisk karbon ([TOC]) vært målt i filtrert prøve. Manglende filtrering vil vanligvis ikke gi vesentlig lavere estimert $[Pb_{\text{biotilgjengelig}}]$ siden størstedelen av det organiske materialet i avrenningen som regel er i løst eller kolloidal fraksjon. Aaneby et al., (2018) undersøkte avrenning fra 4 SØF, deriblant Avgrunnsdalen, og fant at bare 1-4 prosent av det organiske karbonet ble stoppet av et filter med porestørrelse 0,45 µm. Videre så er ligning 1 bare validert i vann der konsentrasjonen av DOC er lavere enn 17 og kalsium høyere enn 2 mg/l, og pH er mellom 6,0 og 8,5. Det ble derfor ikke tatt hensyn til eventuell ytterligere reduksjon av biotilgjengelighet ved konsentrasjoner av TOC over 17 mg/l. Ligning 1 ble brukt også i tilfeller der pH

og kalsiumkonsentrasjon falt utenfor valideringsområdet, men kommenteres i slike tilfeller i teksten (se Kapittel 3).

$$[Pb_{\text{biotilgjengelig}}] = [Pb_{\text{målt}}] \times 1,2 / (1,2 + 1,2 \cdot ([TOC] - 1)) \quad (1)$$

Grenseverdiene for kobber og sink er hhv. vesentlig høyere og lavere enn gamle grenseverdier (Andersen et al., 1997). Det kan endre seg dersom det vedtas at konsentrasjonene kan korrigeres for biotilgjengelighet (Garmo et al., 2015)

Det vil også bli gitt grovestimat av massetransport av tungmetaller fra SØF basert på middelavrenning (30 års gjennomsnitt, NVE), omtrentlig størrelse på nedbørfelt og målte metallkonsentrasjoner. Estimert massetransport er beheftet med stor usikkerhet pga. få prøver og manglende vannføringsdata, og bør kun betraktes som grove overslag. De 18 feltene som var med i overvåkingen i 2018 er vist i Figur 1 sammen med gjennomsnittlig avrenning i de aktuelle områdene.



Figur 1. Skyte- og øvingsfelt prøvetatt i 2018. Kartet til høyre viser gjennomsnittlig avrenning per år.

2 Prøvetaking og analyse

Feltene som ble undersøkt i 2018 var Gimlemoen, Marka, Fredrikstad (Gansrød og Pernes), Avgrunnsdalen, Ørskogfjellet, Gurulia/Bue-Nebb, Banemyra, Kjoselvdalen, Kvenvikmoen, Vikesdalmoen, Børja, Kvamskogen/Steinskvanndalen, Skjelanger, Brettingen, Vaterholmen, Melbu/Haugtuva, Skarsteindalen og Nyborgmoen. De 9 førstnevnte feltene har blitt ryddet, og tiltakene er overfladisk beskrevet under resultatene for hvert enkelt felt. I de resterende 9 feltene pågikk det fortsatt tiltak i 2018 (Melbu/Haugtuva, Skarsteindalen) eller tiltak er ikke påbegynt. Prøvetakingen ved Gimlemoen og Fredrikstad ble i 2018 gjennomført av hhv. Arild Vatland og Øystein Løvdal (begge COWI). NIVA/Akvaplan-niva gjennomførte tre prøvetakingsrunder i perioden april – november i alle feltene unntatt Melbu/Haugtuva og Skarsteindalen hvor det pågikk tiltak. Avrenningen i de fleste feltene har blitt overvåket tidligere, og prøvetakingspunktene er hovedsakelig de samme som Bioforsk/Forsvarsbygg har etablert tidligere (se tidligere årsrapporter). Unntak er Nyborgmoen der overvåkingen startet først i 2016. Tanken bak plasseringen av punktene er å kunne spore de viktigste forurensningskildene, fastslå referansenivåer av stoffer som forekommer naturlig eller som har andre menneskeskapt kilder, vurdere om tiltakene har påvirket tungmetallnivåene, og å bestemme tungmetaller i avrenning ut av feltene.

Prøvetakingen bestod av å fylle plastflasker til bestemmelse av vannkjemiske parametere og tungmetaller. Flaskene ble skylt og grums fra bunnen og vann fra overflaten ble forsøkt unngått. I 2018 ble alle prøvene analysert av Eurofins (se Vedlegg A). Analyseprogrammet bestod av støttevariabler (spesifikk ledningsevne, pH, turbiditet, konsentrasjon av TOC, kalsium og jern) og spormetaller (antimon, kobber, bly, sink og, i noen tilfeller, nikkel). Støttevariablene er med fordi de gir viktig informasjon om metallenes mobilitet i feltet og hvor biotilgjengelig metallene er for akvatiske organismer. Tungmetaller ble bestemt både i vannprøver filtrert gjennom et membranfilter med porestørrelse 0,45 µm og i oppsluttede prøver. Filtreringen ble gjort på laboratoriet. I delkapitlene for hvert enkelt SØF blir det gitt en beskrivelse av hovedegenskapene til vannet basert på støttevariablene. Terminologien her er basert på vannforskriften (Veileder 02:2018). Tungmetallene (inkludert antimon som egentlig er et halvmetall) er med fordi prosjektilene lekker metaller når de forvitrer.

3 Resultater

3.1 Resultater fra overvåking av SØF som har blitt ryddet

3.1.1 Gimlemoen

Gimlemoen SØF ligger i Kristiansand kommune, like nord for Kristiansand sentrum. Arealet på 7083 dekar var eid av Forsvaret, men ble høsten 2015 overdratt til Kristiansand kommune. Gimlemoen ble etablert som et militært område i 1864, og det er antatt at skyte- og øvingsfeltet i skogsområdene nord for leiren ble tatt i bruk som SØF kort tid etter dette. Feltet har bestått av minst fire håndvåpenbaner, panservernrakett(PV)-bane, luftmålbane, håndgranatbane, et åpent øvingsområde for nærkrigsøvelser og en sivil leirduebane. Skytebaner og øvingsområder har vært lokalisert fra øverst i vassdraget ved Kyrstjønn, og helt ned til Øvre Jegersbergvann. I tilknytning til skytebanene var det etablert bygninger, skivebuer, standplasser, voller, gjerder, strømforsyning og skilt som i stor grad ble fjernet i 2008-2009. Skytefeltet ble rustet opp på begynnelsen av 1980-tallet og var i bruk av Forsvaret fram til 2003. Området består av skogsterreng med lyng, løv- og barskog, myrområder, bratte skråninger og et vassdrag med flere vann.

I 2005 ble deler av skytevollmassene fjernet, og i 2008 ble forurenset jord fjernet fra Elgbanen og skoleskytebanen ved Kyrstjønn (COWI, 2013a, 2013b, 2013c). I 2014 og 2015 ble det fjernet store mengder forurenset masse fra fire lokaliteter. Vannet renner fra Kyrstjønn hvor det var skoleskytebane med målområde vest for vannet. Her er punktene P2B og P2A plassert (Tabell 2, Figur 2). Det er dessuten et punkt P3B i utløpet av Kyrstjønn. Vannet renner videre sørover forbi en tidligere pistolbane, elgbane/MG-bane og kortholdsbane. Punkt P5 er plassert i bekken nedstrøms disse ved innløpet til Krokstjønn. Herfra renner Slåttebekken østover gjennom det som tidligere var leirduebane nærøvingsområde og luftmålbane. Punkt P10 og P9 er plassert hhv. oppstrøms og nedstrøms leirduebanen. Punkt P6 og P7 er plassert hhv. nær innløpet og i utløpet av Øvre Jegersbergvann, mens referansepunktet P11 er plassert i bekken fra Stitjønn.

Tabell 2. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene ved Gimlemoen.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
P2A	Ikke definert	0,07	1
P2B	Ikke definert	0,07	1
P3B	021-113-R Prestebekken	0,6	16
P5	021-113-R Prestebekken	0,94	25
P10	021-113-R Prestebekken	1,28	35
P9	021-113-R Prestebekken	1,49	40
P6	021-113-R Prestebekken	1,88	51
P11	Ikke definert	0,2	5
P7	021-113-R Prestebekken	2,58	70

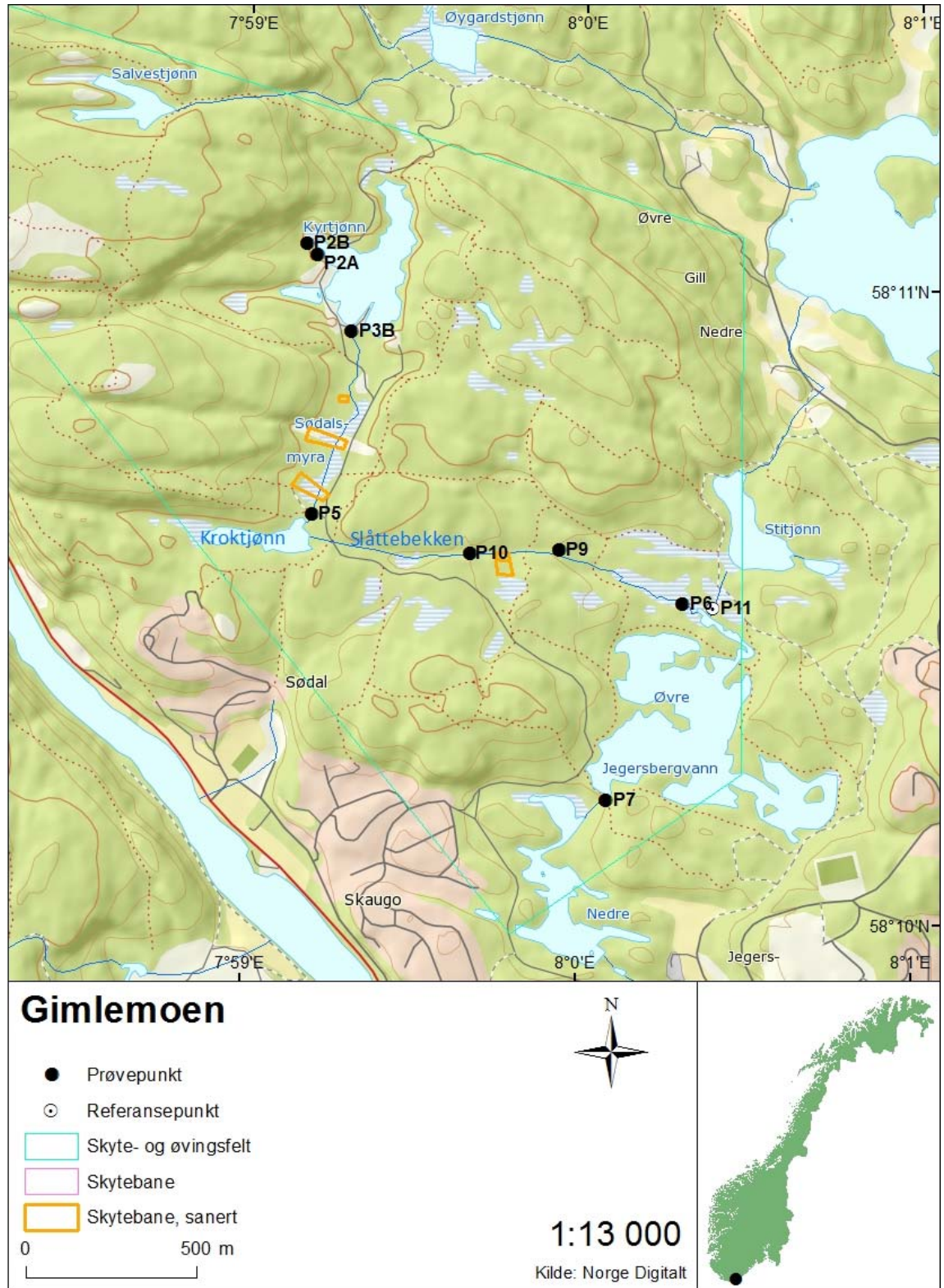
I 2018 ble det gjennomført vannprøvetakingsrunder den 19. april, 7. august og 7. november. Vannføringen var lavere enn normalt ved rundene i april og august og normal i november. I Øvre

Jegersbergvann var vannføringen ekstremt lav pga. en ødelagt demning og en tørr vår og sommer. Vannet var kalkfattig (kalsium 2-4 mg/l) hadde pH 5,6 – 6,7 og var humøst (TOC 4-8 mg/l). Kalsium og konduktivitet var betydelig høyere om sommeren og høsten enn ved tidligere runder. Dette skyldes nok også den tørre sommeren. Vannet ved P2B skilte seg ut ved å være betydelig surere og brunere enn ved de andre stasjonene. Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg.

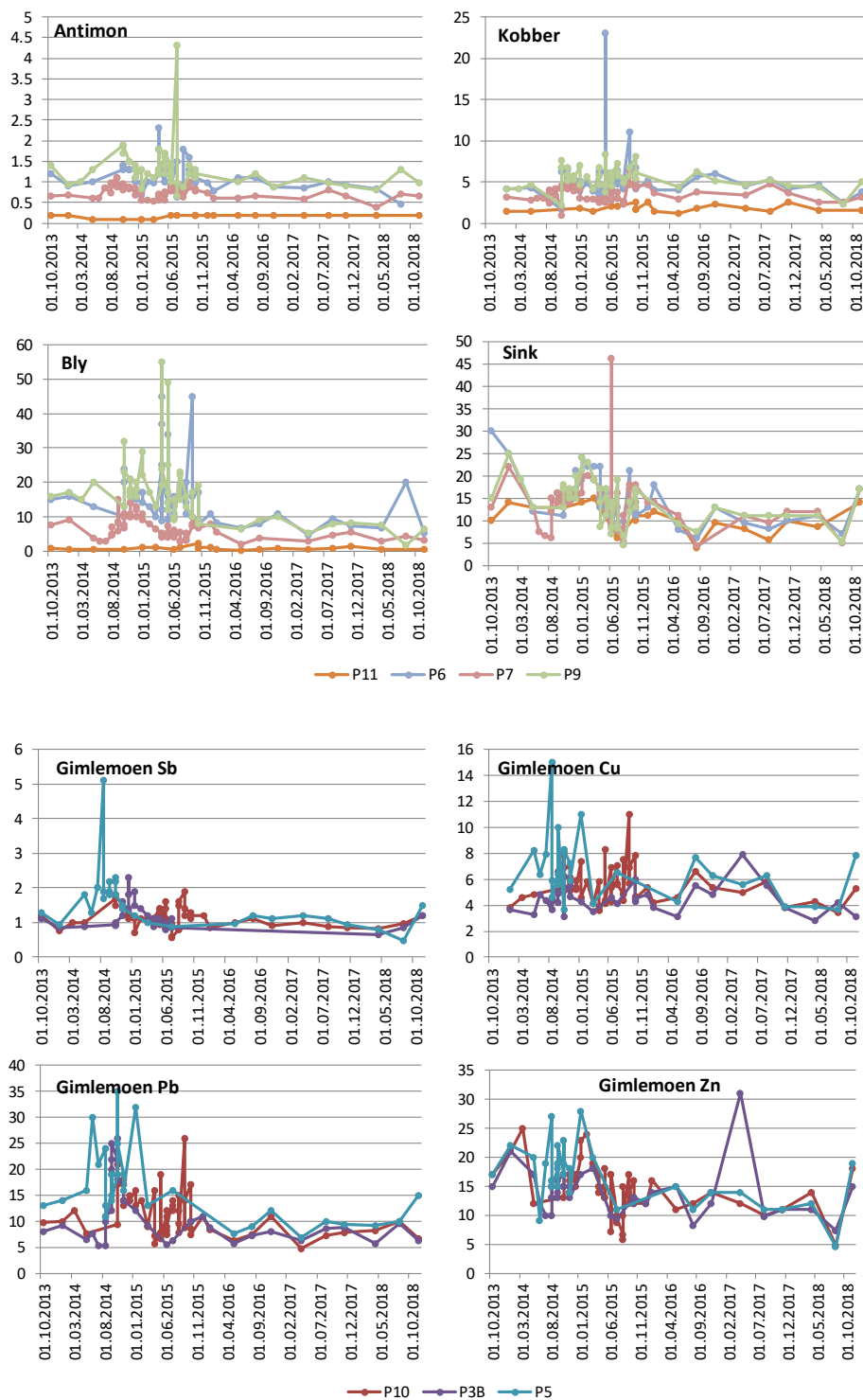
Det renner lite vann gjennom punktene P2B og P2A, men konsentrasjonen av antimon og bly var høye, spesielt i høstprøvene. Bly var høyest ved P2B, mens antimon var høyest ved P2A. Ved utløpet av Kyrjtjønn (P3B) varierte antimonkonsentrasjonen i området 0,66-1,2 µg/l mens blykonsentrasjonen var 5,7-9,5 µg/l. Nivåene var altså relativt stabile til tross for forskjellen i vannføring mellom prøvetakingsrundene. Fra P3B til P5 var det noe økning i blykonsentrasjonen. Det var mindre forskjeller på nivåene mellom P5, P10, P9 og P6, men ved utløpet av Øvre Jegersbergvann (P7) var nivåene lavere. Kobber viste samme mønster, mens forskjellene var mindre for sink. Tungmetallnivåene er lavere enn under anleggsperioden og viser tegn til nedadgående trend (Figur 3).

Konsentrasjonen av beregnet biotilgjengelig bly og maksimumskonsentrasjon av bly var over grenseverdien ved punktene P2B og P2A. Lenger ned er nivåene av tungmetaller med unntak av sink lavere enn grenseverdien (Figur 4). Sink var imidlertid relativt høy også ved referansepunktet (P11), noe som kan tyde på et høyt naturlig bakgrunnsnivå. Estimert massetransport ut av feltet i 2018 blir 6 kg bly, 2,6 kg kobber og 1,2 kg antimon per år.

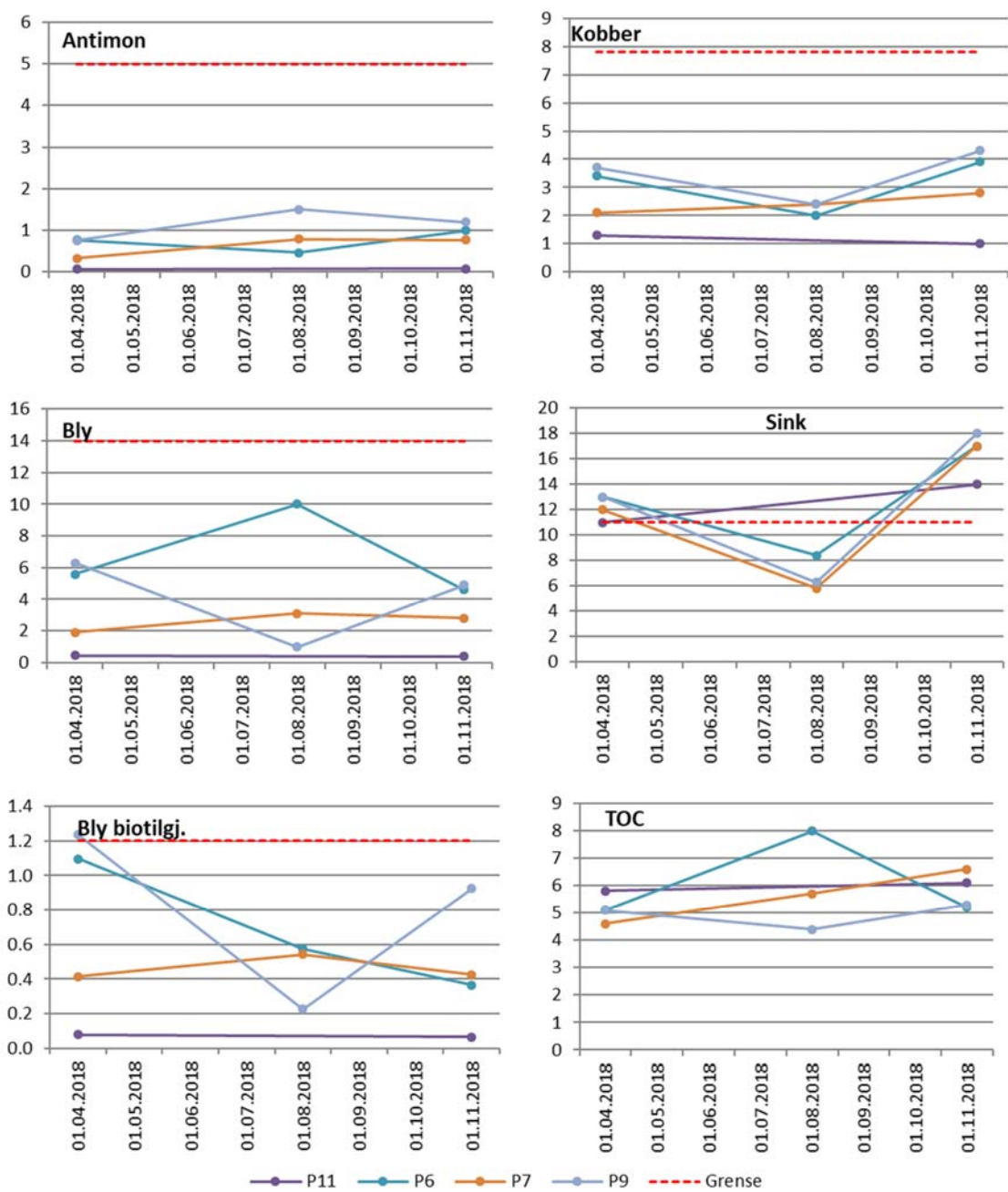
Overvåkingen bør trolig videreføres i ett år gitt de spesielle forholdene som har vært i feltet de siste årene med lav vannstand i Øvre Jegersbergvann og ekstremvær.



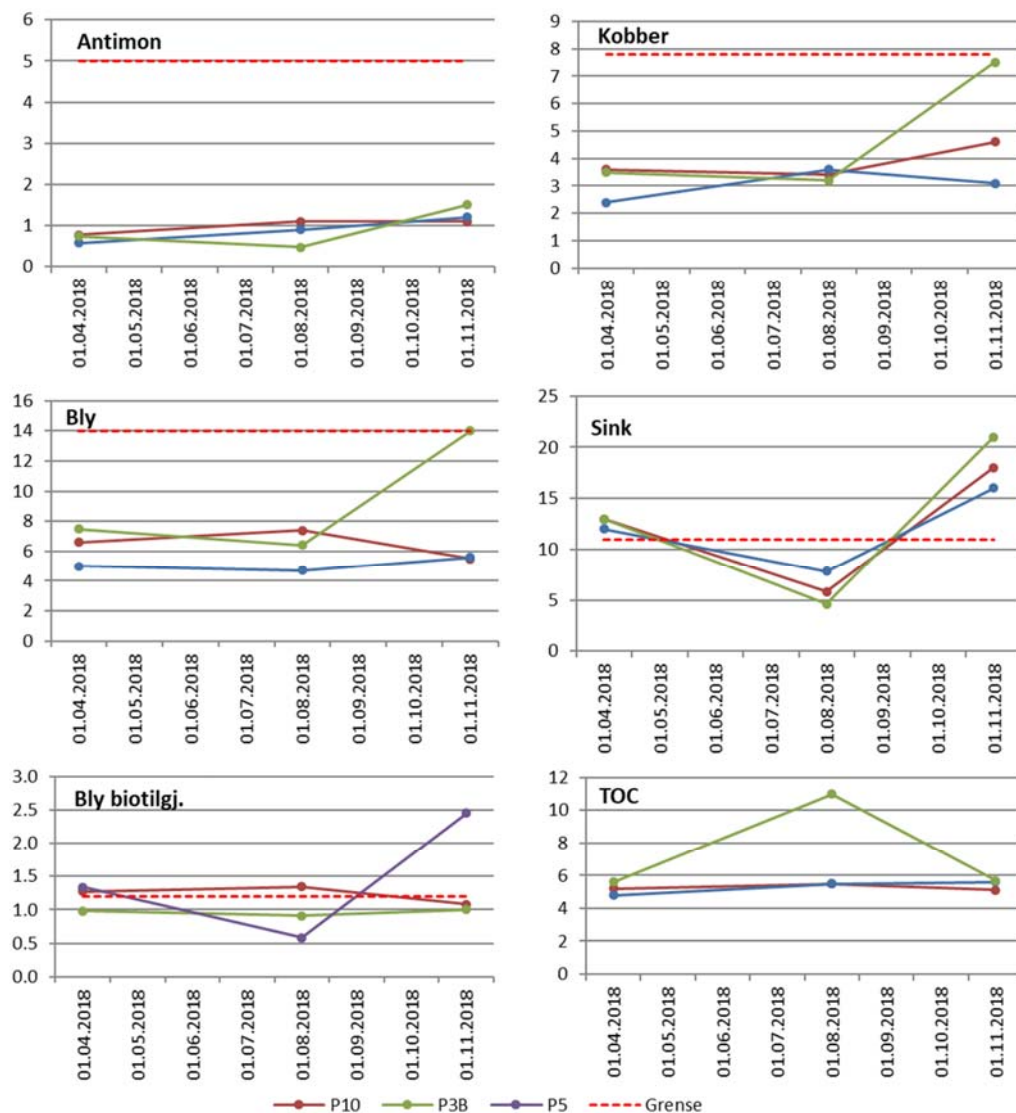
Figur 2. Gimlemoen skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 3. Totalkonsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) ved Gimlemoen. Resultatene fra punkt P2B og P2A er ikke med i figurene, men er tabulert i vedlegg.



Se neste side for figurtekst.



Figur 4. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Gimlemoen i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1. Resultatene fra punkt P2B og P2A er ikke med i figurene, men er tabulert i vedlegg B.

3.1.2 Marka

Marka ligger i Farsund kommune i Vest-Agder sør for Lista flystasjon. Området ble utbygd av tyskerne i 1942 som en del av forsvarsverket til flystasjonen. Etter krigen ble Marka brukt som SØF for Luftforsvaret og Luftvernartilleriet. Marka er et flatt område beliggende ved havet, og strandlinja er en del av Liststrendene landskapsvernområde. Feltet og prøvepunktene er vist i Figur 5 og Tabell 3. Punkt 1 er plassert i bekk som renner ut i sjøen. Det pågikk oppryddingstiltak bl.a. fjerning av blindgjengere i Marka SØF i perioden april til november 2016. Mye av den tettvokste granskogen innenfor den gamle skytefeltgrensen ble avvirket i 2018.

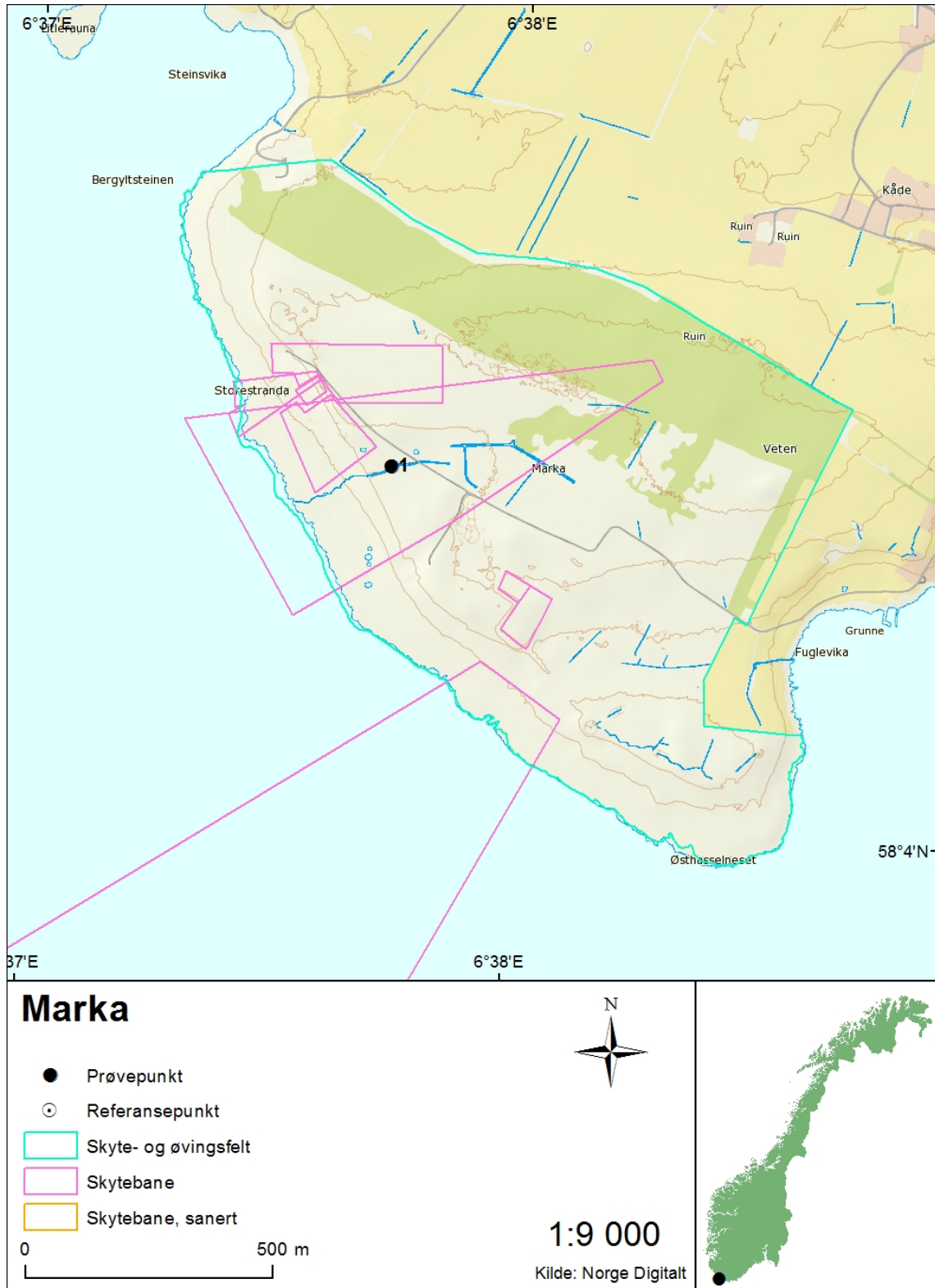
Tabell 3. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktet i Marka.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
1	Ikke definert	0,1	3

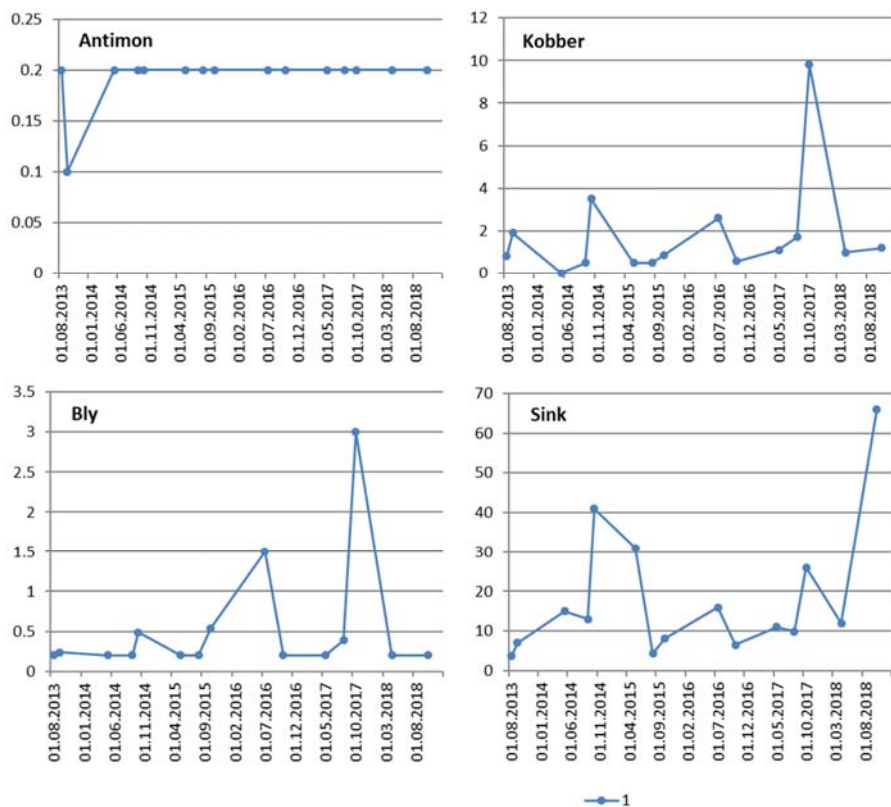
Vannprøver ble tatt den 19. april og den 3. oktober. Ved begge anledninger ble vannføringen bedømt som normal for årstiden. Den 17. august var det stillestående vann, og det ble ikke tatt prøve. Også i Marka var sommermånedene varmere og tørrere enn normalt. Det er mye vegetasjon i bekkeliet ved punkt 1. Bekken var bred, grunn og sakteflytende. På bunnen var det mye utfelt jern. Vannet var ionerikt (sjøsalter) klart (4 mg/l TOC) og hadde pH 6,1-6,3. Turbiditeten og jernkonsentrasjonene var høye. Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

Konsentrasjonene av antimon, kobber og bly var lave (Figur 6). Det er ikke påvist tidstrender for tungmetallnivåene gjennom overvåkingsperioden. Sinknivået har vært relativt høye under hele overvåkingsperioden, og konsentrasjonen fra oktober er den høyeste som har vært registrert for punktet. Dette kan ha sammenheng med den varme tørre sommeren eller skogsdrift i feltet. Sink var det eneste tungmetallet som overskred grenseverdien (Figur 7). Høye sinkkonsentrasjoner i vann er noe som har kjennetegnet regionen (Skjelkvåle et al., 2006) og kan ikke uten videre kobles til lokal forurensing.

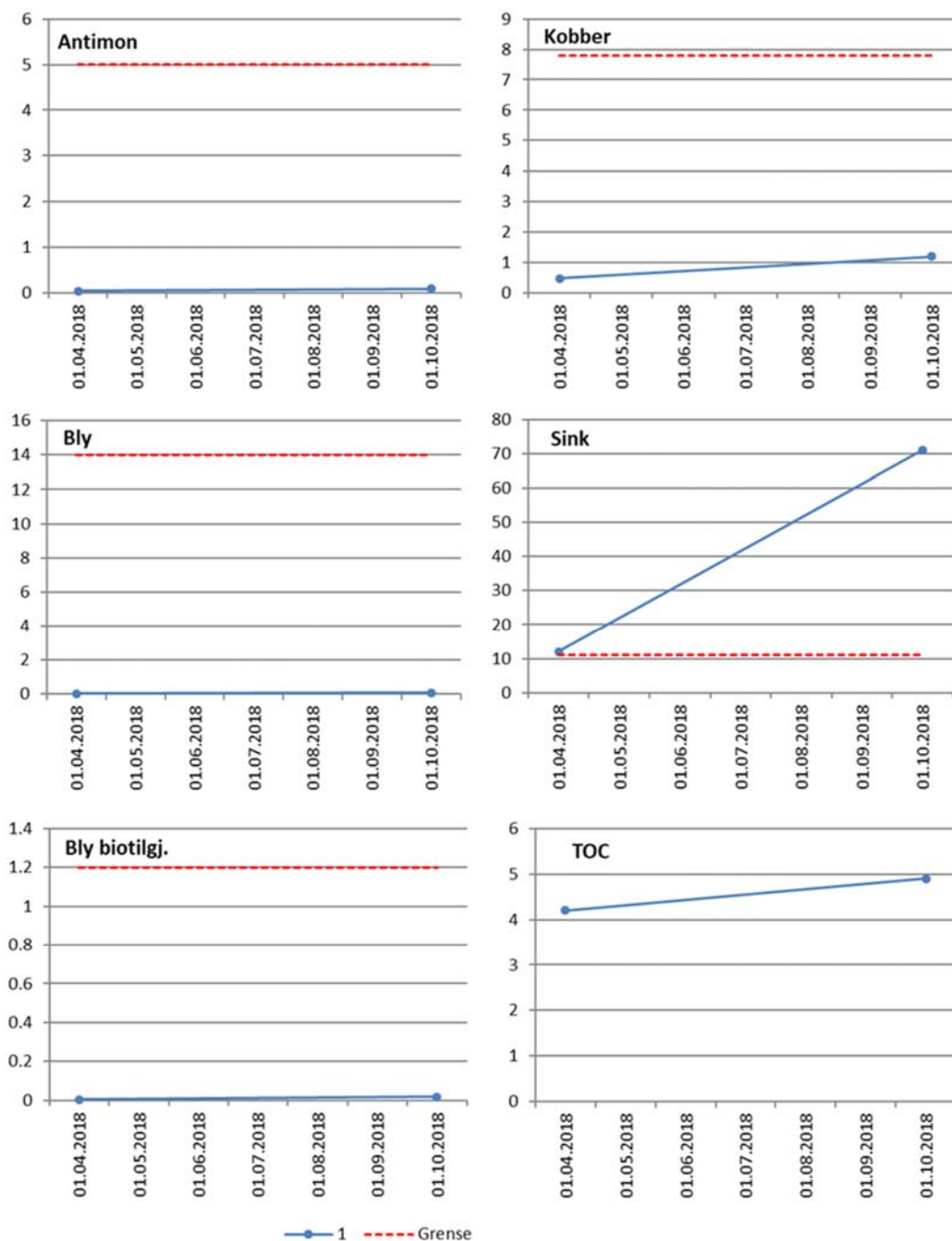
Estimert massetransport ut av feltet i 2018 blir hhv. 5 g bly, 100 g kobber 3,5 kg sink og 5 g antimon. Det er ikke mulig å si hvor mye av utlekkingen som skyldes militære aktiviteter, men det er uansett små mengder. Lav mobilitet av bly og antimon kan skyldes forekomsten av jernoksider som er kjent for å binde opp disse stoffene (Ackermann et al., 2009; Clausen et al., 2011). Tiltakene i feltet har ikke kunnet påvirke tungmetallnivåer ved punkt 1 fordi punktet ligger høyere enn massene som har blitt fjernet (Harry Hellebust, personlig meddelelse). Det er lite overflateavrenning, og det er få alternative punkter i feltet. Det er ingenting som tyder på at tidligere skyteaktivitet i feltet gir utlekking av tungmetaller. Det anbefales å avslutte overvåkingen.



Figur 5. Marka skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 6. Totalkonsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i prøver fra Marka.



Figur 7. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Marka i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.1.3 Fredrikstad (Gansrød og Pernes)

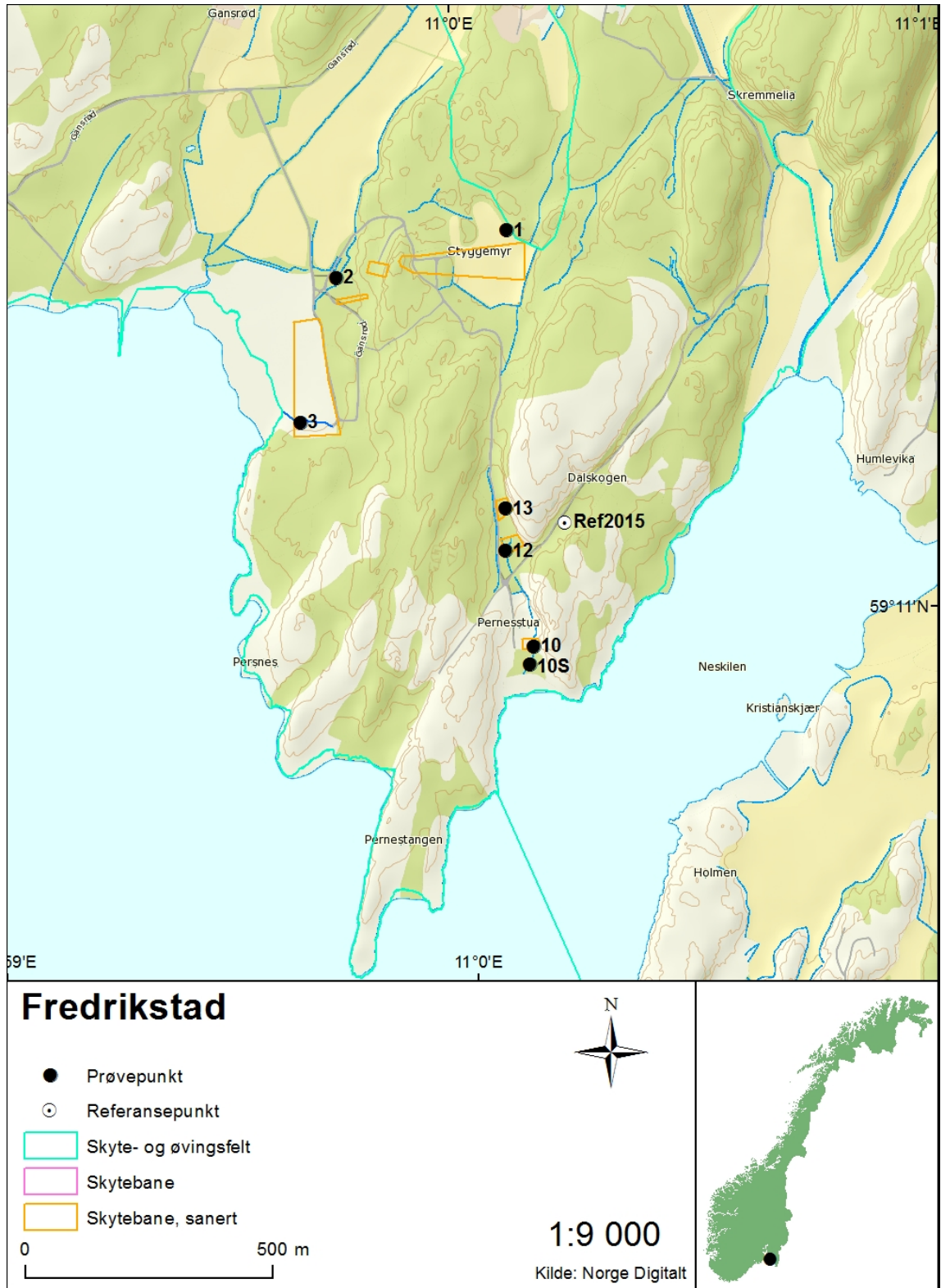
Gansrød og Pernes ligger i Fredrikstad kommune i Østfold. Det tidligere SØF bestod av 8 baner med baneløp. Det eldste anlegget er området for bruk av krumbanevåpen i Gansrødbukta. Eldre kart viser at det på slutten av 1800-tallet var en skytelinje for kalibrering av kanoner og testskyting av ammunisjon i dette området. Den mest intensive bruksperioden var trolig under utdanningen av kontingentene for Tysklandsbrigaden på slutten av 40-tallet frem til midten av 50-tallet. Det har vært noe bruk av banene frem til 2000-tallet, men etter 2005 har virksomheten vært lav. Det er baner både for håndvåpen og panservernvåpen. Mer informasjon om bruk av og tiltaksplan for de ulike banene er beskrevet i (COWI, 2015; Weholt, 2012, 2010, 2009).

Områdene rundt skytebanene er kupert med mye bart fjell, skrinne mark og spredte furutrær. Feltet grenser i sør til Øra naturreservat. To baner ble ryddet i 2010 (H6 og H8) og 4 baner (H7, G9, G10 og G11) ble ryddet høsten 2016 (mellom august og november). Feltet og prøvepunktene er vist i (Figur 8). Punktet Ref2015 var ny referansestasjon fra og med april 2015. Denne er plassert i sig/bekk som renner langs stien. Det gamle referansepunktet ble flyttet fordi vannet var sterkt påvirket av jordbruksavrenning. Prøvepunkt 1 er plassert i et sig som mottar avrenning fra målområdet til bane G9. Punkt 2 er plassert i et sig som mottar avrenning fra det som var bane H8. Punkt 3 er plassert i en bekk som mottar avrenning fra det som var målområdet for 200-metersbanen (H6). Dette er prøvepunktene ved Gansrød. Ved Pernes er punkt 13 plassert i et sig som mottar avrenning fra kortholdsbanen G13. Punkt 12 er plassert i sig som mottar avrenning fra kortholdsbanen G12. Punkt 10 er plassert i bekk som mottar avrenning fra bane G10, mens punkt 10S representerer samlet avrenning fra banene ved Pernes (G10, G12 og G13) til Neskilen. Ingen av sigene er definert som del av vannforekomst ifølge Vann-nett. Det var heller ikke mulig å beregne middelvannføring ved bruk av NVEs verktøy NEVINA.

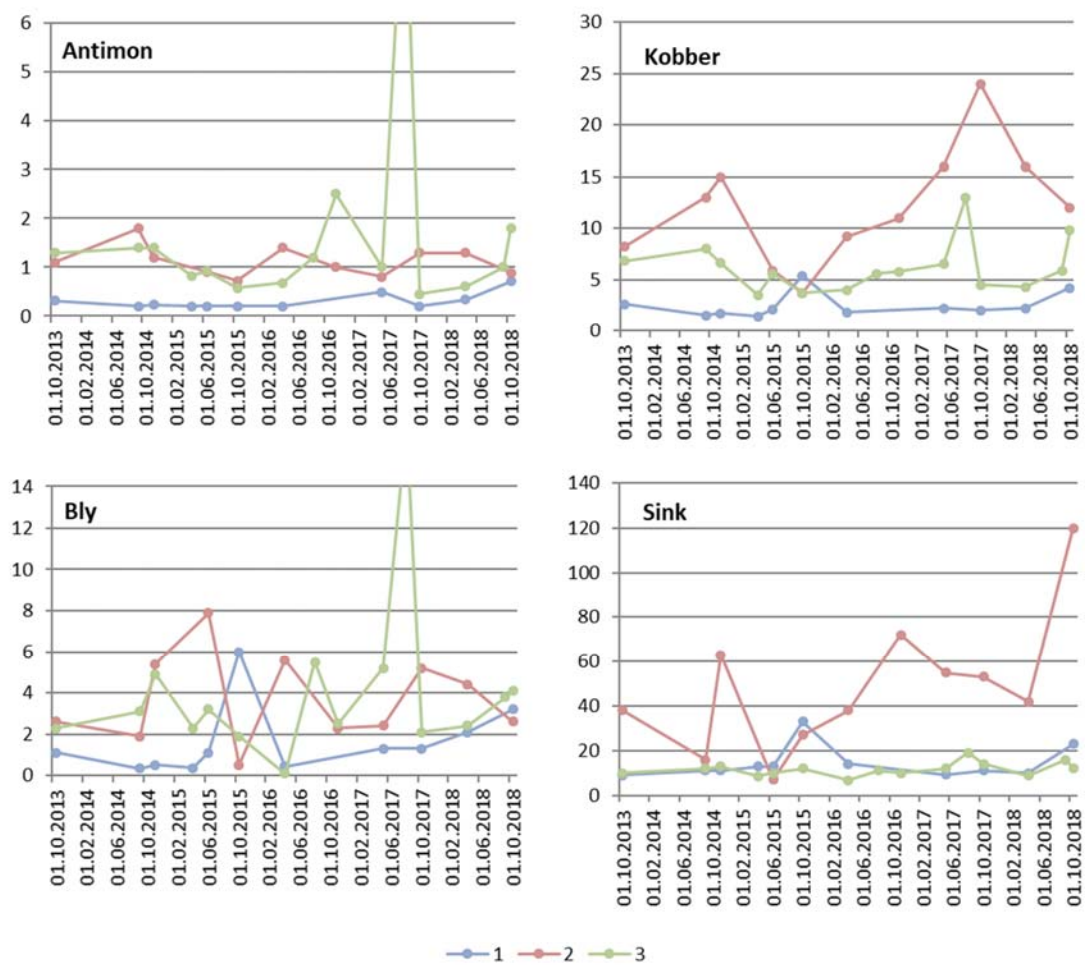
Alle punktene unntatt 3 og 10S har til tider så lav vannføring at det kan være vanskelig å få fylt prøveflasken uten å virvle opp grums fra bunnen. Prøvene ble tatt 11. april, 16. september og 31. oktober under regnværsepisoder. Til tross for dette var det lav vannføring den 16. september, fordi det i forkant hadde vært svært tørt i nedbørfeltet. Ved de fleste punktene hadde vannet pH mellom 6 og 7. Vannet var moderat kalkrikt. Konsentrasjonen av TOC var relativt høy ved de fleste stasjoner (> 5 mg/l). Det samme gjaldt turbiditeten. Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg.

Totalkonsentrasjonene av tungmetaller har vært nokså variable både ved Gansrød (Figur 9) og Pernes (Figur 10). Høye verdier sammenfaller i mange av prøvene med høy turbiditet og skyldes høyt innhold av partikler i suspensjon med assosierte tungmetaller. Det er fortsatt begrenset med vegetasjon ved den gamle vollen mellom prøvepunkt 10 og 10S, og det eroderer kraftig ved regn (Øystein Løvdaahl, personlig meddelelse). Dette gjør det vanskelig å dokumentere trender, samt anslå mengder som lekker ut. Det forekom overskridelser av miljøkvalitetsstandard for sink i nesten alle punkter (Figur 11 og Figur 12).

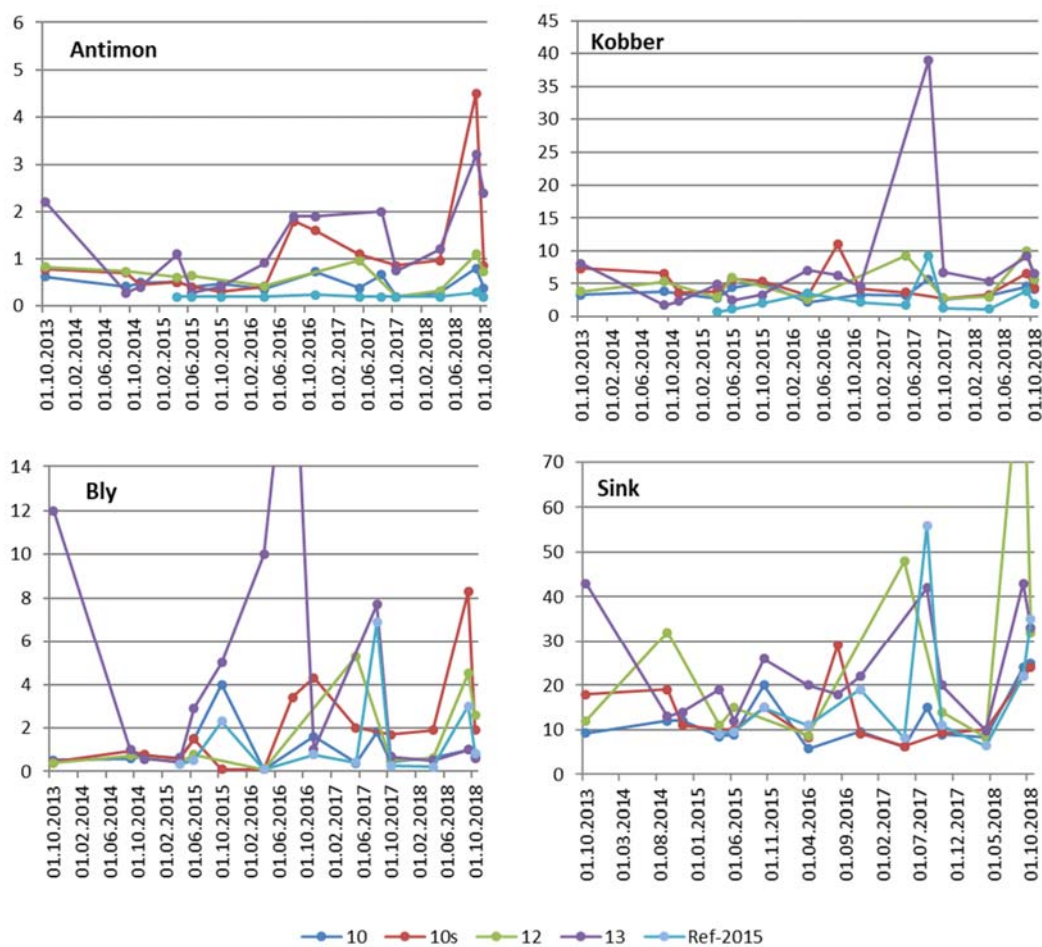
Punktene 3 og 10S representerer avrenning til fjorden. Overflateavrenningen er lav og konsentrasjonene er lave, men noe høyere i prøver med høy turbiditet. Dersom man tar utgangspunkt i målte konsentrasjoner i overflateavrenning, trekker fra referansenivå og antar at normal avrenning er 10,2 l/s/km² og samlet nedbørfelt ca. 1 km² blir estimert årsutlekking ca. 0,8 kg bly, 1 kg kobber og 0,4 kg antimon. Overvåkingen bør fortsette i 2019. Videre bør det vurderes om revegeteringen av de gamle skytevollene oppstrøms punkt 10S går som planlagt.



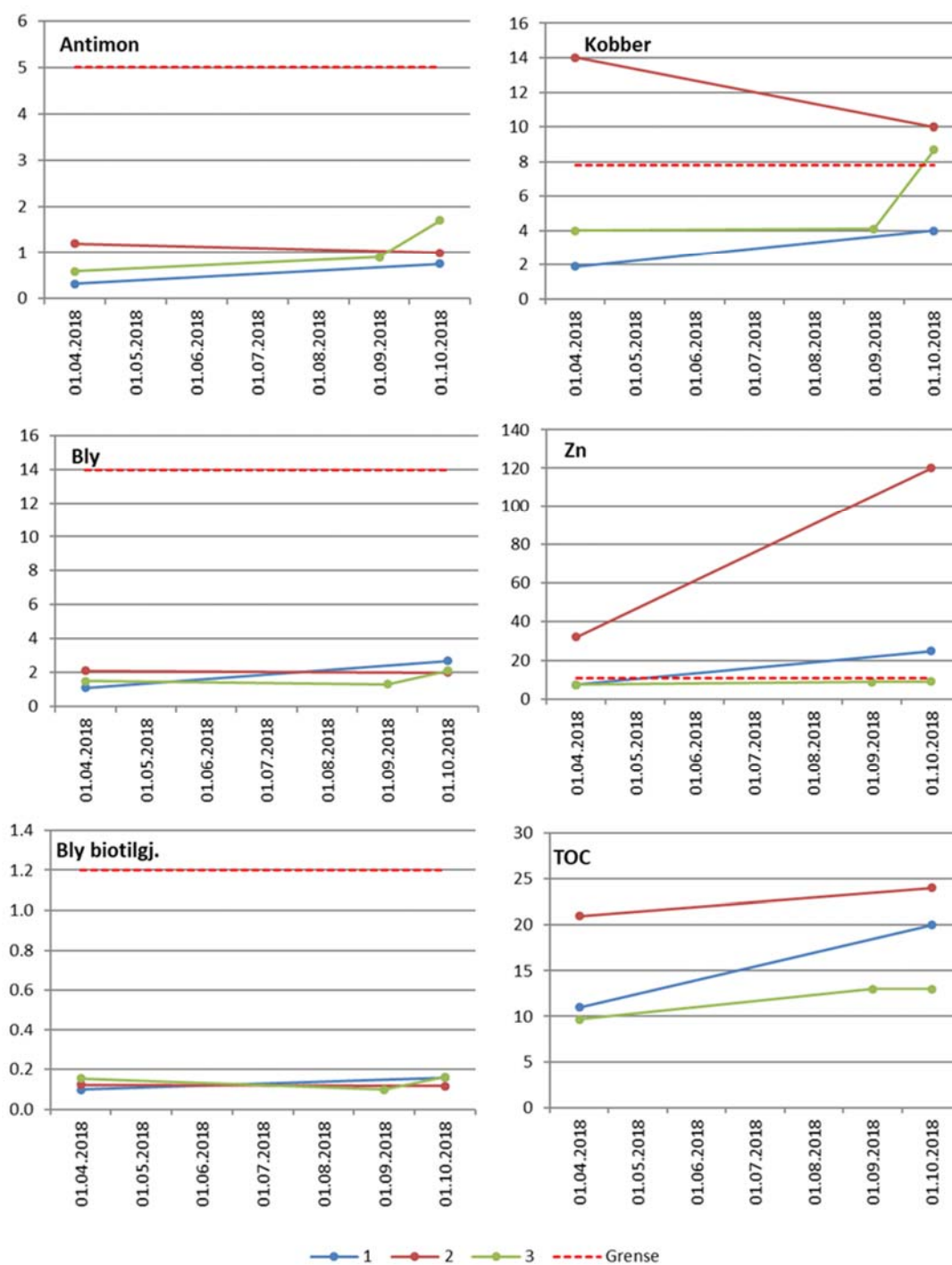
Figur 8. Fredrikstad skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (Gansrød og Pernes) (©Kartverket).



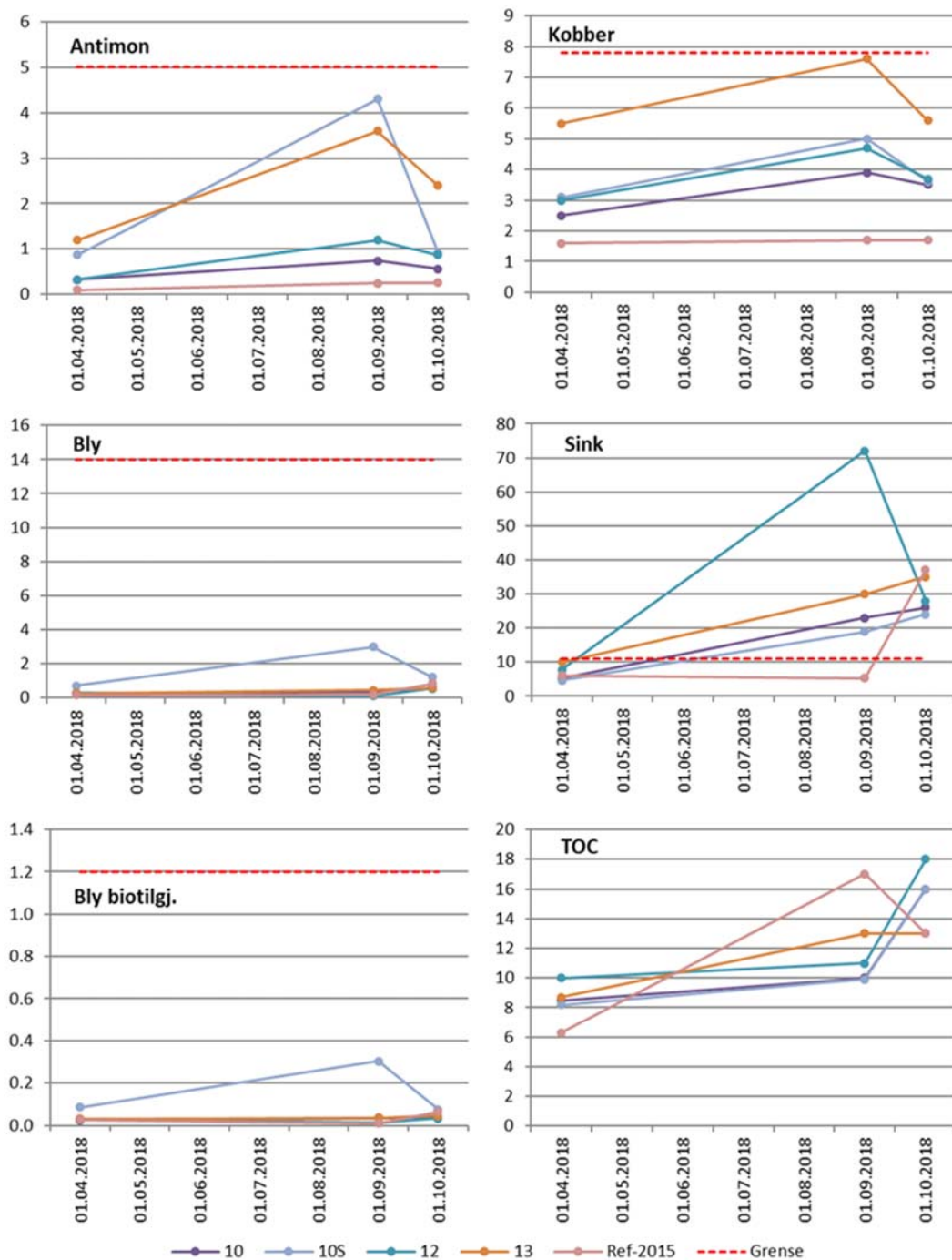
Figur 9. Totalkonsentrasjon av tungmetaller (µg/l) ved Gansrød i Fredrikstad.



Figur 10. Totalkonsentrasjon av tungmetaller (µg/l) ved Pernes i Fredrikstad.



Figur 11. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Gansrød, Fredrikstad i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.



Figur 12. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Pernes, Fredrikstad i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.1.4 Avgrunnsdalen

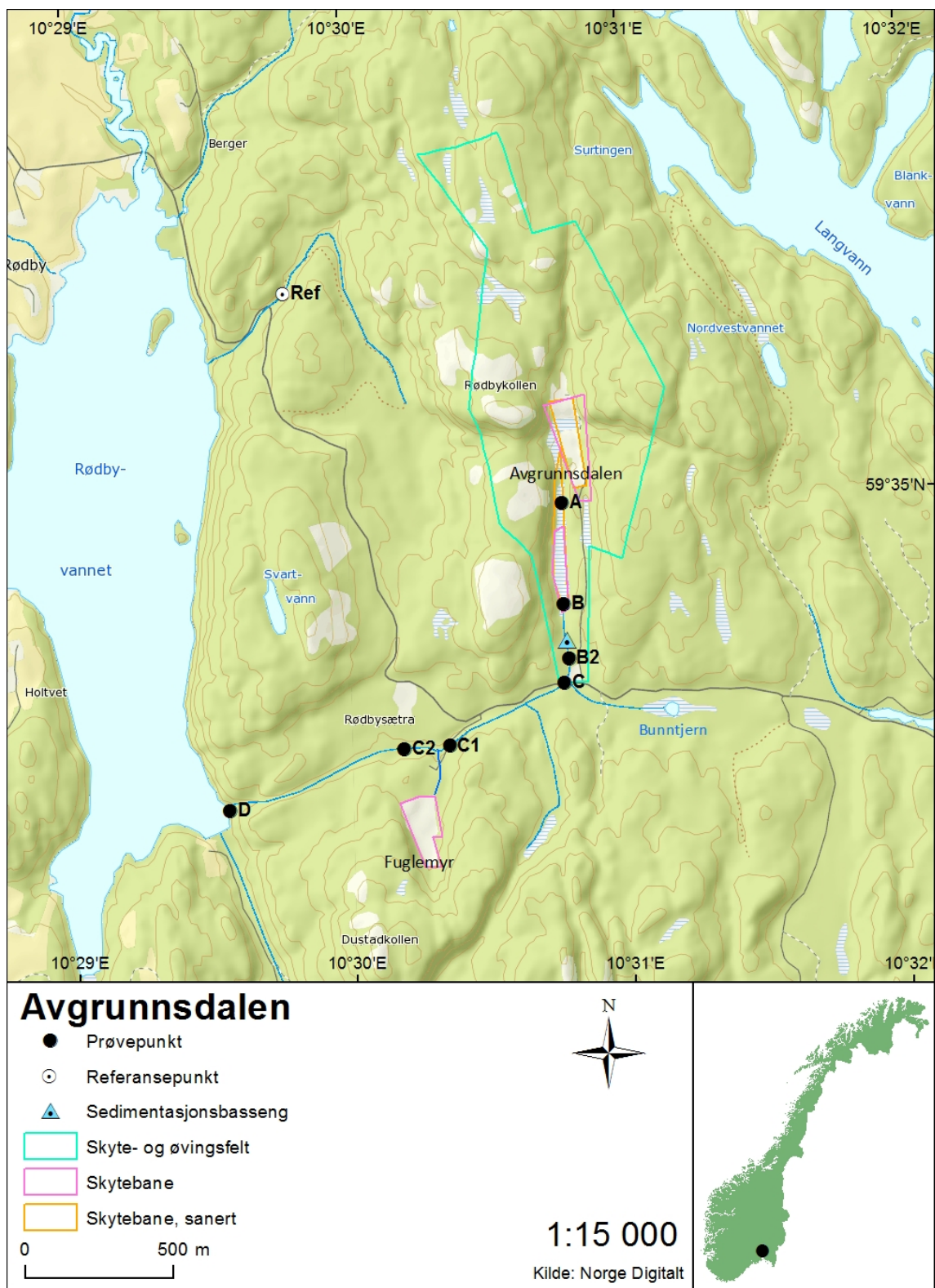
Avgrunnsdalen SØF ligger i Hurum kommune i Buskerud og var i bruk fra 1917 til 2003. Det har blitt skutt med håndvåpen, mitraljøser og panservernvåpen. Det har dessuten blitt sprengt en del fjell i området. Feltet ligger i en trang dal med bratte sidevegger. Dalbunnen består av myr. Det ble gjennomført grundige miljøundersøkelser i 2007 (Nordal, 2007a), og tiltaksplan med risikovurderinger ble utarbeidet i 2012 (Weholt, 2013a). Det ble gjennomført oppryddingstiltak i 2013, men myra ble ikke sanert. Omtrent 500 meter vest for SØF ligger sivile skytebaner (Fuglemyra) som også har avrenning til bekken som renner ut i Rødbyvannet. Feltet og prøvepunktene er vist i Figur 13 og Tabell 4. Punkt A er plassert i myrbekk som mottar avrenning fra det som var målområde for stridsskytebanen, og det som eventuelt måtte komme fra den nyere stripeskytebanen (den nordligste banen som er indikert i kartet). Punkt B og B2 ved utløpet av myra er plassert i vann som renner hhv. inn og ut av sedimentasjonsbassenget. Punkt C i bekk representerer samlet avrenning ut av Avgrunnsdalen (før samløp med bekk fra Bunntjern). Punkt C1 er plassert i bekk etter samløp mellom bekker fra bl.a. Bunntjern og Avgrunnsdalen, men før avrenning fra Fuglemyra blandes inn. Punkt C2 er i bekk etter innblanding fra Fuglemyra, mens punkt D ligger i utløpet til Rødbyvannet.

Tabell 4. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Avgrunnsdalen.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
A	Ikke definert	0,06	1
B	010-40-R Rødbyvannet bekkefelt	0,48	9
B2	010-40-R Rødbyvannet bekkefelt	0,6	11
C	010-40-R Rødbyvannet bekkefelt	0,56	10
C1	010-40-R Rødbyvannet bekkefelt	1,8	32
C2	010-40-R Rødbyvannet bekkefelt	2,1	37
D	010-40-R Rødbyvannet bekkefelt	2,06	35
Ref	Ikke definert	1,4	25

I 2018 ble det gjennomført vannprøvetakingsrunder den 23. april, 12. juni og 31. oktober. Ved prøvetakingen i april var det fortsatt snø igjen i nedbørfeltet og vannføringen var relativt høy pga. snøsmelting. Den 12. juni var det lav vannføring. Denne dagen ble det også gjennomført en befaring for å vurdere hvordan det har gått med revegeteringen av myra etter tiltaket i 2013. Funnene er oppsummert i et eget notat¹. Den 31. oktober var det flom. Vannet var kalkfattig (kalsium 0,6 -3,4 mg/l), surt (pH 4,4-6,4) og humøst (TOC 8-20 mg/l). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

¹ Garmo Ø.A. og Hoell G.S. Om utlekking av metaller fra nedlagte Avgrunnsdalen SØF og vurdering av behov for videre oppfølging. Notat 0001/2019.

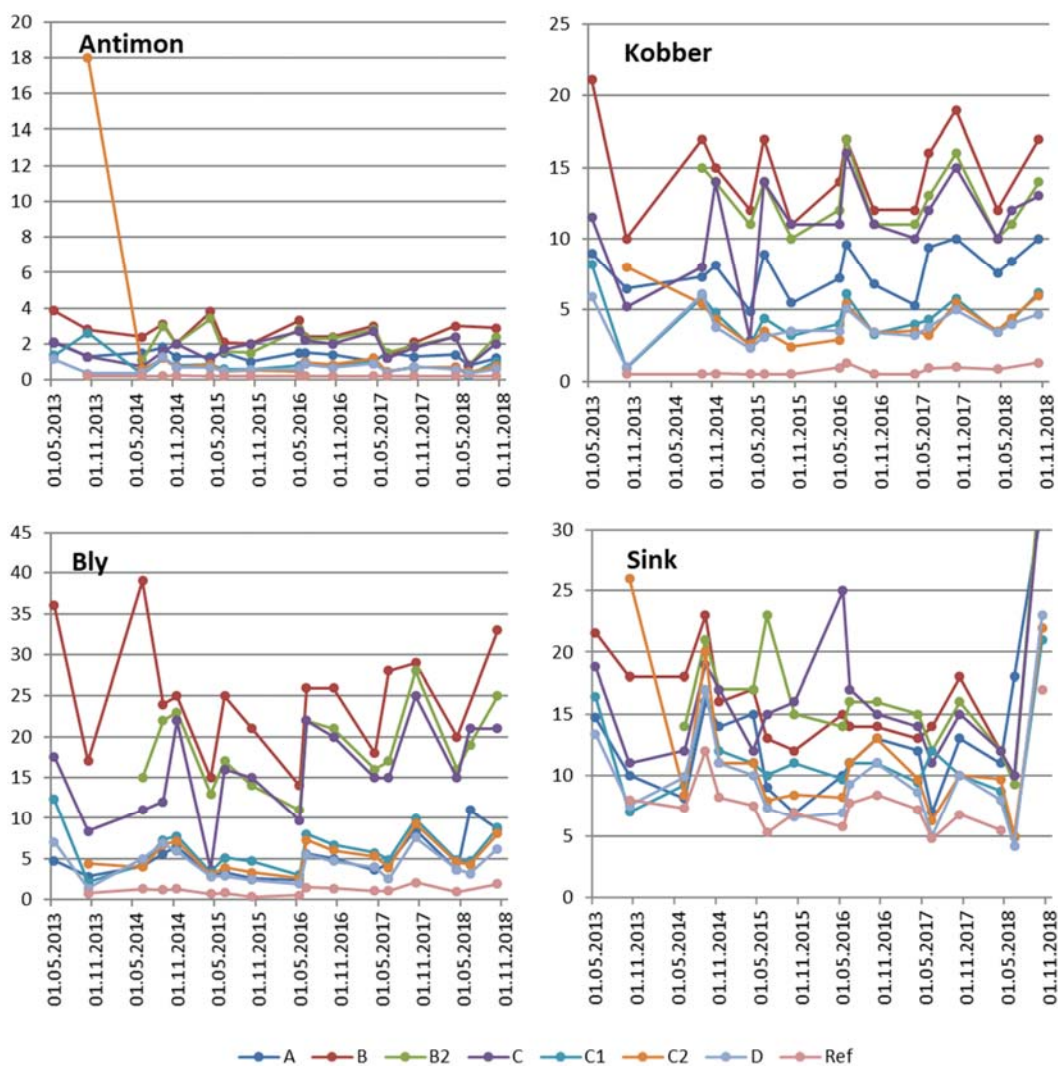


Figur 13. Avgrunnsdalen skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).

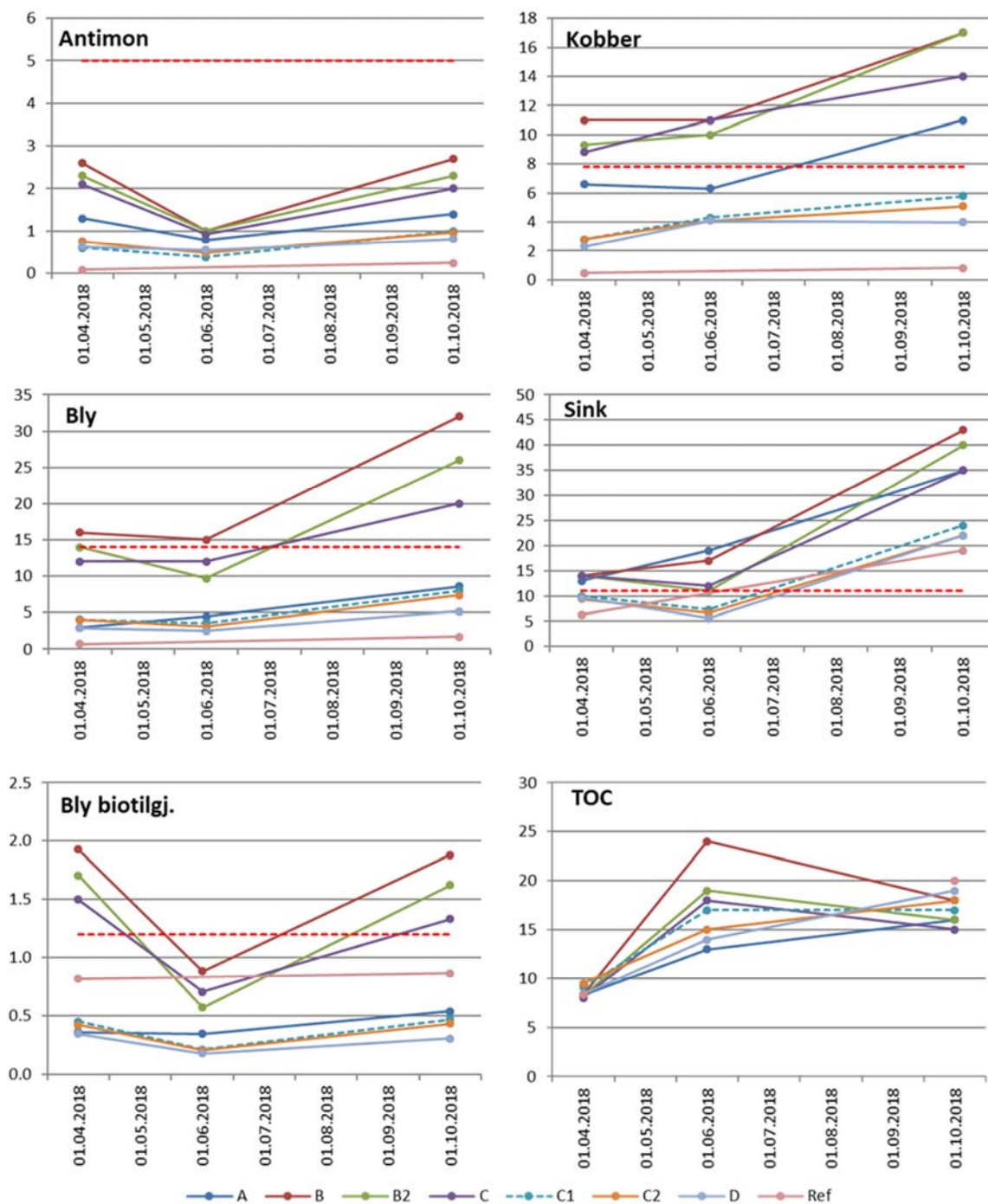
Det var høye nivåer av kobber, bly og sink i avrenningen, spesielt under flomeepisoden i oktober (Figur 14). De høyeste tungmetallkonsentrasjonene ble målt i prøver fra utløpet av myra (B). Resultatene viser små, men systematiske forskjeller mellom B og B2 for bly og kobber. I gjennomsnitt har konsentrasjonene av bly og kobber i vannet som renner ut av sedimentasjonsbassenget (B2) vært hhv. 81 % og 87 % av konsentrasjonene i innløpet (B). Konsentrasjonene blir noe fortynnet nedover i vassdraget, spesielt mellom punktene C (ut av Avgrunnsdalen) og C1 (før samløp med bekk fra Fuglemyr), men derfra og til utløpet i Rødbyvannet er det kun små endringer. Det tyder på at bidraget fra skytebanene på Fuglemyr er ubetydelig sammenlignet med det som kommer fra SØF. Tungmetallnivåene ved høy vannføring høsten 2018 var blant de høyeste som har blitt registrert hittil i overvåkingen av feltet. Tiltakene i 2013 ser ikke ut til å ha hatt tydelig effekt på konsentrasjonene i avrenning, men det er indikasjoner på at konsentrasjonene har blitt lavere siden feltet var i bruk (se eget notat om Avgrunnsdalen (fotnote 1)).

Konsentrasjonene av kobber, sink og bly var høyere enn grenseverdiene ved punkt C (ut av Avgrunnsdalen), men ikke ved punkt D (inn i Rødbyvannet) bortsett fra under flomeepisoden da sink var oppe i 22 µg/l (Figur 15). Også ved referansepunktet var sink over grenseverdien denne dagen, og pH var svært lav (4,4). Blykonsentrasjonene ved punkt C var 10-15 ganger høyere enn i referansen til tross for at blynivået i sistnevnte også var relativt høyt. Dette viser at det militære SØF er hovedkilden til bly i avrenningen fra Avgrunnsdalen. Kobber- og antimonnivået var også mye høyere enn i referansen, mens forskjellen var mindre for sink.

Estimert utlekking av tungmetaller i 2018 var 5,5 kg bly, 3,3 kg kobber, 2,3 kg sink og 0,5 kg antimon. Tungmetallkonsentrasjoner og estimert massetransport har vært relativt stabile i fem år etter tiltakene. Det er ingen grunn til å vente at situasjonen vil endre seg i nær framtid selv om lavere utlekking forventes når vegetasjonen er fullstendig reetablert. Med dagens utlekking av metaller overstiges grenseverdiene for bly, kobber og sink tidvis ved punkt C, men sjelden ved punkt D eller i de to andre punktene etter samløp med bekken fra Bunntjern. Utlekkingssituasjonen etter tiltak er nå tilstrekkelig dokumentert. Ifølge Miljødirektoratets tilbakemelding (ref. 2014/2344) på sluttrapport etter gjennomført saneringstiltak (ref. 2012/3351-55/477) skal det nå gjøres en vurdering av om situasjonen er akseptabel eller om det er behov for ytterligere tiltak, og dette er gjort i et eget notat (fotnote 1).



Figur 14. Totalkonsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i Avgrunnsdalen.



Figur 15. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Avgrunnsdalen i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.1.5 Ørskogfjellet

Ørskogfjellet SØF ligger i Ørskog kommune i Møre og Romsdal og har vært brukt av Heimevernet siden 1950-tallet. Feltet bestod av totalt åtte baner, to av dem med standplass og skivebuer. De to nordvestligste banene som er indikert på kartet i Figur 16, har aldri vært i bruk. På de andre banene har det vært skutt med håndvåpen og kanon av ymse kaliber. Bruken av feltet ble trappet ned på 1980-tallet og avsluttet i 1995. Området er myrlendt, og det har blitt gjort forsøk i feltet med tiltak for å hindre metallutlekking fra forurenset myr. I perioden mai – juli 2017 ble forurensete masser (ca. 700 m³) fjernet fra baneområdene.

Vannet i feltet renner retning nordvest, inn i bekken Kopen og videre ut i Svartløkelva, utløpselva fra Nysætervatnet (Figur 16, Tabell 5). Punkt P22 er plassert i bekken Kopen, men så høyt oppe at vannet kan antas å være lite påvirket av militær aktivitet. Punkt P3 er plassert i bekk som renner ut fra skytebane 1. Stasjon P7 mottar i tillegg avrenning fra skytebane 1 og 4. Punkt P21 er plassert i primærresipienten, bekken Kopen, og representerer samlet avrenning ut av feltet.

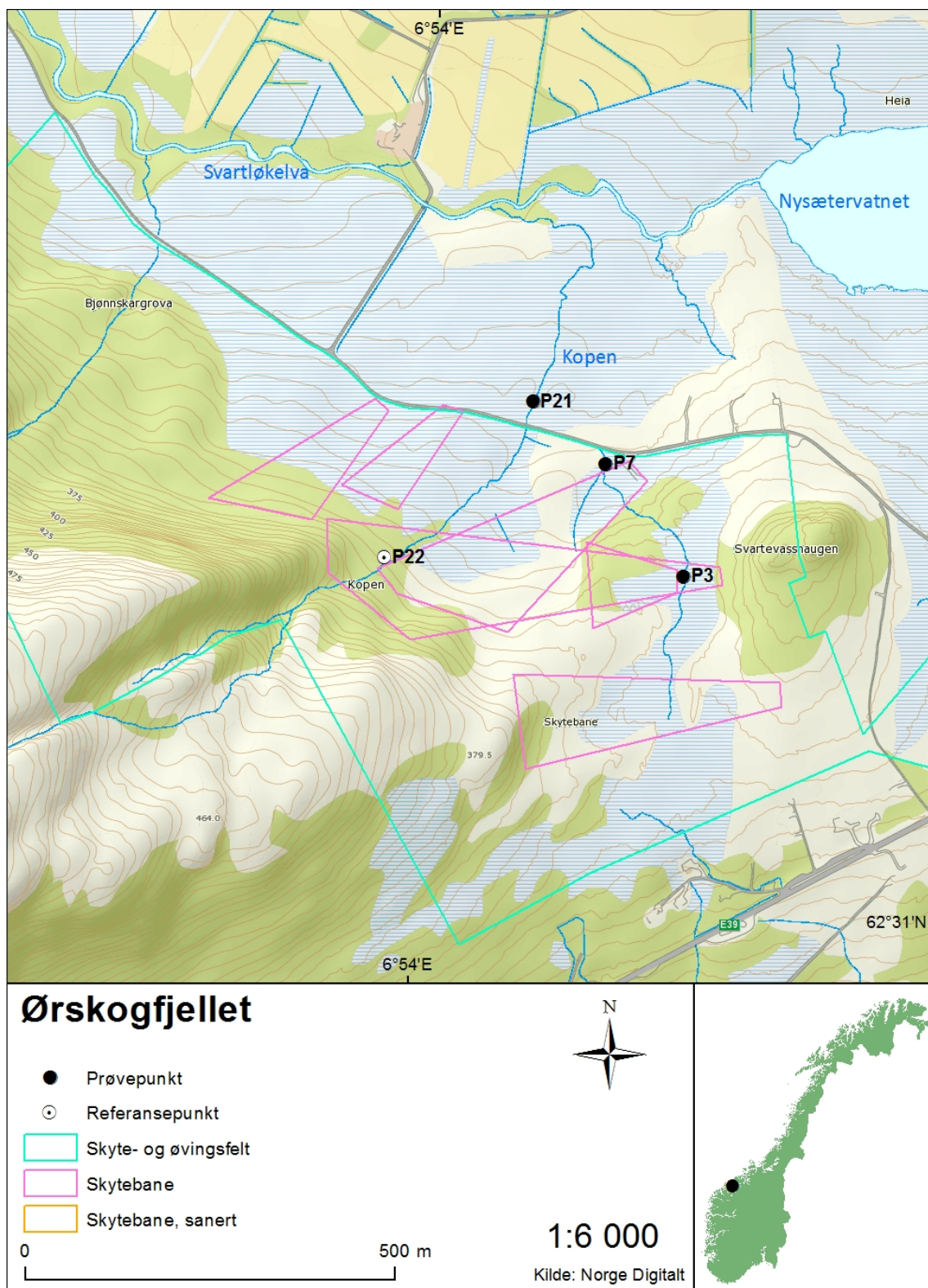
Tabell 5. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene på Ørskogfjellet.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
P3	Ikke definert	0,075	5
P7	Ikke definert	0,12	8
P22	101-63-R Svartløkelva (Løkelva) og Nysætervatnet med bekkefelt	0,15	11
P21	101-63-R Svartløkelva (Løkelva) og Nysætervatnet med bekkefelt	0,56	39

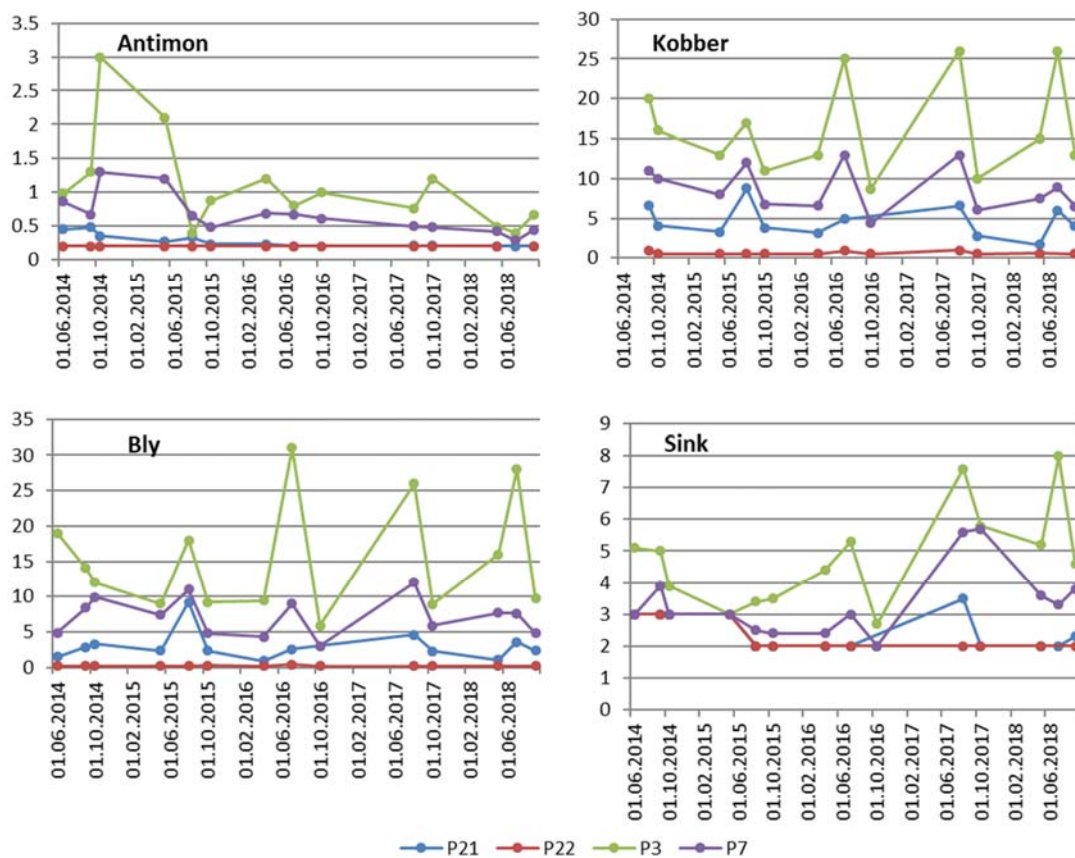
Det ble gjennomført prøvetakingsrunder den 22. mai, 17. juli og 7. september. Vannføringen var lav den 17. juli og normal ved de to andre anledningene. Vannet var kalkfattig (kalsium 0,33-2,3 mg/l) og moderat surt (pH 5,7-6,8). Humuskonsentrasjonen var moderat i Kopen (TOC 1-8 mg/l) og høyt i sidebekken der p3 og P7 ligger (TOC 4-19 mg/l). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

De høyeste tungmetallkonsentrasjonene ble påvist ved punkt P3 og noe lavere ved P7. Det er prøver tatt om sommeren som har vist de høyeste nivåene og skyldes nok sesongvariasjoner i konsentrasjonen av TOC. Bly, kobber og sink viser ingen klare tidstrender gjennom overvåkingsperioden, men antimonnivået ser ut til å ha blitt lavere siden 2014 (Figur 17). Ved P3 var nivåene av bly og kobber over grenseverdiene (Figur 18). Konsentrasjonene blir fortynnet lenger ned i nedbørfeltet. Ved punkt P21 var konsentrasjonene fortsatt forhøyet, men lavere enn grenseverdiene. Antimonnivået var lavt ved alle stasjonene, men tydelig høyere enn bakgrunn (stasjon P22).

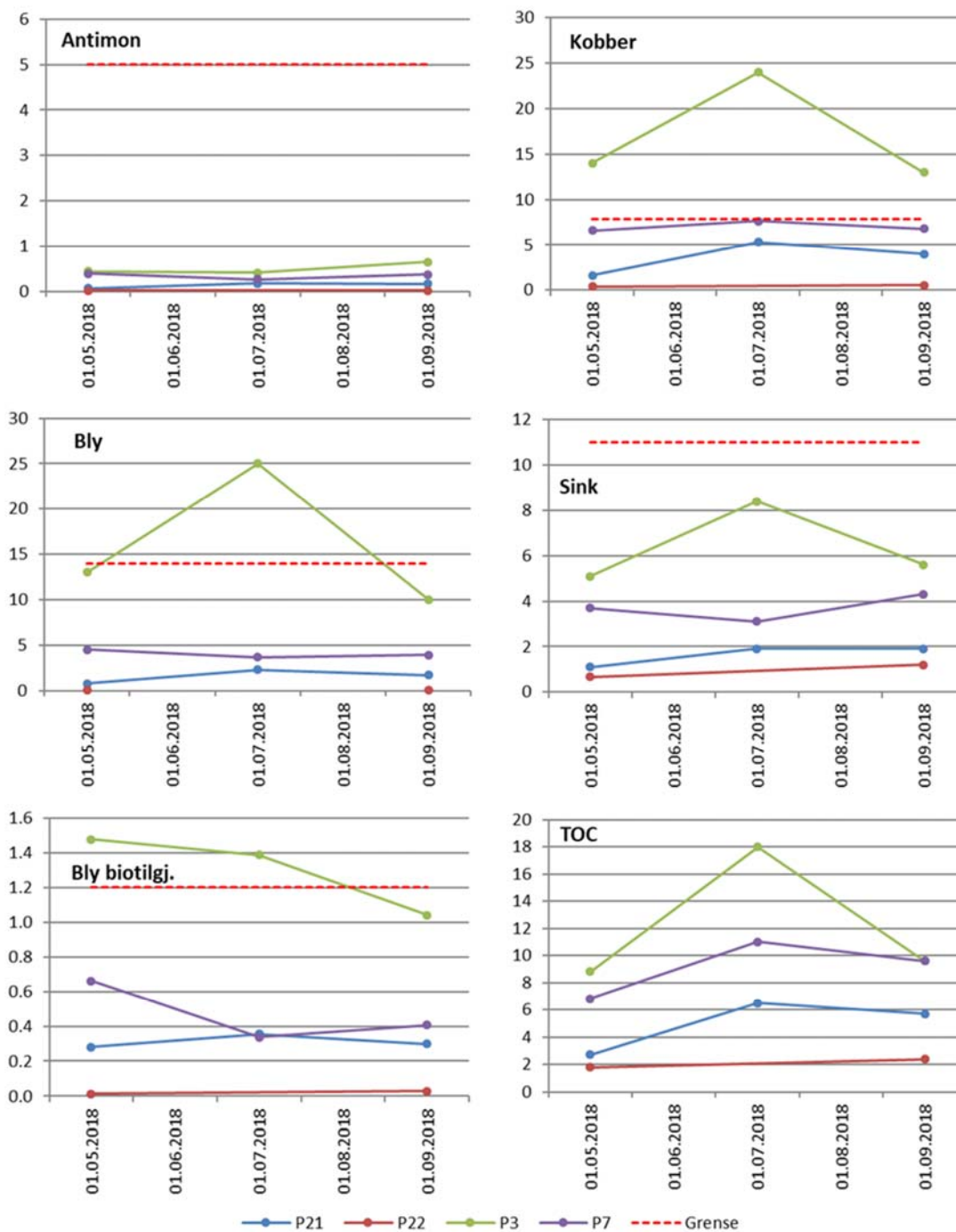
Ut av feltet (punkt P21) var konsentrasjonene av bly og kobber mange ganger høyere enn i referansen. Forhøyede nivåer av disse metallene samt antimon kan altså for en stor del tilskrives skyteaktivitet. Estimert utlekking av tungmetaller i 2018 ble 2 kg bly, 4 kg kobber, 1 kg sink og 0,2 kg antimon. Det anbefales at overvåkingen fortsetter i 2019 for å følge opp effekten av tiltaket i 2017.



Figur 16. Ørskogfjellet skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 17. Totalkonsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i prøver fra Ørskogfjellet.



Figur 18. Konsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly² samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Ørskogfjellet i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

² Kalsiumkonsentrasjonen var lavere enn 2 mg/l som er nedre grense modellen for beregning av biotilgjengelig bly er testet for.

3.1.6 Gurulia

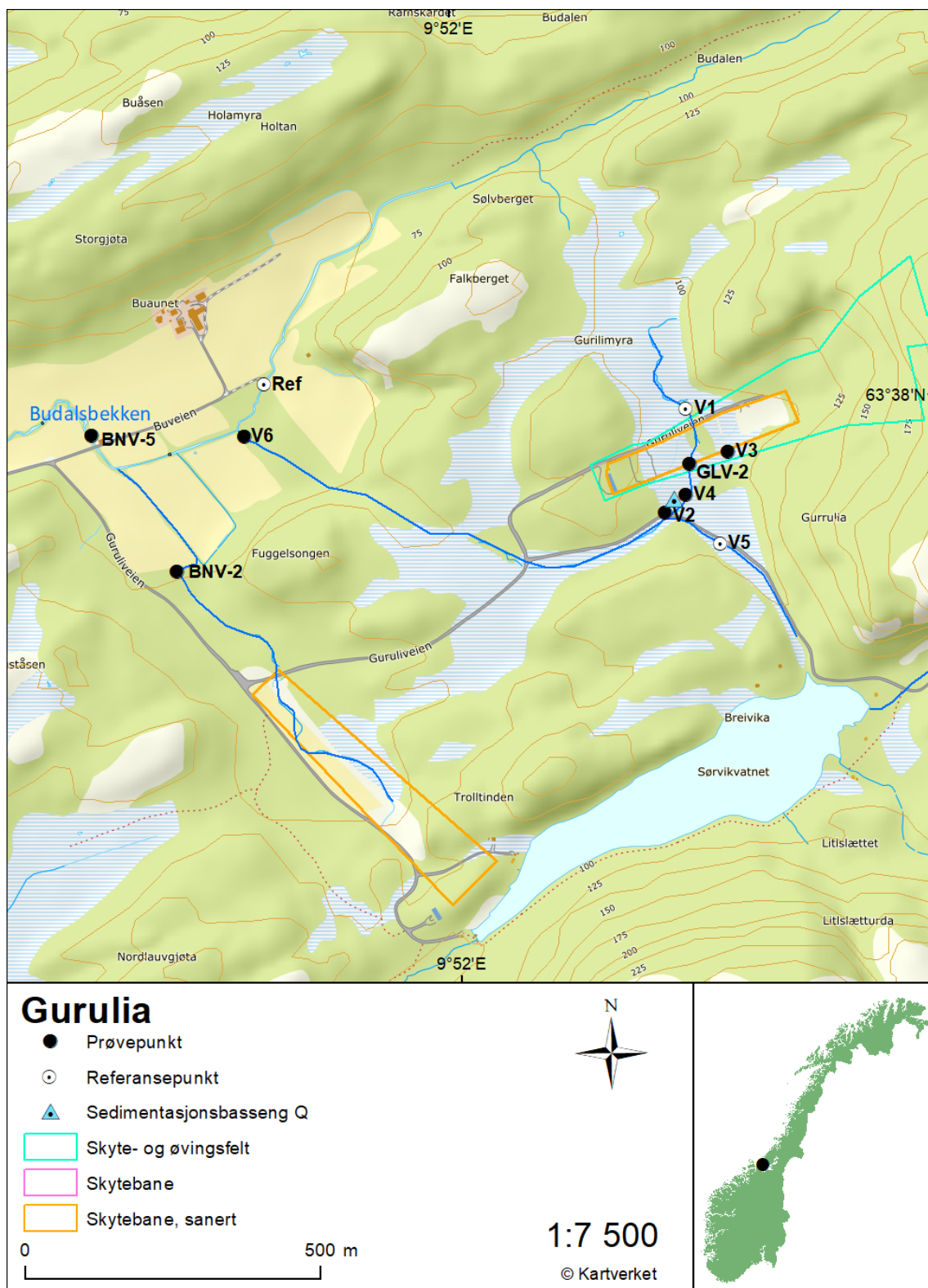
Gurulia skytebane ligger i Rissa kommune i Sør-Trøndelag. Bue-Nebb ble tatt i bruk på slutten av 1800-tallet i forbindelse med opprettelsen av Hysnes fort, og målområdet var da en fjellvegg. Banen på Bue-Nebb ble lagt ned i 1975, og Gurulia ble da etablert som erstatning. Tiltaksplan ble utarbeidet i 2013 (Weholt, 2013b). Gurulia var i bruk fram til oppryddingstiltak (fjerning av forurenset masse, bygging av sedimentasjonsbasseng) ble iverksatt i 2013. Høsten 2016 ble det fjernet mer forurenset masse i Gurulia. Banen ligger i småkupert, myrlendt terreng med noe blandingsskog. Feltet og prøvepunktene er vist i Figur 19 og Tabell 6. Vannet fra Gurulia og gamle Bue-nebb renner inn i Budalsbekken på forskjellige steder. Det antas at vannet ved de to referansestasjonene i Gurulia (V1 og V5) ikke er påvirket av militær aktivitet. Punkt V3 ligger i et sig som mottar avrenning fra det som tidligere var skytebanen i Gurulia. Punkt GLV-2 er plassert i bekk (samme bekk som V1) etter samløp med siget fra V3. Punkt V4 og V2 er vann som renner hhv. inn og ut av sedimentasjonsbassenget. Punktet V6 er plassert i bekk hvor avrenning fra Gurulia renner ut i Budalsbekken. Punktet BNV-2 representerer den samlede avrenningen fra gamle Bue-Nebb. I tillegg er det plassert ett punkt (V5) i Budalsbekken nedstrøms der hvor avrenningen fra Gurulia og Bue-Nebb er innblandet. Det er også plassert en referansestasjon (Ref) i Budalsbekken oppstrøms samløpet med bekkene fra Gurulia.

Tabell 6. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Gurulia og ved Bue-Nebb.

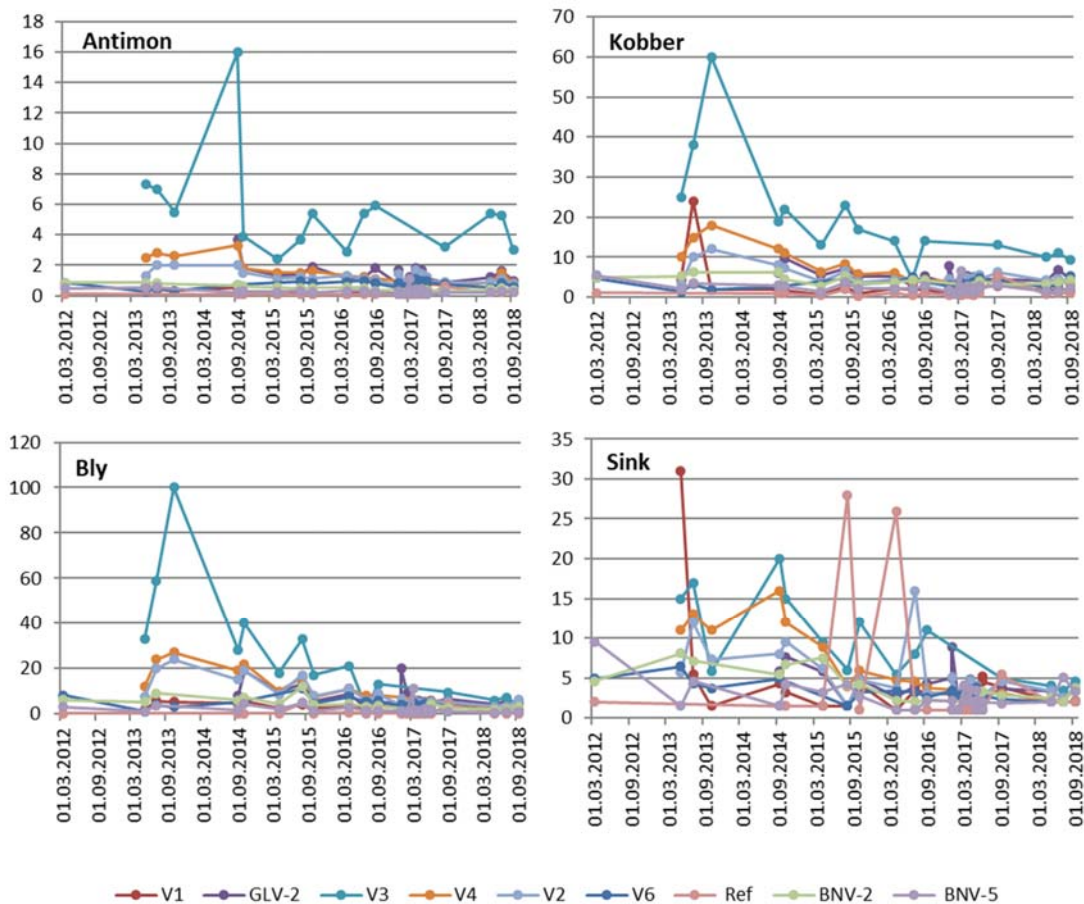
Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
Gur_V1	132-45-R Bubekken	0,1	4
Gur_V3	132-45-R Bubekken	0,2	8
Gur_GLV2	132-45-R Bubekken	0,25	10
Gur_V4	132-45-R Bubekken	0,3	12
Gur_V5	Ikke definert	0,1	4
Gur_V2	132-45-R Bubekken	0,3	12
Gur_V6	132-45-R Bubekken	0,5	20
BNV-2	132-45-R Bubekken	0,49	18
Ref	132-45-R Bubekken	1,2	44
BNV-5	132-45-R Bubekken	2,7	101

Det ble gjennomført prøvetakingsrunder den 25. mai, 5. juli og 3. september. Ved alle tre anledninger var vannføringen lav. Vannet i Gurulia er moderat kalkrikt (3-12 mg/l) og er til tider svært humøst (TOC 7-32 mg/l). pH er moderat surt-nøytralt (6-7). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

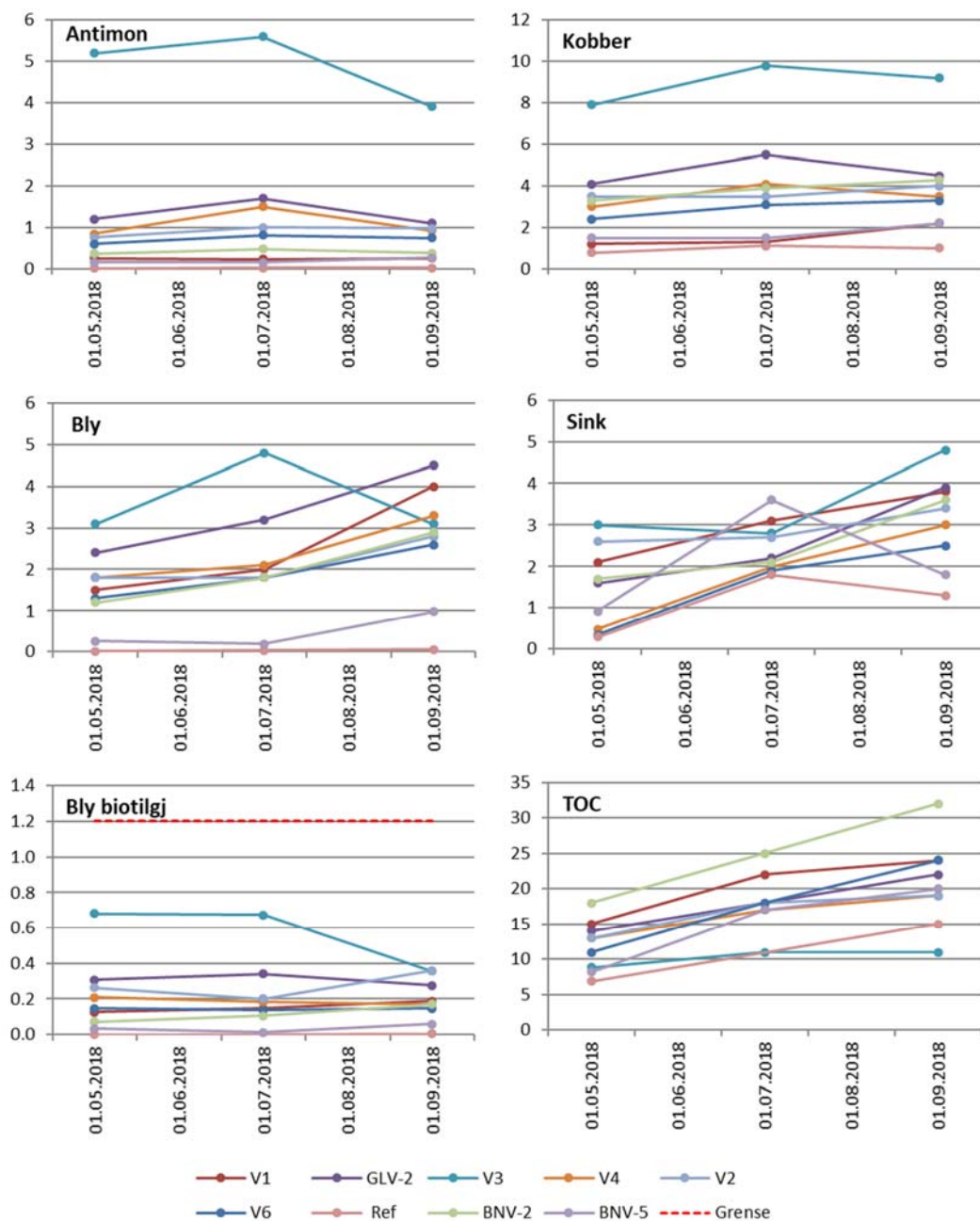
Tungmetallnivåene i Gurulia har i blitt lavere siden tiltakene i 2013 (Figur 20) og var i 2018 under gjeldende grenseverdier (Figur 21). Tungmetallkonsentrasjonene i vannet fra Gurulia reduseres med 20-30 % før det renner ut i Budalsbekken (V6), sannsynligvis pga. fortykning. Vannet ved punkt V1 som har blitt brukt som referanse, har noe forhøyet blynivå. Tungmetallkonsentrasjonene i Budalsbekken oppstrøms samløp med avrenning fra Gurulia og Bue-Nebb (Ref) var lave. Den samlede avrenningen fra Gurulia og Bue-Nebb gav noe høyere konsentrasjoner i Budalsbekken (V5). Estimert utlekking fra Gurulia i 2018 ble 0,4 kg bly, 1,3 kg kobber og 0,4 kg antimon. Nivående ved punkt BNV-2 tyder på at avrenningen fra Bue-Nebb tilfører omtrent tilsvarende mengder tungmetaller til Budalsbekken som Gurulia (se vedlegg B).



Figur 19. Gurulia skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 20. Totalkonsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i Gurulia.



Figur 21. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Gurulia i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

Overvåkingen av Gurulia anbefales videreført i ett år til siden det ble gjennomført tiltak der så sent som høsten 2016. Tiltakene har gitt lavere konsentrasjoner i avrenningen.

3.1.7 Banemyra

Banemyra ligger i Levanger kommune i Nord-Trøndelag. Der lå en geværskytebane som ble etablert i tiknytning til Rinnleiret Leir på begynnelsen av 1900-tallet. Skytebanen på Banemyra var en 300-meter bane, med standplass i nord-vest og målområdet i sør-øst. Det var i tillegg opparbeidet standplasser på 100 og 200 meter avstand fra målområdet. Banen var i bruk til begynnelsen av 2000-tallet. Terrenget er myrlendt med noe blandingsskog. I følge (Amundsen, 2011) viste tidligere undersøkelser av grunnen at hele banearealet hadde et høyt innhold av tungmetaller. Lia øst for målområdet viste også høye verdier. Høsten 2015 ble forurensede masser fjernet fra baneløp, skivevoll, kulefangervoll og skråningen bak det som var målområdet. Feltet og prøvepunktene er vist i Figur 22 og Tabell 7. Vannet renner mot nordøst gjennom Finnkalldalen og ut i Rinnelva ca. 1 km nord for banen. Punktene V-06 og V-01 er referansestasjoner hvor vannet antas å være upåvirket av militær aktivitet. Punkt V-05 er et sig/bekk som mottar avrenning fra kulefangervollen, mens V-04 mottar avrenning fra standplasser og baneområdet. Punkt V-02 er plassert i bekk etter samløp mellom V-04 og V-05 og representerer samlet avrenning ut av feltet.

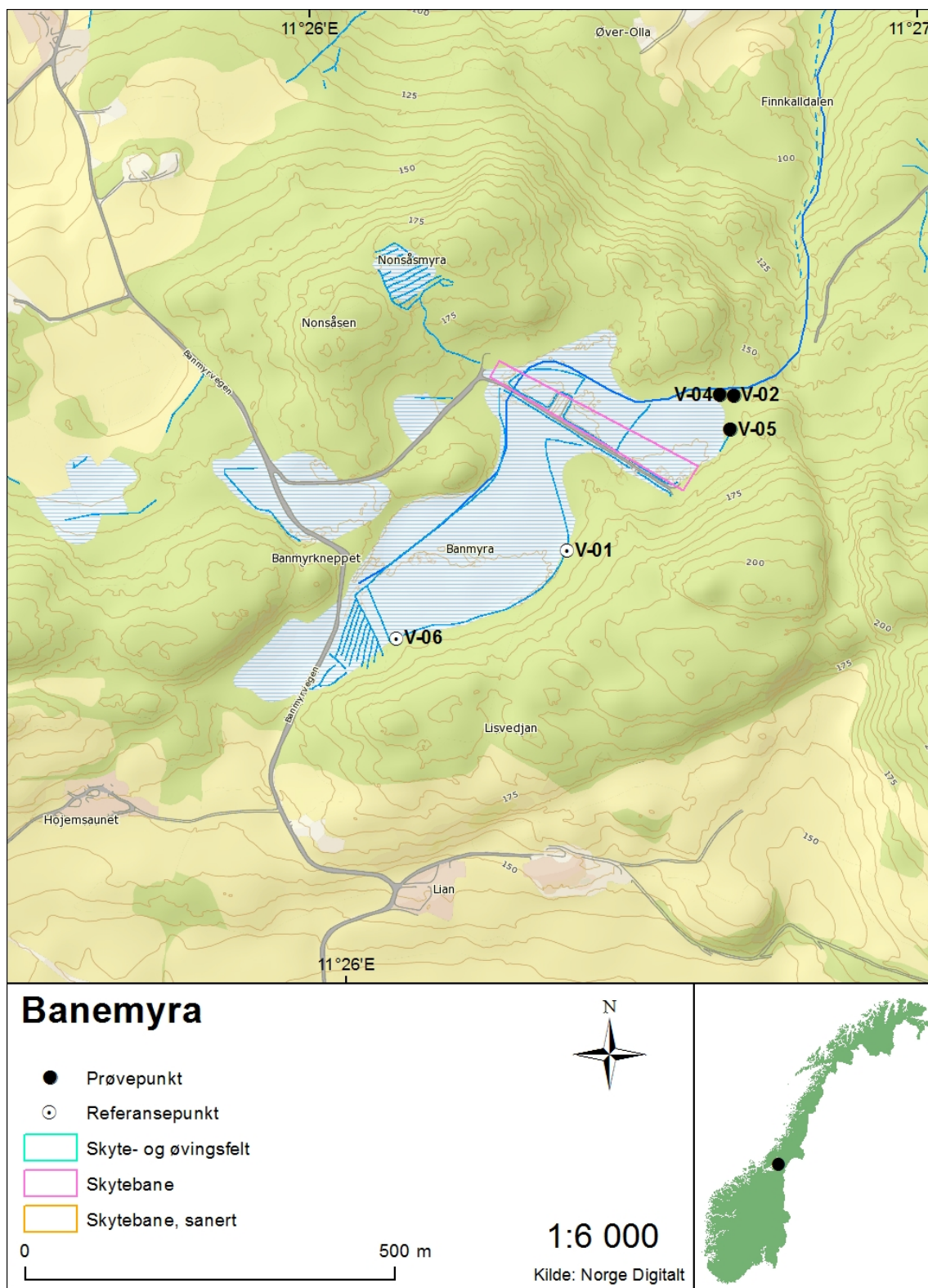
Tabell 7. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Banemyra.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
V-06	Ikke definert	0,03	1
V-01	Ikke definert	0,05	1
V-05	Ikke definert	0,06	1
V-04	126-82-R Øvre del av bekkefelt Rinnelva	0,25	5
V-02	126-82-R Øvre del av bekkefelt Rinnelva	0,31	6

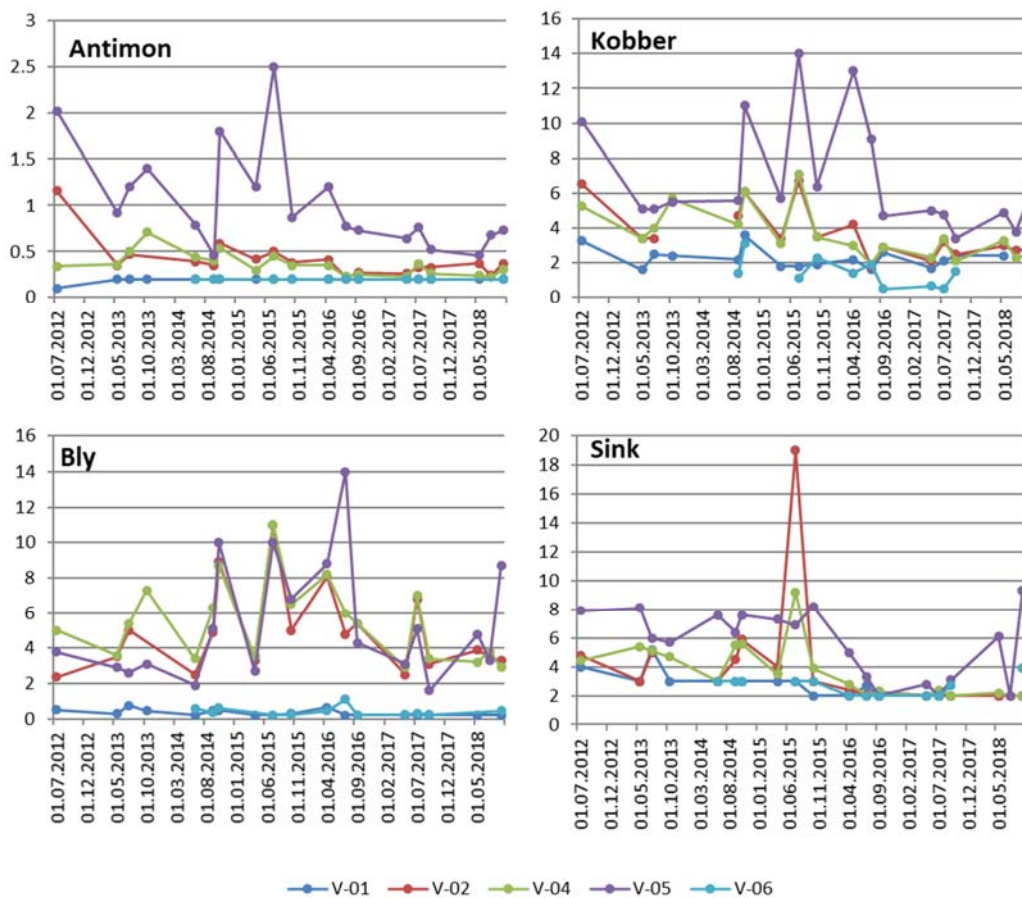
Prøvetakingsrundene ble gjennomført den 24. mai, 6. juli og 3. september. Vannføringen var lav for årstiden ved alle tre anledninger. Vannet var moderat kalkrikt (kalsium 6-14 mg/l), tilnærmet pH-nøytralt og humøst (TOC 9-27 mg/l). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

Vannet fra målområdet (V-05) hadde de høyeste tungmetallkonsentrasjonene (Figur 23). Tungmetallnivåene har vist nedadgående trend siden tiltaket i 2015. Grenseverdiene for tungmetaller ble ikke overskredet i noen av prøvene fra 2018 (Figur 24).

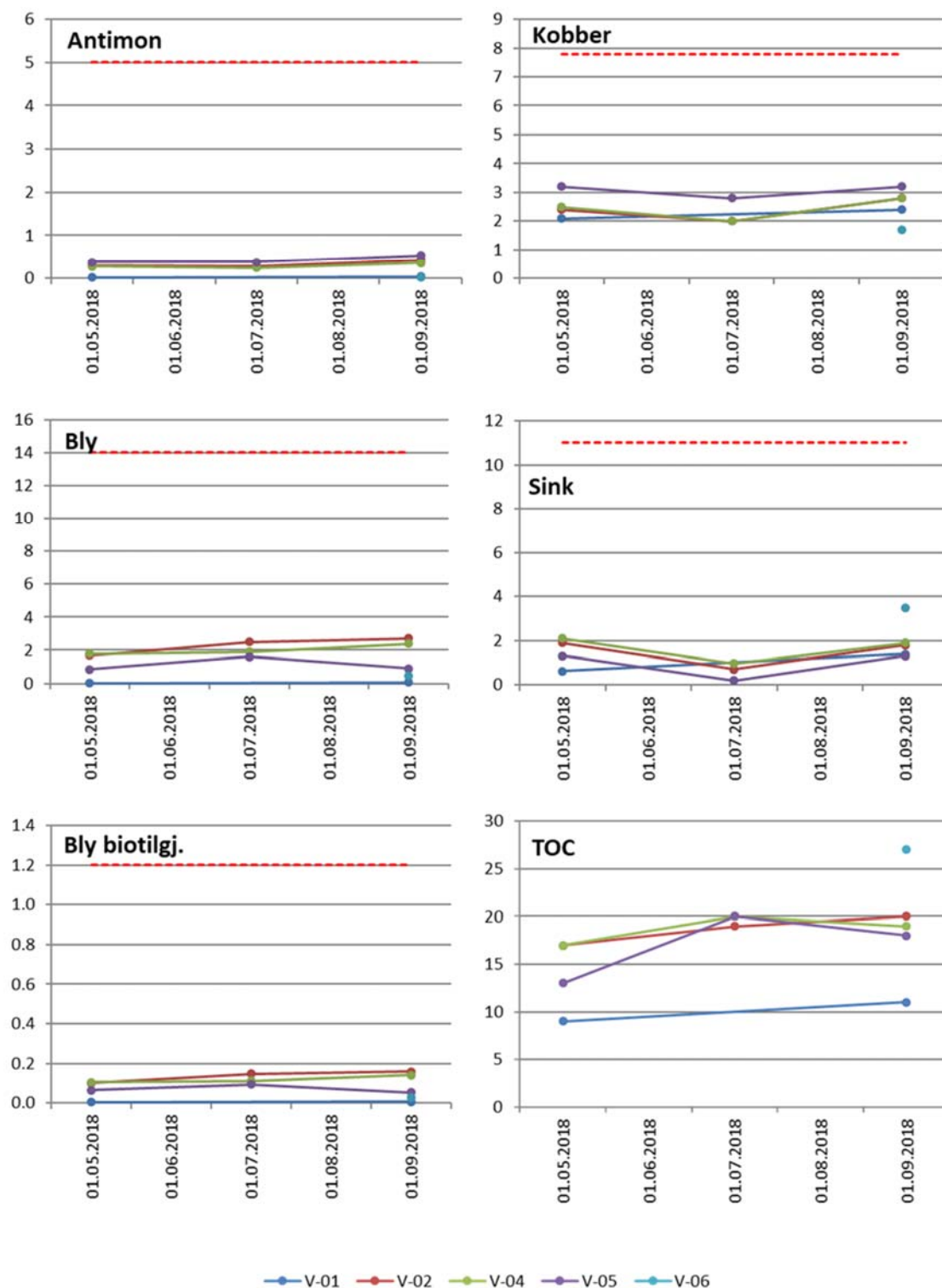
Estimert utlekking i 2018 var 0,4 kg bly, 100 g kobber og sink og 50 gram antimon. Overvåkingen har nå pågått i tre år etter avsluttet tiltak. Dette er i tråd med Miljødirektoratets tilbakemelding (ref. 2014/7188) på sluttrapport etter gjennomført saneringstiltak (ref. 2012/3355-145/474). Tungmetallkonsentrasjonene er lavere enn grenseverdiene. Det foreligger nå tilstrekkelig med data til at Forsvarsbygg kan søke Miljødirektoratet om å avslutte grunnforurensningssaken.



Figur 22. Banemyra skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 23. Totalkonsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i prøver fra Banemyra.



Figur 24. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Banemyra i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.1.8 Kjoselvdalen

Kjoselvdal skytebane ligger på Tønsnes i Tromsø kommune. Den har tidligere vært tilknyttet Grøtsund Fort og Olavsvern. En 200-metersbane har vært brukt som gevær- og feltskytebanen siden 50-60-tallet. Det har vært øvd med håndvåpen, røykgranater og pyroteknisk ammunisjon (Forsvarsbygg, 2011a). Det er også en 100-meters geværskytebane like ved som eies og drives av et skytterlag. I tillegg var det tidligere frittstående stålmål i terrenget bak 200-meters målområdet. Skytebanene lå i myrlendt terreng med torvmose, lyng, vierkratt og dvergbjørk. En miljøteknisk grunnundersøkelse viste at banen stedvis var svært forurensset av skyteaktiviteten (COWI, 2012). Høsten 2017 ble opprydding iverksatt. Forurensede masser ble sanert, og faste installasjoner ble fjernet. Noe av arronderingsarbeidet ble utsatt til 2018.

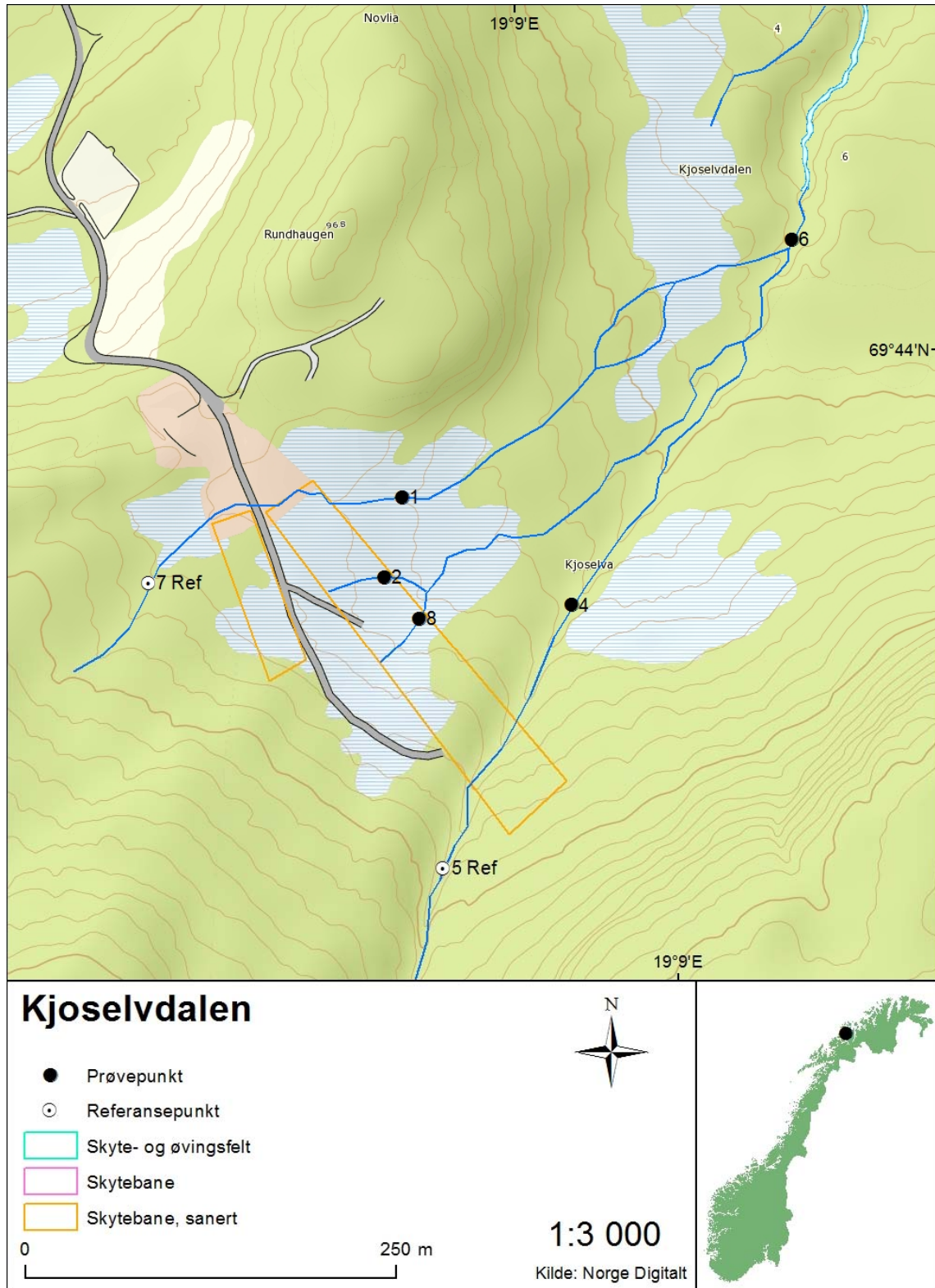
Kjoselva og tre små bekker renner gjennom det sanerte baneområdet i retning nordøst (Figur 25 og Tabell 8). Bekkene renner etter hvert inn i Kjoselva som fortsetter ut i sjøen ved Tønsvika. Punktene 1 og 7 Ref ble plassert i bekk som renner gjennom standplassområdet. Punkt 2 og 3 ble plassert omtrent ved skytebanegrensen i bekker/sig som renner gjennom det som var skytebanen. Bekken/siget med punkt 2 dreide sørover og fortsatte ikke nordøst som indikert i undersøkelsene referert til ovenfor. Tre punkter ble plassert i Kjoselva, nærmere bestemt oppstrøms det som var målområdet (5 Ref), rett nedstrøms målområdet (4) og etter samløp med bekkene som renner gjennom baneområdet (6). Dessuten er Kjoselva drikkevannskilde og blir derfor prøvetatt jevnlig. Inntaket ligger i en kum ca. 200 meter nedstrøms skytebane, dvs. omtrent midt mellom punkt 4 og punkt 6.

Tabell 8. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Kjoselvdalen.

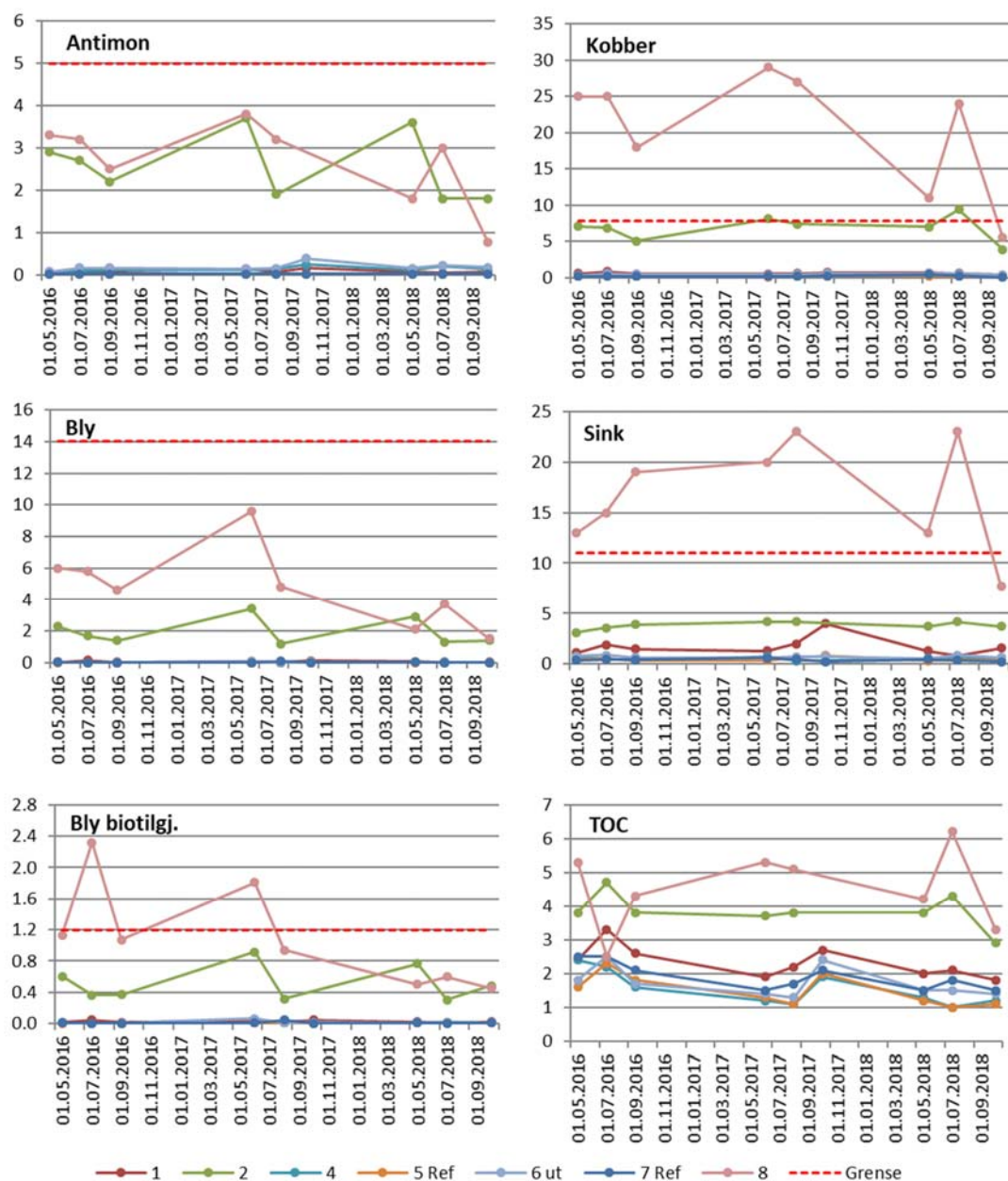
Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
7 Ref	Ikke definert	0,1	4
1	Ikke definert	0,2	8
2	Ikke definert	0,05	2
8	Ikke definert	0,05	2
5 Ref	199-25-R Fastlandet Tromsø bekkefelt	1	43
4	199-25-R Fastlandet Tromsø bekkefelt	1,1	46
6	199-25-R Fastlandet Tromsø bekkefelt	1,4	60

Prøvetakingsrundene ble gjennomført 29. mai, 29. juli og 31. oktober. Vannføringen ble bedømt som normal ved alle tre anledninger. Vannet er kalkrikt etter norske forhold, med kalsium rundt 20 mg/l og pH ca. 8,0. Unntak er punktene 2 og 8 som hadde noe lavere kalsium og pH. Prøvene fra punktene i myrområdet (1, 2 og 8) hadde moderate TOC-nivåer (ca. 2-5 mg/l), mens punkt 7 Ref og Kjoselva hadde lave konsentrasjoner (< 2,5 mg/l). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

Analysene av tungmetaller viser relativt høye tungmetallkonsentrasjoner i prøvene fra punkt 2 og 8 (Figur 26). Konsentrasjonene i filtrerte prøver var likevel lavere enn i de to foregående årene (før tiltak). Totalkonsentrasjonene var mer variable, trolig pga. forskjeller i turbiditet i prøver fra disse to små sigene (Vedlegg B).



Figur 25. Kjoselvdal skytebane med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 26. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver fra Kjoselvdalen. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

Konsentrasjonene i bekken som renner gjennom standplassområdet var lave, men fortsatt marginalt høyere ved punkt 1 (nedstrøms standplass) enn ved punkt 7 Ref (oppstrøms standplass).

Konsentrasjonene var lave i Kjoselva og langt under grenseverdiene i alle prøver. Det er imidlertid fortsatt mulig å detektere noe økning i konsentrasjoner nedover elva (5 Ref < 4 < 6) selv om nivåene er lave. Estimert utlekking av tungmetaller i 2018 ble 0,7 kg kobber, 0,6 kg sink og 0,3 kg antimon. Det anbefales å fortsette overvåkingen til neste år for å følge opp utviklingen etter oppryddingstiltaket.

3.1.9 Kvenvikmoen

Kvenvikmoen i Alta kommune var opprinnelig et ammunisjonsdepot for tyskerne under andre verdenskrig og ble siden bygget ut til SØF. Det har vært øvd med håndvåpen, håndgranater, panservernvåpen og eksplosiver for sprengning. Det er også flere aktive sivile skytebaner i området. Oppryddingstiltakene i feltet ble iverksatt høsten 2017. I alt ble 7 skytebaner sanerte. Bygg og konstruksjoner ble revet.

Det småkuperte feltet er et populært turområde i Alta. Området har flere innsjøer og preges av furuskog og noe bjørk. Langvannet og de to skytebanene øst for Langvannet drenerer sørvestover til Mattiselva. De andre innsjøene (og skytebanene) drenerer nordover til Kvenvikelva og Kvenvika (Figur 27 og Tabell 9). Prøvetakingspunktene er identisk med dem som ble brukt i vannmoseovervåkingen i perioden 1998-2003 (Rognerud, 2005). Punkt 4 er plassert i en liten bekk som drenerer myr med to skytebaner. Punkt 2 er plassert i bekken som renner fra Kvenvannet (med tidligere skytebane i nord) til Kvenvikvannet. Punkt 3 dekker en sørvestlig innløpsbekk til Kvenvikvannet, mens punkt 1 er plassert i utløpet.

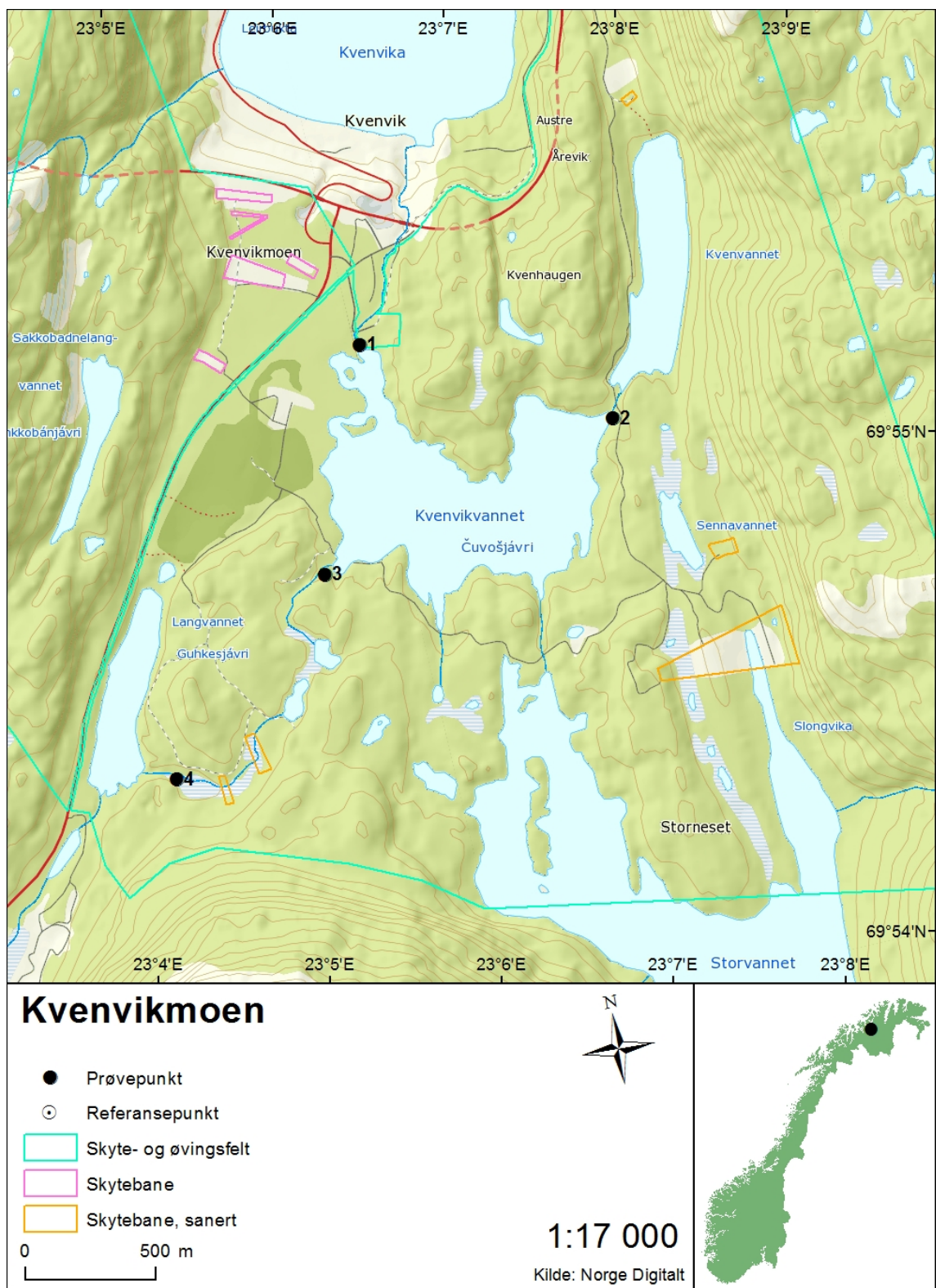
Tabell 9. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Kvenvikmoen.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
2	212-1829-R Kvenvikvannet bekkefelt	1,7	19
3	212-1829-R Kvenvikvannet bekkefelt	0,2	2
1	212-53103-L Kvenvikvatnet	15,2	181
4	212-1794-R Sløyfa bekkefelt til Mattisfossen	0,8	10

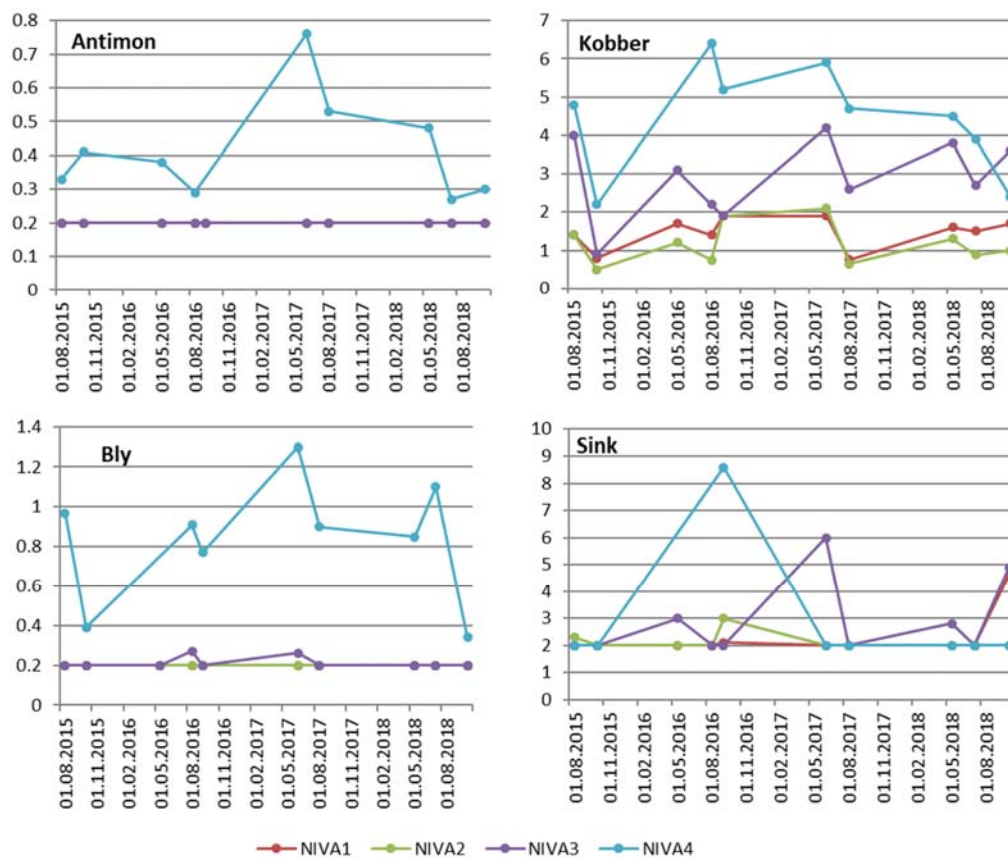
Prøvetakingsrundene i 2018 ble gjennomført 21. mai, 23. juli og 22. oktober. Vannføringen ble bedømt som normal for årstiden ved alle tre anledninger. Vannet var moderat kalkrikt, med kalsium mellom 4 og 17 mg/l og pH i overkant av 7,0. Konsentrasjonen av TOC indikerte klart vann ved punkt 1 og 2 (TOC 3-5 mg/l) og humøst vann ved punkt 3 og 4 (6-10 mg/l). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

De høyeste tungmetallkonsentrasjonene ble funnet i prøvene fra punkt 4. Ved stasjon 1 og 2 var konsentrasjonene på kvantifiseringsgrensen eller lavere for ufiltrerte prøver (Figur 28). De lave nivåene er i overensstemmelse med resultatene fra undersøkelsene i perioden 1998-2002. Vannet fra alle fire prøvetakingspunkter inneholdt noe kobber som kan ha naturlige kilder siden berggrunnen i området inneholder kobber (i Kåfjord like ved ble det også utvunnet kobber i mange år). Ingen punkter viste tungmetallkonsentrasjoner i nærheten av grenseverdiene (Figur 29).

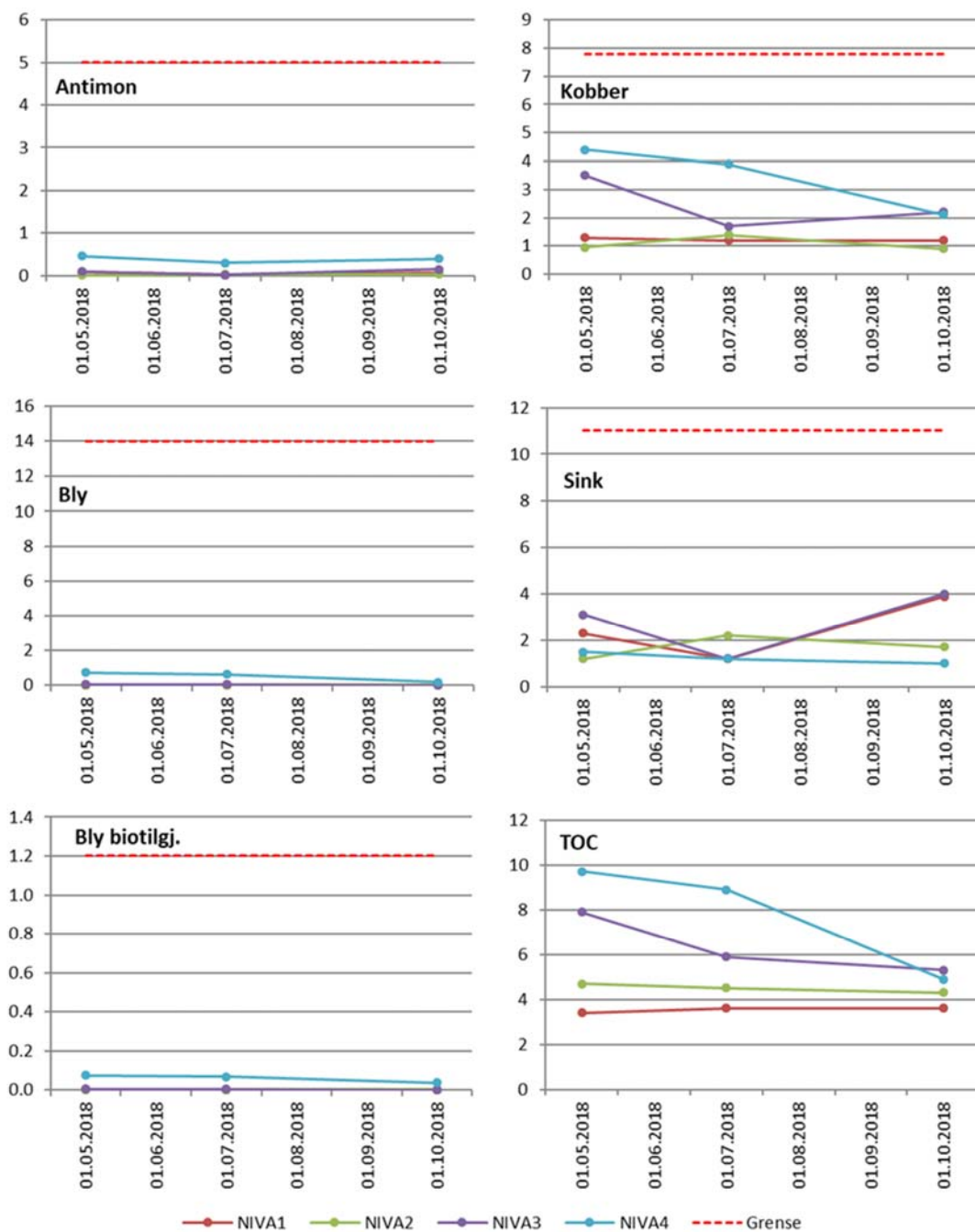
Tungmetalltransport som følge av forvitring av prosjektiler i feltet, er lav. Estimert utlekking av tungmetaller ved punkt 4 ble 0,2 kg bly, 1 kg kobber, 0,4 kg sink og 0,1 kg antimon. Overvåkingen bør fortsette for å følge opp effekten av oppryddingstiltak.



Figur 27. Kvenvikmoen skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 28. Totalkonsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i prøver fra Kvenvikmoen.



Figur 29. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Kvenvikmoen i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.2 Resultater fra overvåking av SØF som ikke var ferdigryddet i 2018

3.2.1 Vikesdalmoen

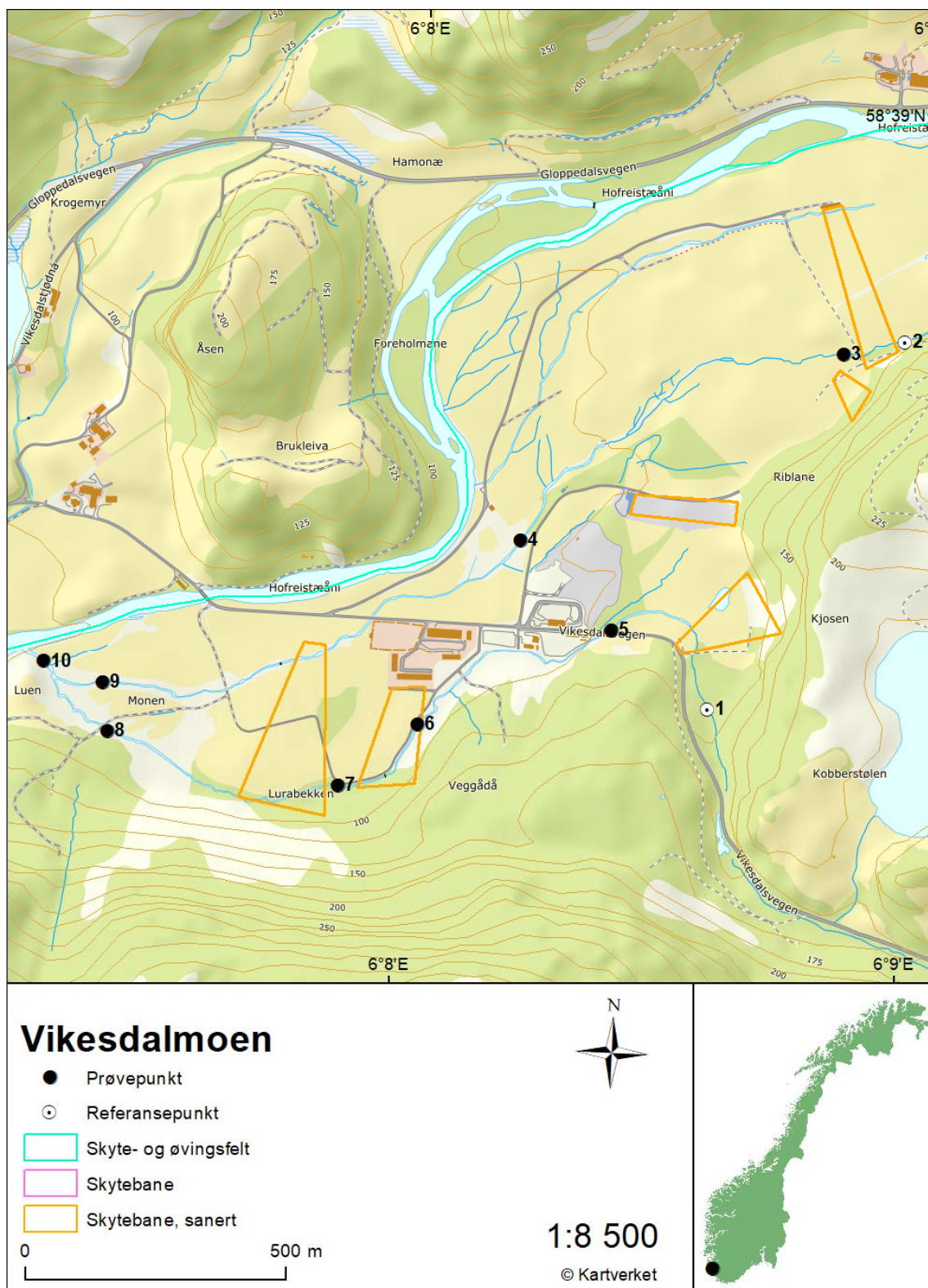
Vikesdalmoen SØF ligger i Bjerkreim kommune i Rogaland. Feltet består av seks militære skytebaner (Figur 30). En eldre sivil skytebane drevet av et lokale skytterlag ligger i samme område. Banene ligger i bunnen av et dalføre, på mark som delvis benyttes som beiteland. I nord er feltet avgrenset ved elva Hofreistæåni, mens det i sør har en naturlig avgrensing ved høye fjell med bratte skogkledde skrenter og steinurer. Feltet har hovedsakelig blitt brukt til øvelse med håndvåpen. Bruken av feltet var mest intens på 70- og 80-tallet og ble avsluttet på begynnelsen av 2000-tallet (Forsvarsbygg, 2011b). Prøvepunktene er plassert i Lurabekken og Monen som drenerer området (Tabell 10 og Figur 30). Bekkene samles rett før samløp med Hofreistæåni.

Tabell 10. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Vikesdalmoen.

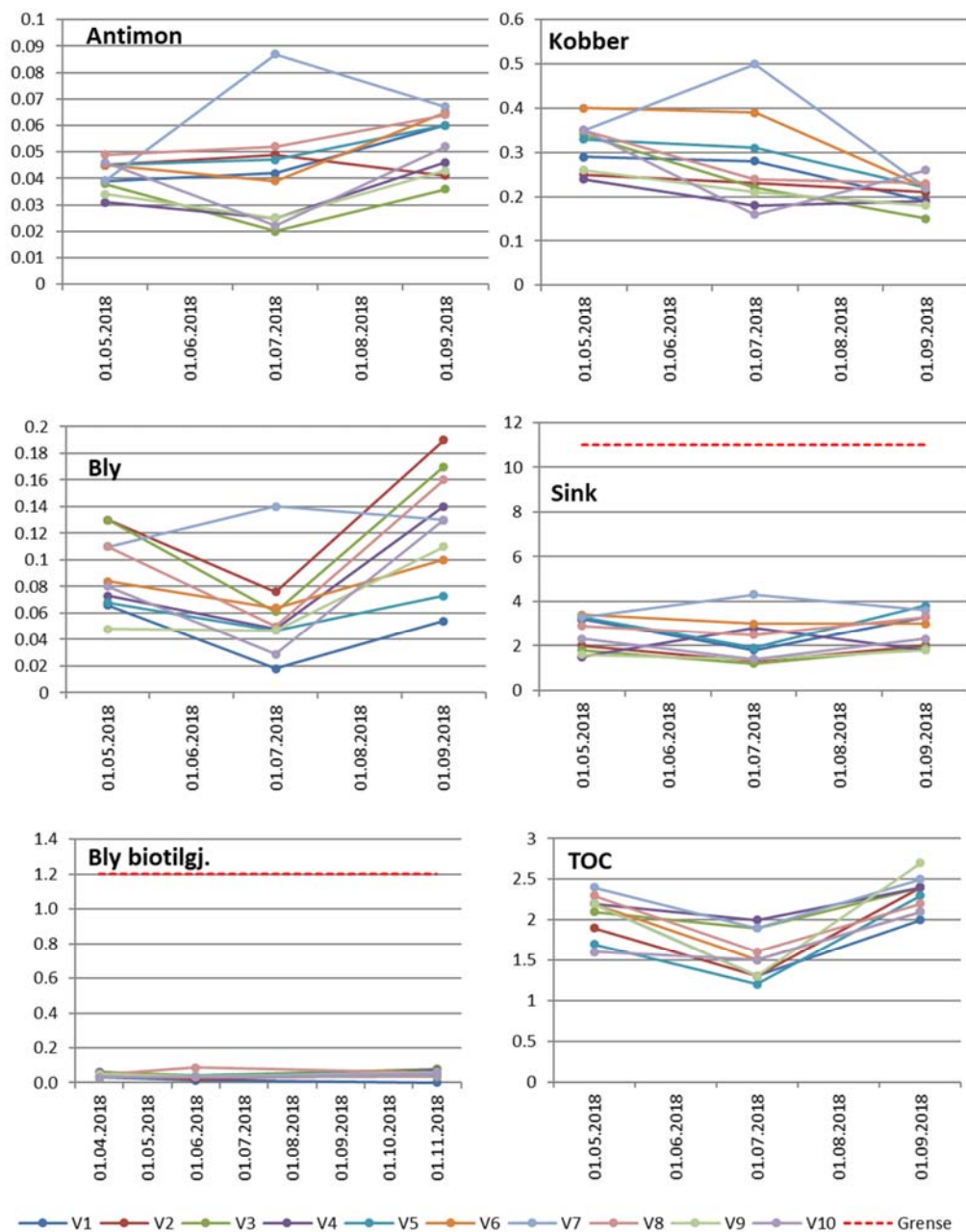
Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
1	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	2,2	151
2	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	1,1	78
3	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	1,1	78
4	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	1,4	95
5	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	2,3	157
6	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	2,6	176
7	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	2,8	189
8	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	3,1	211
9	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	1,6	106
10	027-9-R Bekkefelt Hofreistaåna	4,7	316

Prøvetakingsrundene i 2018 ble gjennomført den 19. april, 25. juni og 13. november. Den 25. juni var vannføringen lav, mens den ble bedømt som høyere enn normalt under vår- og høstrunden. Vannet var kalkfattig (kalsium 0,65- 4,2 mg/l), svakt surt (pH 5,8-6,8) og klart (TOC 1,2-2,7 mg/l). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

Tungmetallkonsentrasjonene var lave. Nivåene i de oppsluttede prøvene var i de fleste tilfeller lavere enn kvantifiseringsgrensen. I de filtrerte prøvene var nivåene målbare, men konsentrasjonene ut av feltet og i interne punkter var ikke merkbart høyere enn i referansepunktene (Figur 31). Det samme fant COWI i 2011 da de undersøkte de samme punktene. Grenseverdiene var ikke overskredet. Beregnet transport ut av feltet i 2018 ble 0,3 kg bly, og 1,4 kg kobber. Situasjonen vedrørende utlekking av tungmetaller fra skytefeltet vurderes som tilstrekkelig dokumentert. Ytterligere overvåking før eventuelle tiltak er anses derfor ikke som nødvendig.



Figur 30. Vikesdalmoen skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 31. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Vikesdalmoen i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.2.2 Børja

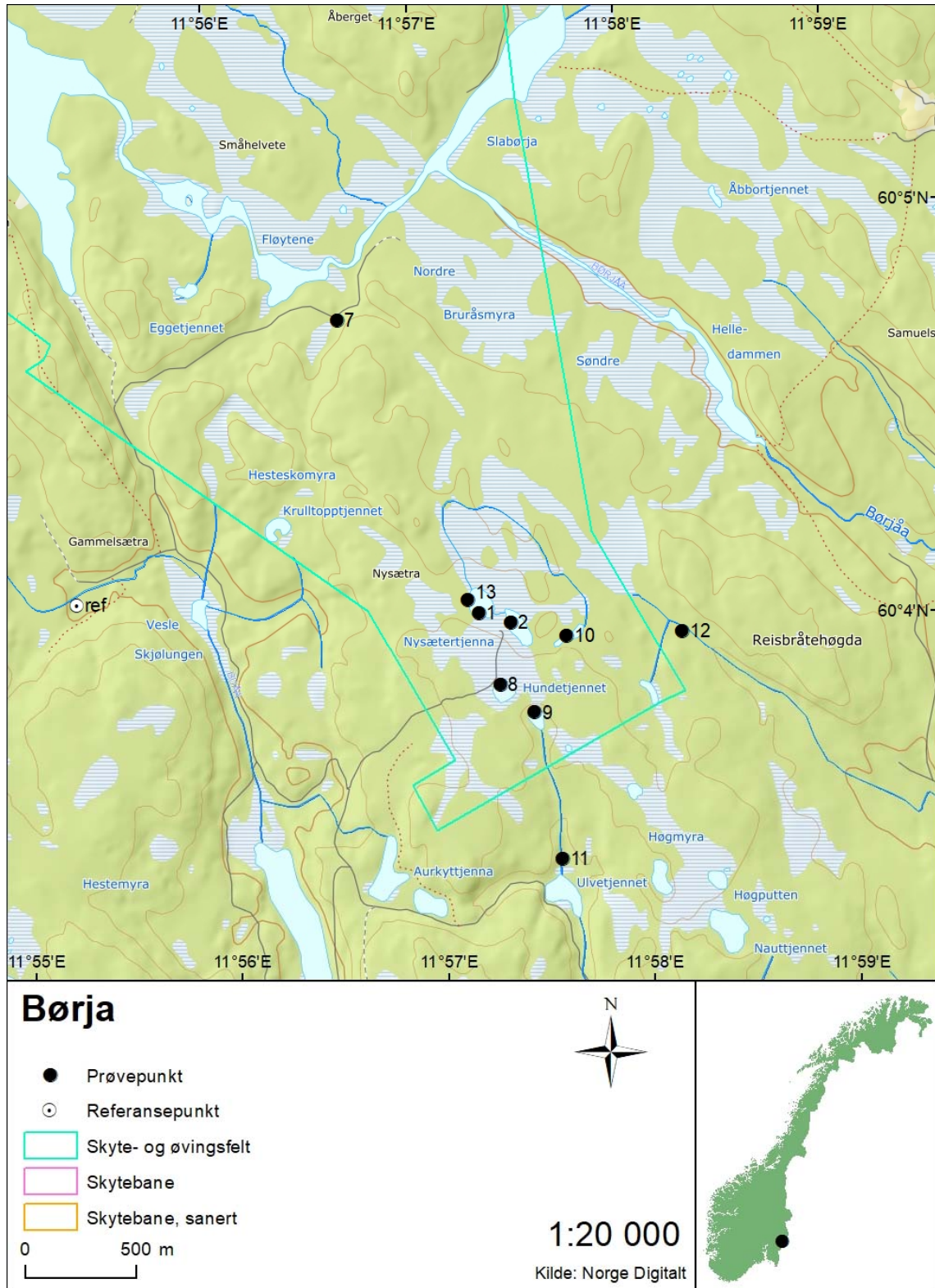
Børja SØF ligger i Eidskog kommune. Feltet ble etablert i 1958 og har vært brukt som luft-til-bakke mål fra fly, men kun med øvingsammunisjon. Målene har vært plassert i området rundt Nysætertjenna (Figur 32). Her har det også vært drevet nærøving med hånd- og avdelingsvåpen. I tillegg har feltet vært brukt til sprengningsøvelser og destruksjon av ammunisjon (Forsvarsbygg, 2005a). Det største og mest forurensede området drenerer til Søndre Nysætertjenn (punkt 2) og via en liten bekk videre til Nordre Nysætertjenn (punkt 1). Tidligere overvåking (Rognerud, 2005) og enkeltprøver fra 2016 (Garmo, 2018) har vist at Nysætertjenna er forurenset med metaller. Herfra renner det et sig i nordvestre enden av tjernet (punkt 13), som ifølge kartet renner i retning et navnløst tjern i øst (punkt 10) og med mulig forbindelse via myr til bekk (punkt 12). Noe forurensning kan også transporteres gjennom myr sørover mot Hundetjennet (punkt 8), et navnløst tjern (punkt 9) og videre i bekk mot Ulvetjennet (punkt 11) (Nordal, 2007b). Det har dessuten vært en demoleringsplass i nord som kan ha avrenning til Børjåa gjennom et sig (punkt 7). Noe informasjon om punktene som ble prøvetatt i 2018 er vist i Tabell 11.

Tabell 11. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Børja.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
1	Ikke definert		
2	Ikke definert		
7	Ikke definert	0,12	2
8	Ikke definert		
9	Ikke definert		
10	Ikke definert		
11	313-137-R Børjåa nedre del - bekkfelt	0,4	7
12	313-127-R Børjåa - bekkfelt	0,6	10
13	Ikke definert		
ref	Ikke definert	4	67

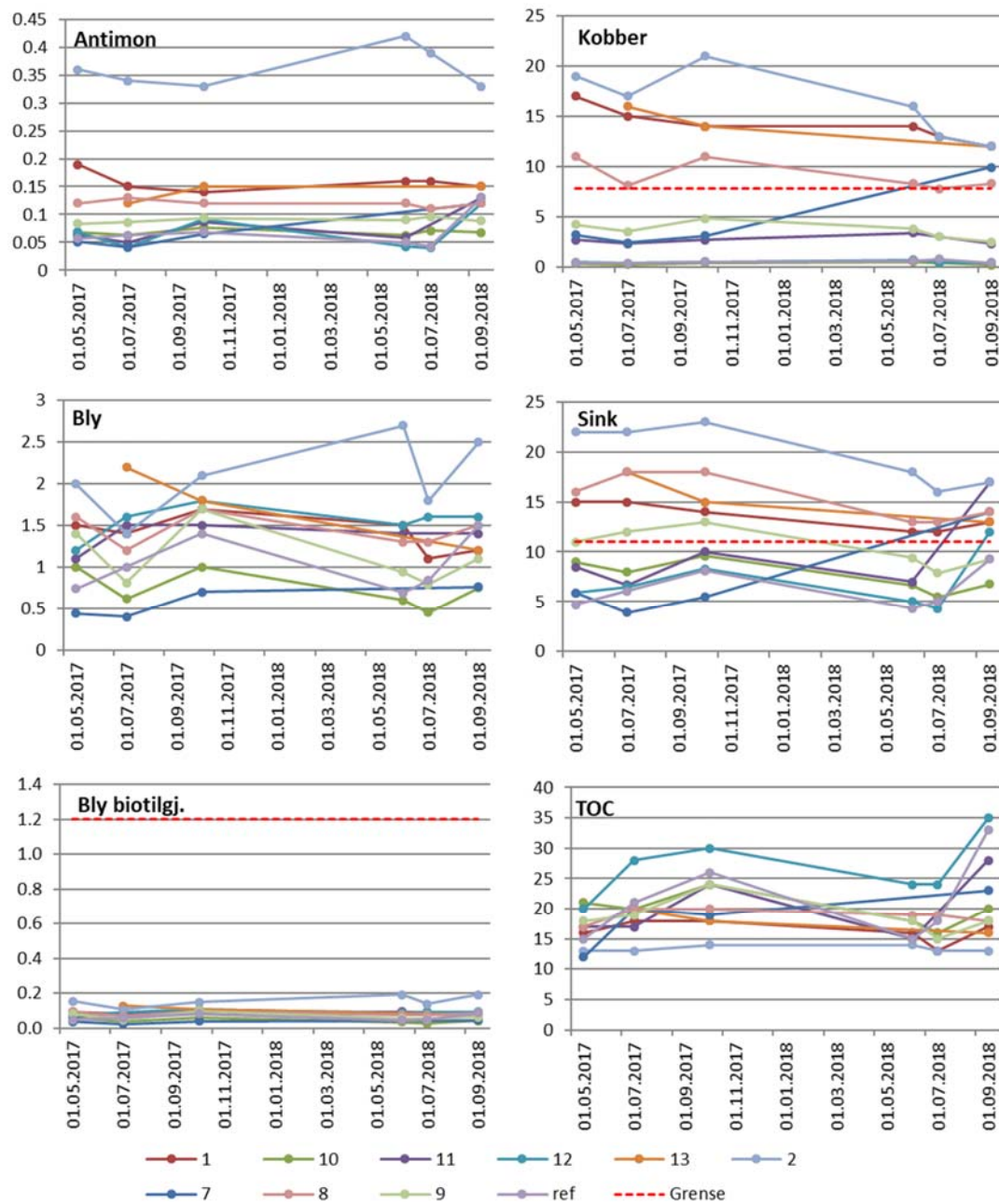
Prøvene i 2018 ble innsamlet den 5. juni, 25. juli og 28. september. Ved de to første anledningene var det lav vannføring i bekkene som følge av en tørr og varm vår/sommer. Ved punktene 7 og 13 var det tørt/stillestående vann ved begge anledninger, og det ble ikke tatt prøve. Den 28. september var det derimot høy vannføring. Vannet var kalkfattig (ca. 0,3-2,1 mg/l), surt (pH 4,2-5,9) og humøst (TOC 13-35 mg/l). Særlig høstprøvene fra punkter i bekk (ref, 11 og 12) er spesielt brune og sure. Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B. Kun tungmetallkonsentrasjoner fra filtrerte prøver presenteres under. Dette fordi tidsserien basert på filtrerte prøver for de fleste punkter er like lang som for oppsluttede prøver, fordi kvantifiseringsgrensene er lavere for filtrerte prøver og fordi det var små forskjeller der nivåene var over kvantifiseringsgrensene.

De høyeste tungmetallnivåene ble som forventet funnet i punkt 2. Konsentrasjonene ved punkt 1 og 13 var nesten like høye som ved punkt 2. Det er spesielt kobber og sink som var betydelig høyere enn den antatt upåvirkede referansen. Det samme var tilfelle for antimon, men for dette stoffet var det ikke veldig høye nivåer ved de påvirkede punktene heller. Punktene Hundetjenna (punkt 8), navnløst tjern (punkt 9) og utløpsbekken av denne (punkt 11) viste forhøyede verdier av kobber og sink og indikerer at noe forurensning renner av sørover. Ved disse punktene lå nivåene nær grenseverdiene (Figur 33). Ved punkt 12 var tungmetallkonsentrasjonene tilnærmet de samme som i referansen. Det samme har vært tilfelle for punkt 7 med unntak av for kobber som var noe forhøyet i høstprøven.



Figur 32. Børja skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).

Basert på de målte konsentrasjonene i punkt 11 korrigert for referanse er det lav transport av metaller ut av feltet. Estimert utlekking ble 50 g bly, 300 g kobber, 1000 g sink og 5 g antimon i 2018. Situasjonen vedrørende utlekking av tungmetaller fra skytefeltet vurderes som tilstrekkelig dokumentert. Ytterligere overvåking før eventuelle tiltak anses derfor ikke som nødvendig.



Figur 33. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly³ samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Børja i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

³ Kalsiumkonsentrasjonen var lavere enn 2 mg/l som er nedre grense modellen for beregning av biotilgjengelig bly er testet for.

3.2.3 Kvamskogen (Steinskvanndalen)

Kvamskogen SØF som ligger i Kvam kommune, ble etablert mot slutten av sekstitallet som øvingsområde for Heimevernet. Området er på ca. 1500 dekar med myr, fjell og løvskog, og med elva Fljoto rennende gjennom fra nord til sør. Det er lite synlige inngrep i området med unntak av en grusvei. Feltet har blitt brukt til vintertrening med beltevogn og manøvrering i terrenget. Det har blitt gjennomført feltmessig skyting med håndvåpen i et område som strekker seg fra grusveien og over elva østover inn mot fjellet. Feltskytebanen har ingen opparbeidede elementer eller installasjoner og man har satt ut tilfeldige mål på 30-100m avstand fra veien. Total mengde avfyrte skudd har blitt anslått til 300-400 000, hovedsakelig på 100m-banen i skytefeltet, men det kan også ha blitt skutt mot mål utplassert andre steder i terrenget (Amundsen, 2011).

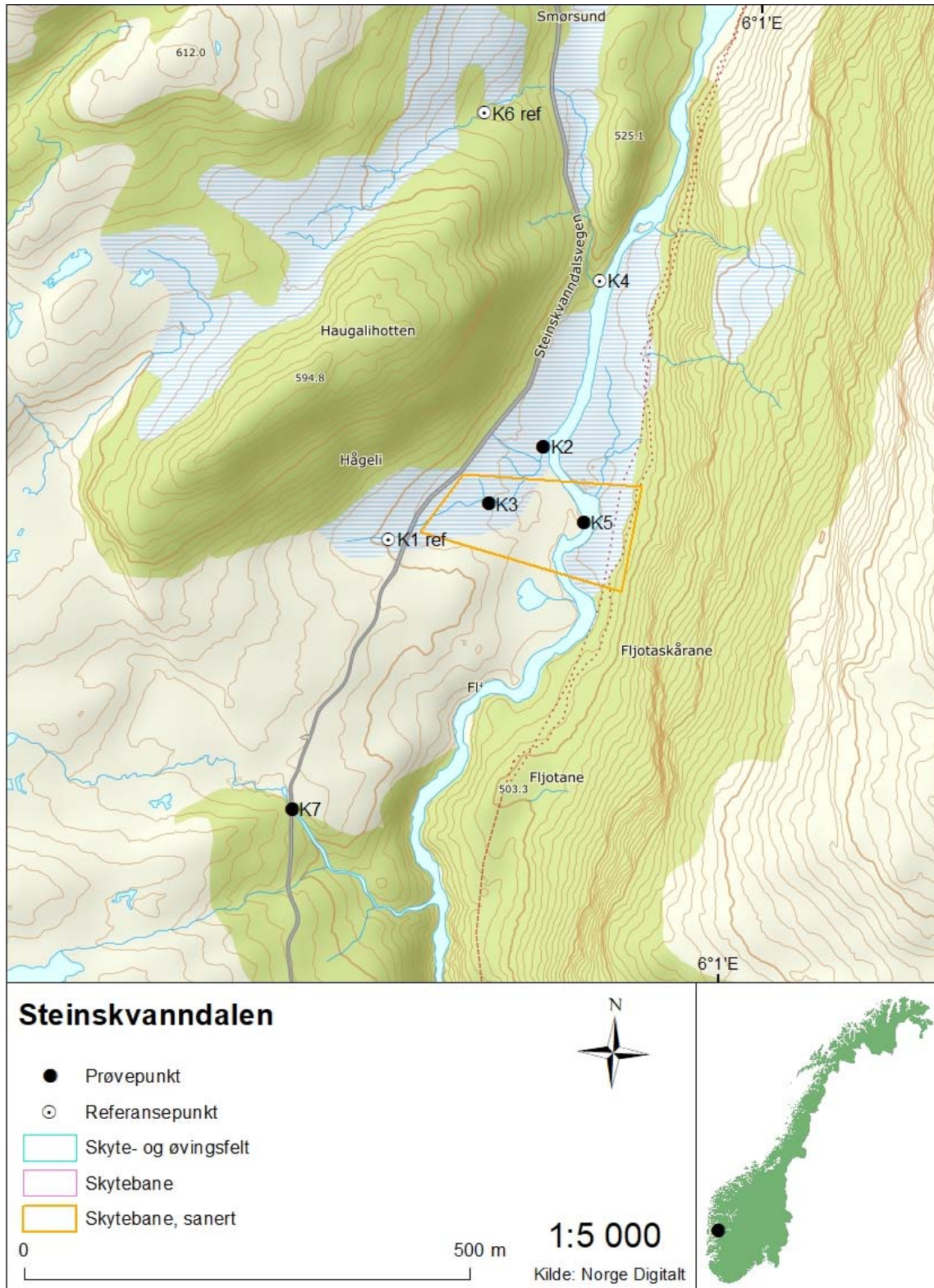
Punktene som ble prøvetatt (Figur 34) var de samme som ble overvåket 2010-2011 (Amundsen, 2012, 2011). Det er to referansepunkter på vestsiden av veien (K1 ref og K6 ref), samt et oppstrømspunkt i Fljoto (K4). Disse ble i utgangspunktet antatt å være upåvirket av skyteaktiviteten. Punkt K7 ble tatt i bekk som renner fra myrområdet vest-sørvest for 100m-banen, men ble ikke regnet som referanse fordi området nord og vest for Haugalihotten kan være påvirket av skyteaktivitet. Punkt 3 ligger internt i skytebanen og punkt 2 ved utløpet av bekk fra skytebane til Fljoto. I tillegg var det ett punkt på vestsiden av Fljoto (K5), omtrent midt i skytebanen. Mer informasjon om punktene er vist i Tabell 12

Tabell 12. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Kvamskogen.

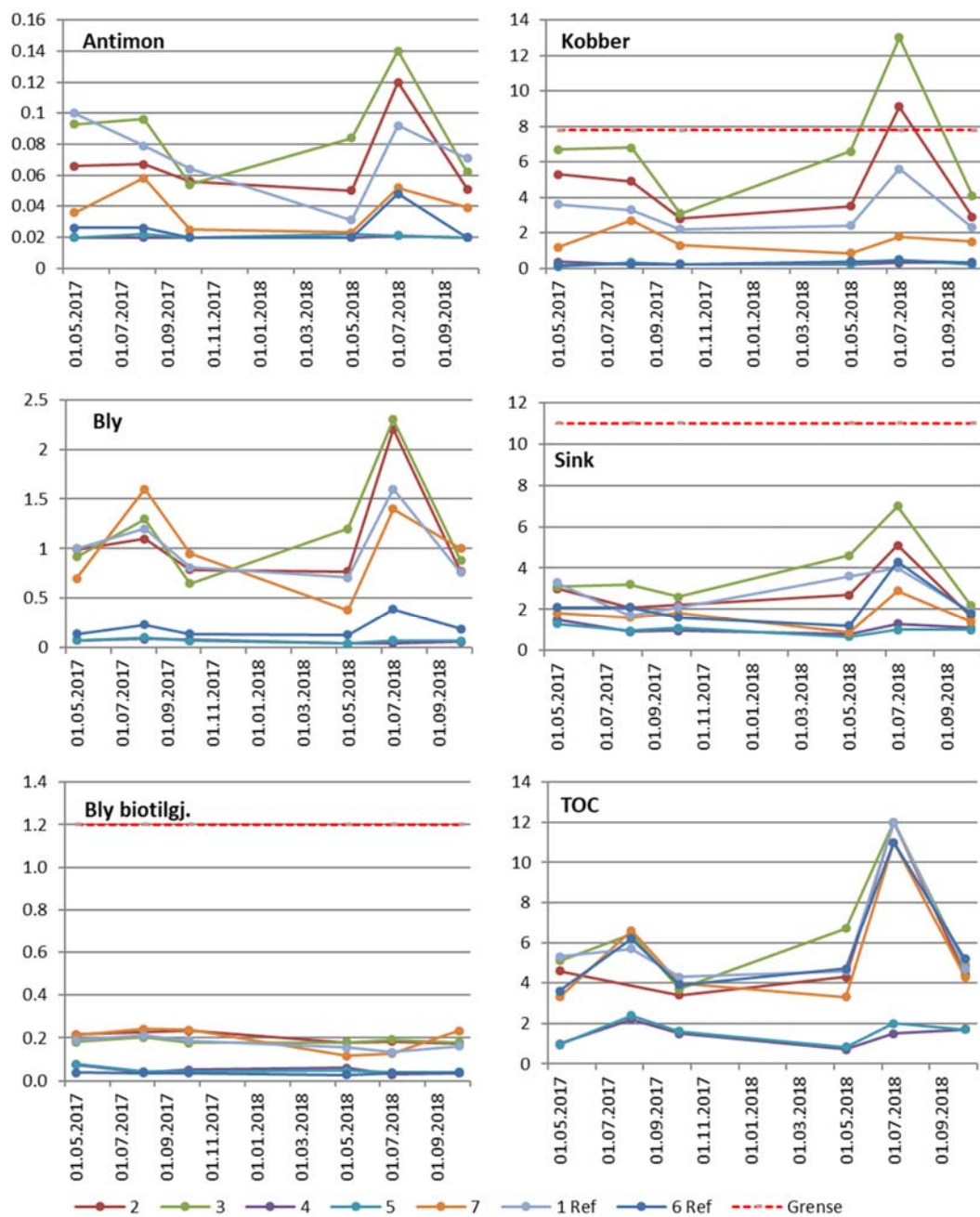
Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
K1 ref	052-144-R Longvotnevatnet og steinsdalselvi bekkefelt	0,07	6
K3	052-144-R Longvotnevatnet og steinsdalselvi bekkefelt	0,1	9
K2	052-144-R Longvotnevatnet og steinsdalselvi bekkefelt	0,139	12
K6 ref	052-144-R Longvotnevatnet og steinsdalselvi bekkefelt	0,107	9
K7	Ikke definert	0,315	28
K4	052-144-R Longvotnevatnet og steinsdalselvi bekkefelt	15,95	2035
K5	052-144-R Longvotnevatnet og steinsdalselvi bekkefelt	15,95	2035

Prøvene ble tatt 31. mai, 31. juli og 18. oktober. Under vårrunden var vannføringen høy i elva pga. snøsmelting i fjellet, men lav/normal ved de andre punktene. Under sommer- og høstrunden var vannføringen høy/normal. Feltet ligger i et område som mottar mye nedbør. Vannet var svært kalkfattig (kalsium 0,22-1,5 mg/l), svakt surt (pH 5,4-6,4) og klart (TOC 1-6 mg/l), bortsett fra i de mindre bekkene under sommerrunden da det hadde regnet kraftig. Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

Tungmetallnivåene i K2, K3, K7 og K1 ref var noe forhøyet sammenlignet med K6 ref og punktene i Fljoto (Figur 35). Dette gjaldt særlig bly og kobber, men tendensen var tydelig også for sink og antimon. Nivåene av bly og kobber var på samme nivå som i tidligere undersøkelser (Garmo, 2018). Dette tyder på at den tidligere skyteaktiviteten gir lav, men påviselig utlekking av metaller fra området og at det også er noe forurensning vest for veien i området som dreneres gjennom punkt K1 ref. Fortynningen i elva Fljoto var imidlertid så stor at det ikke gav signifikant forskjellige nivåer ved punkt K4 og K5. Tungmetallkonsentrasjonene var godt under grenseverdiene bortsett fra kobber ved punkt 2 og 3 under sommerrunden (Figur 35). Estimert utlekking av tungmetaller var lav: 0,6 kg bly, 2 kg kobber, 1,4 kg sink og 30 g antimon. Det foreligger nå fire år med data, og det anses ikke nødvendig med flere undersøkelser før eventuelle tiltak i feltet.



Figur 34. Kvamskogen (Steinskvandalen) skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 35. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly⁴ samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Kvamskogen (Steinskvanndalen) i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1. I kartet (Figur 34) står bokstaven K foran tallet som indikerer stasjonsnummer.

⁴ Kalsiumkonsentrasjonen var lavere enn 2 mg/l som er nedre grense modellen for beregning av biotilgjengelig bly er testet for.

3.2.4 Skjelanger

Skjelanger fort ligger på nordspissen av Holsnøy i Meland kommune. Fortet ble etablert i 1928 og skulle sammen med Herdla fort sikre den nordlige innseilingen til Bergen. Skytebanene har vært stengt for bruk siden 2006. Feltet ligger i et småkupert landskap med nakne knauser. Dominerende vegetasjonstyper er lynghei/lyngkrattskog, og kulturmark som er i ferd med å gro igjen (Klepsland, 2017). Østre deler av feltet har også myrområder. Det er 4 skytebaner i feltet. Her har det hovedsakelig blitt skutt med håndvåpen (Skifte Eiendom, 2011).

Punktene som ble prøvetatt er vist i Figur 36. Punkt 1 ligger ved skytefeltgrensa og avvanner bane 1. Punkt 2 er plassert i bekk/sig nedstrøms en sanert avfallsfylling. Punkt 3 er plassert i bekk/sig bak målområdet til bane 3. Punkt 4 ligger i et sig som kommer fra målområdet på pistolbanen. Mer informasjon om punktene finnes i Tabell 13. Nedbørfeltene oppstrøms punktene er relativt små, og det samme blir da vannmengdene som passerer.

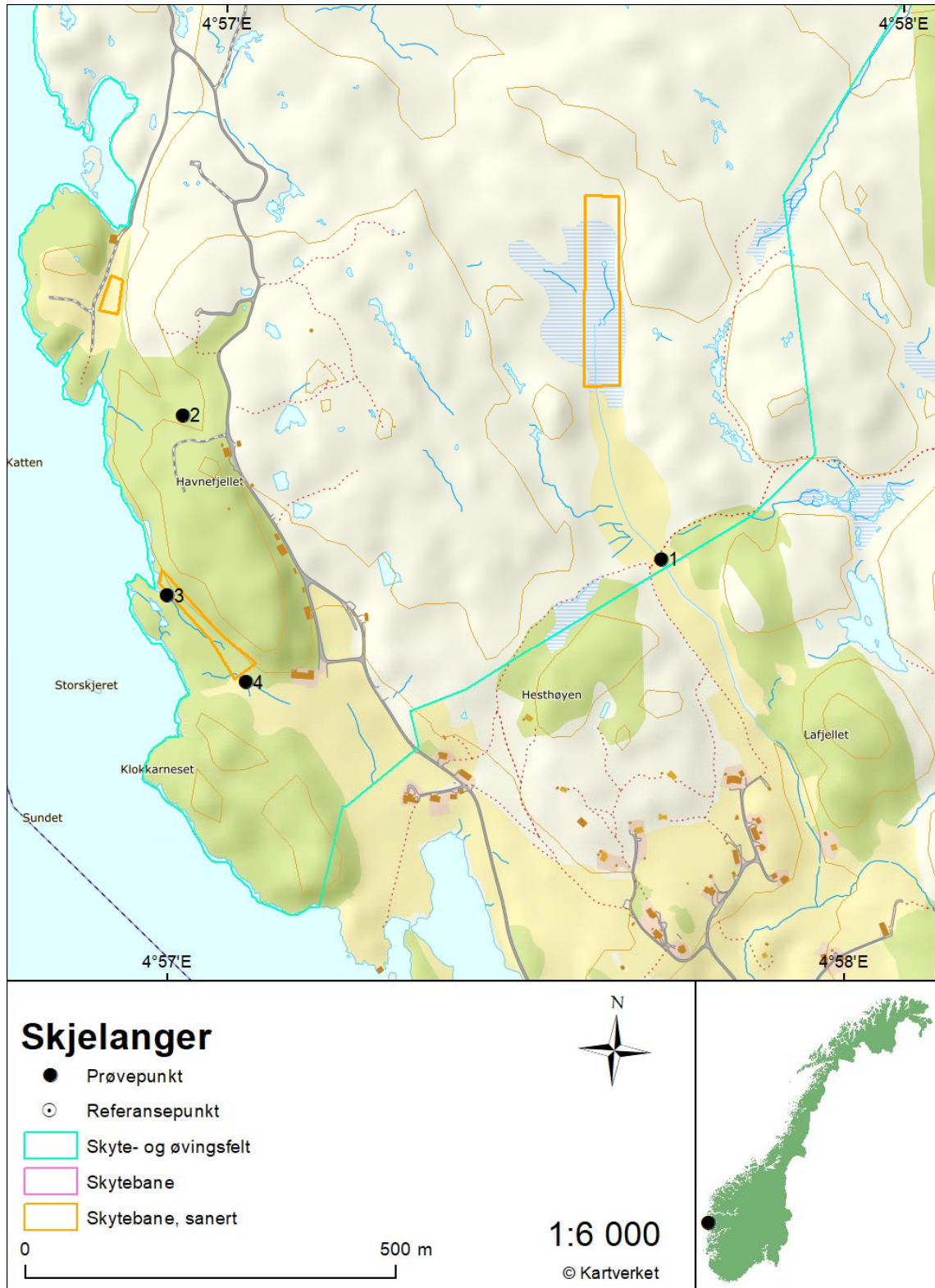
Tabell 13. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Skjelanger.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
1	059-17-R Bekker Meland nord	0.15	6
2	Ikke definert	0.02	0.9
3	Ikke definert	0.02	0.9
4	Ikke definert	0.01	0.4

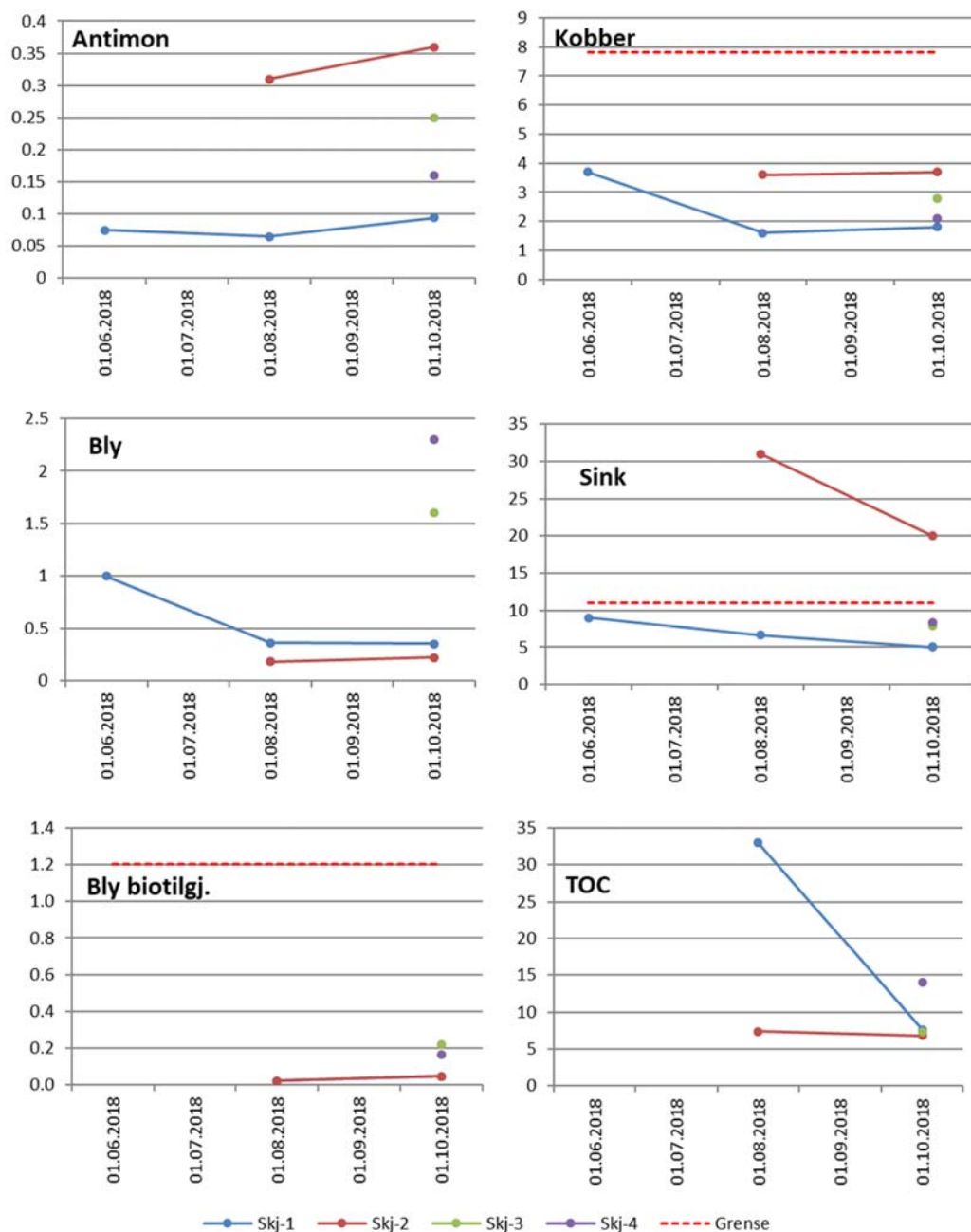
Prøvene ble tatt den 1. juni, 1. august og 19. oktober. Under første runden var det lite eller kun stillestående vann, og det ble kun tatt prøve fra punkt 1. Vannføringen var litt høyere den 1. august, men punkt 3 og 4 var det fortsatt stillestående vann. Den 19. oktober var det rennende vann i ved alle punkter. Prøvene fra punkt 1, 3 og 4 viste kalkfattig (kalsium 0,68-1,8 mg/l), moderat surt (pH 5,6-6,5) og humøst (TOC 7-33mg/l). De to prøvene fra punkt 2 hadde høyere kalsiumnivå (6,9-7,4 mg/l) og pH (7). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

Det mangler referanse, men konsentrasjonene ved punkt 1, 3 og 4 tyder på at korroderende prosjektiler i skytebanene tilfører en liten mengde tungmetaller til vannet. Ved punkt 2 var blykonsentrasjonen lavere, men kobber-, sink-, og antimonnivået høyere enn ved de tre andre punktene. Det var kun sink ved punkt 2 som overskred grenseverdien (Figur 37). Estimert utlekking av tungmetaller i 2018 var forholdsvis lav: 0,5 kg bly, 0,8 kg kobber, 2,5 kg sink og 30 g antimon.

Overvåkingen bør fortsette i 2019.



Figur 36. Skjelanger skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 37. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Skjelanger i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.2.5 Brettingen

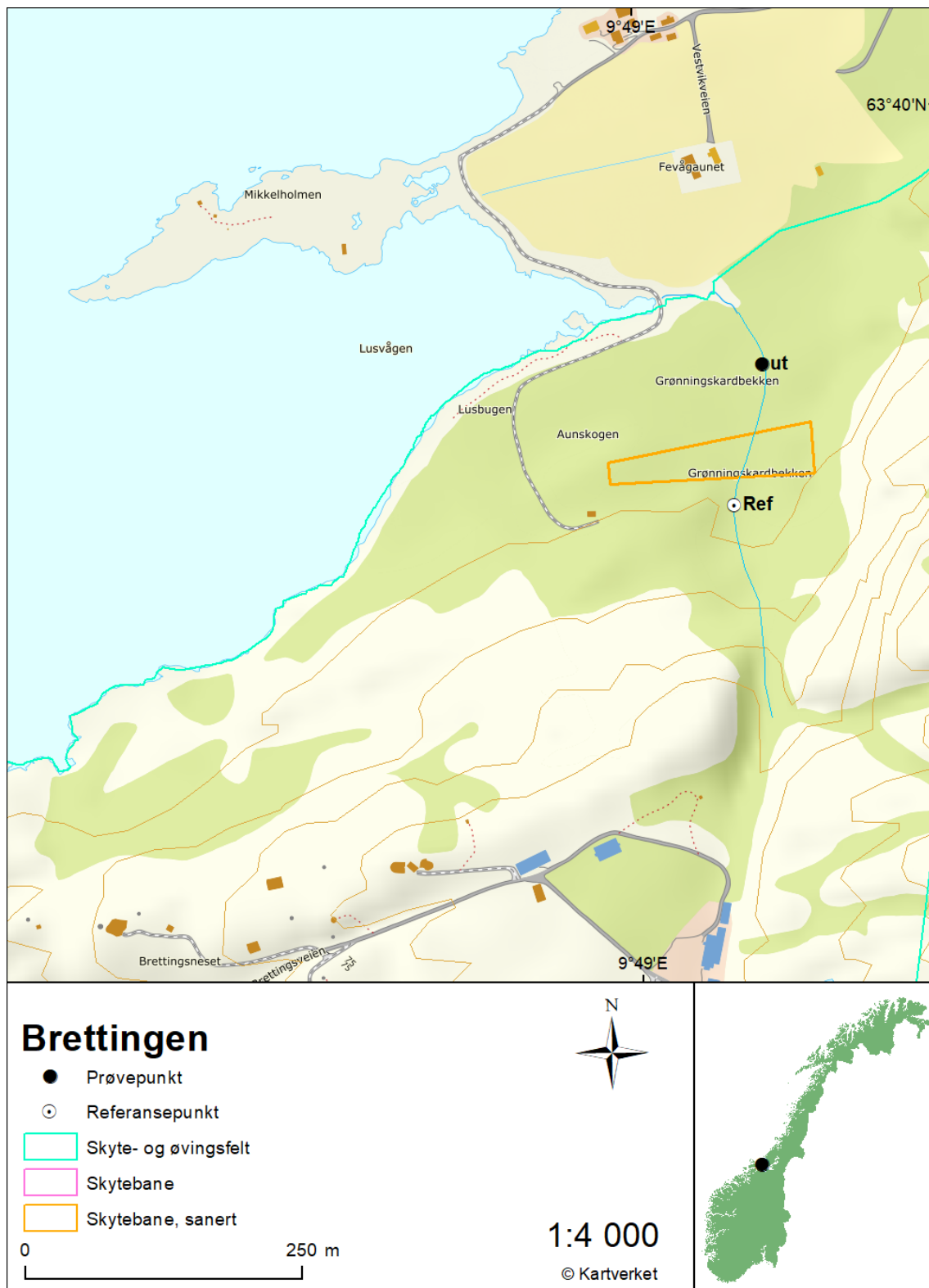
Brettingen SØF ligger i Rissa kommune, og er tilknyttet det gamle fortet på Brettingen ytterst i Trondheimsfjorden. Heimevernet har øvd i feltet fra 70-tallet og fram til 2003. Feltet er relativt lite og består av feltskytebane med blindgjengerfelt for rekylfri kanon (RFK) og en håndgranatbane (Forsvarsbygg, 2006). Skytebanen er i ferd med å gro igjen. Dominerende vegetasjonstyper i området er fattig blåbærskog og røsslyng-blokkbærskog (Abel, 2016). Gjennom skytebanen renner Grønningskardbekken som er en liten bekk (Figur 38, Tabell 14). Prøvetakingspunktene er plassert i bekken oppstrøms banen (Ref) og ca. 100 meter nedstrøms banen (Ut).

Tabell 14. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Brettingen.

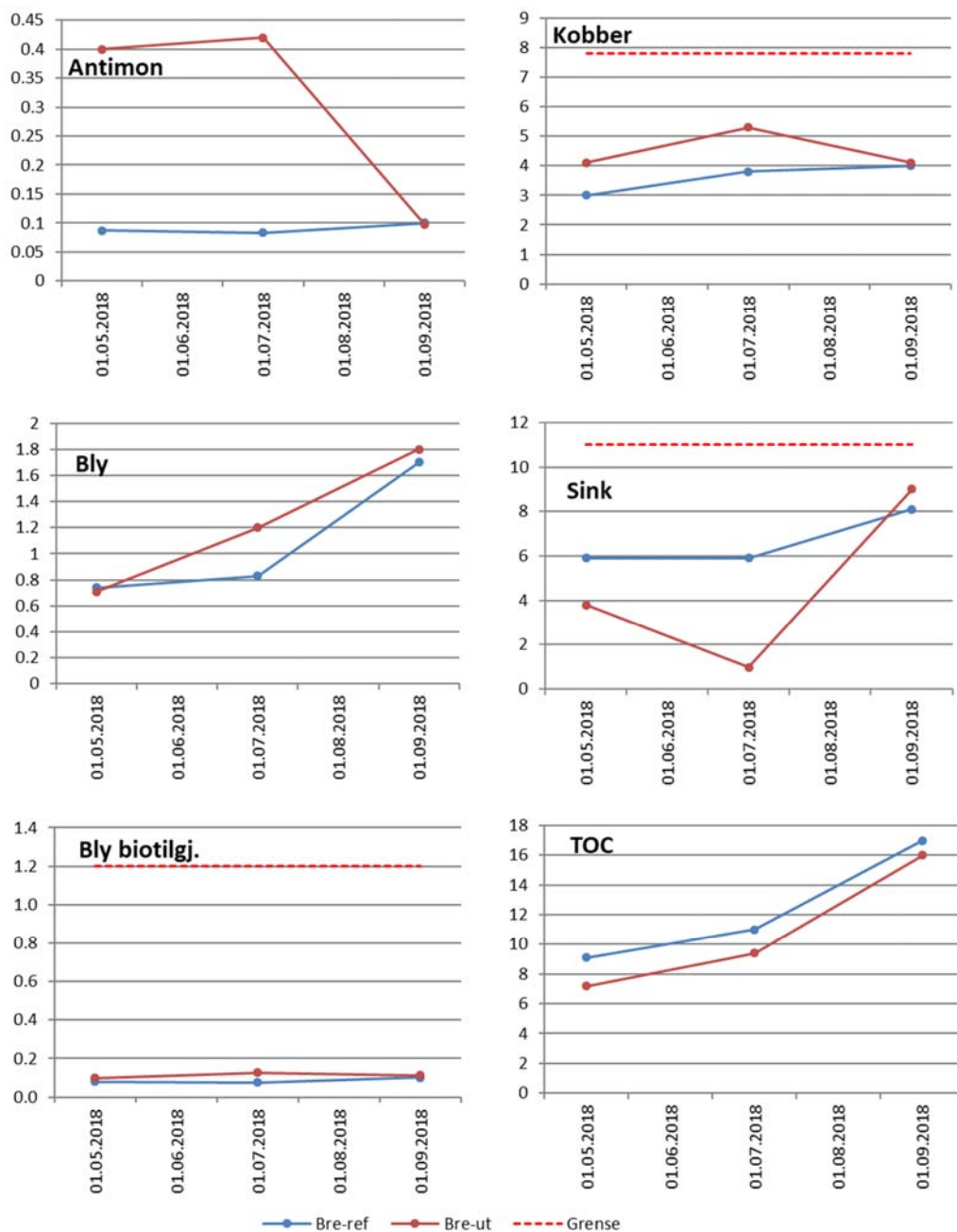
Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
Ref	Ikke definert	0,3	10,5
Ut	Ikke definert	0,4	14

Vannprøvene ble tatt den 25. mai, 5. juli og 3. september. Ved alle tre anledninger ble vannføringen bedømt som lavere enn normalt. Vannet var kalkfattig (kalsium 1,3-3,2 mg/l), moderat surt (pH 5,8-6,6) og humøst (TOC 7-17). Alle resultater er tabulert i Vedlegg B.

Det var liten forskjell på tungmetallkonsentrasjoner i punktene Referanse og Ut ved lav vannføring (Figur 39). Tungmetallkonsentrasjonen var noe høyere enn det man ville forvente i en helt upåvirket bekk. Det kan derfor være at referansepunktet bør flyttes noe lenger opp. Konsentrasjonene var likevel lavere enn grenseverdiene. Estimert utlekking av tungmetaller var lav: 0,2 kg bly, 1 kg kobber og 0,1 kg antimon. Overvåkingen bør fortsette i 2019 dersom det ikke iverksettes oppryddingstiltak.



Figur 38. Brettingen skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 39. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Brettingen 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.2.6 Vaterholmen

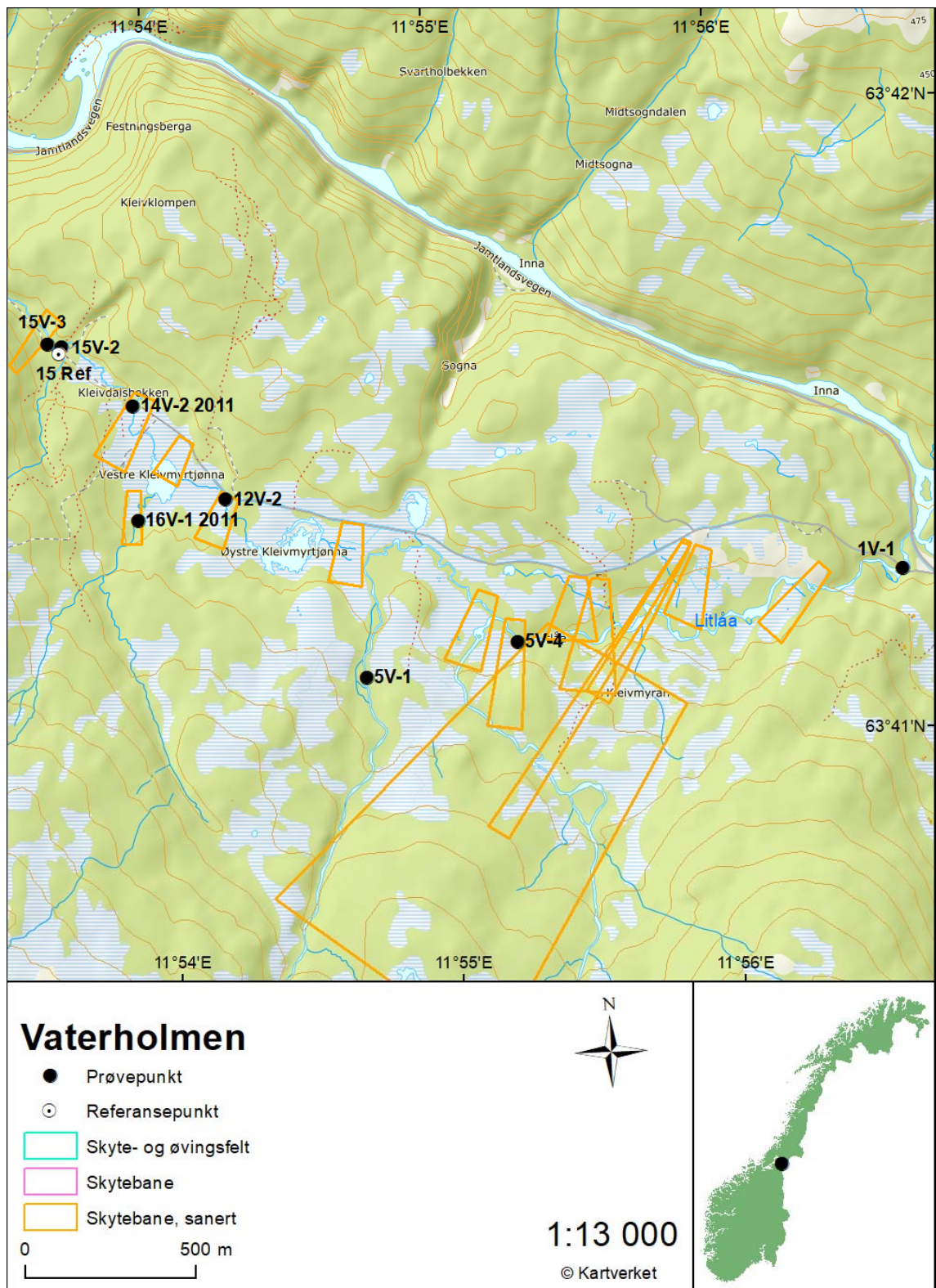
Vaterholmen SØF ligger i Verdal kommune. Feltet ble etablert i 1953 i tilknytning til Vaterholmen leir og har i hovedsak vært øvingsområde for Heimevernet. Feltet dekker et stort areal (ca. 30 000 dekar) og har blitt brukt til øving med håndvåpen, krumbanevåpen, flatbanevåpen, panservernvåpen og håndgranater. I alt 14 skytebaner, en håndgranatbane og et sprengningsfelt ble brukt fram til aktiviteten ble avsluttet i 1996 (Amundsen, 2011). Banene ligger i myrlendt terreng som dreneres til elva Inna gjennom Litlåa (øst) og Kleivdalsbekken (vest) (Figur 40). Punktene ble etablert av Bioforsk. Mer informasjon om punktene finnes i Tabell 15.

Tabell 15. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Vaterholmen.

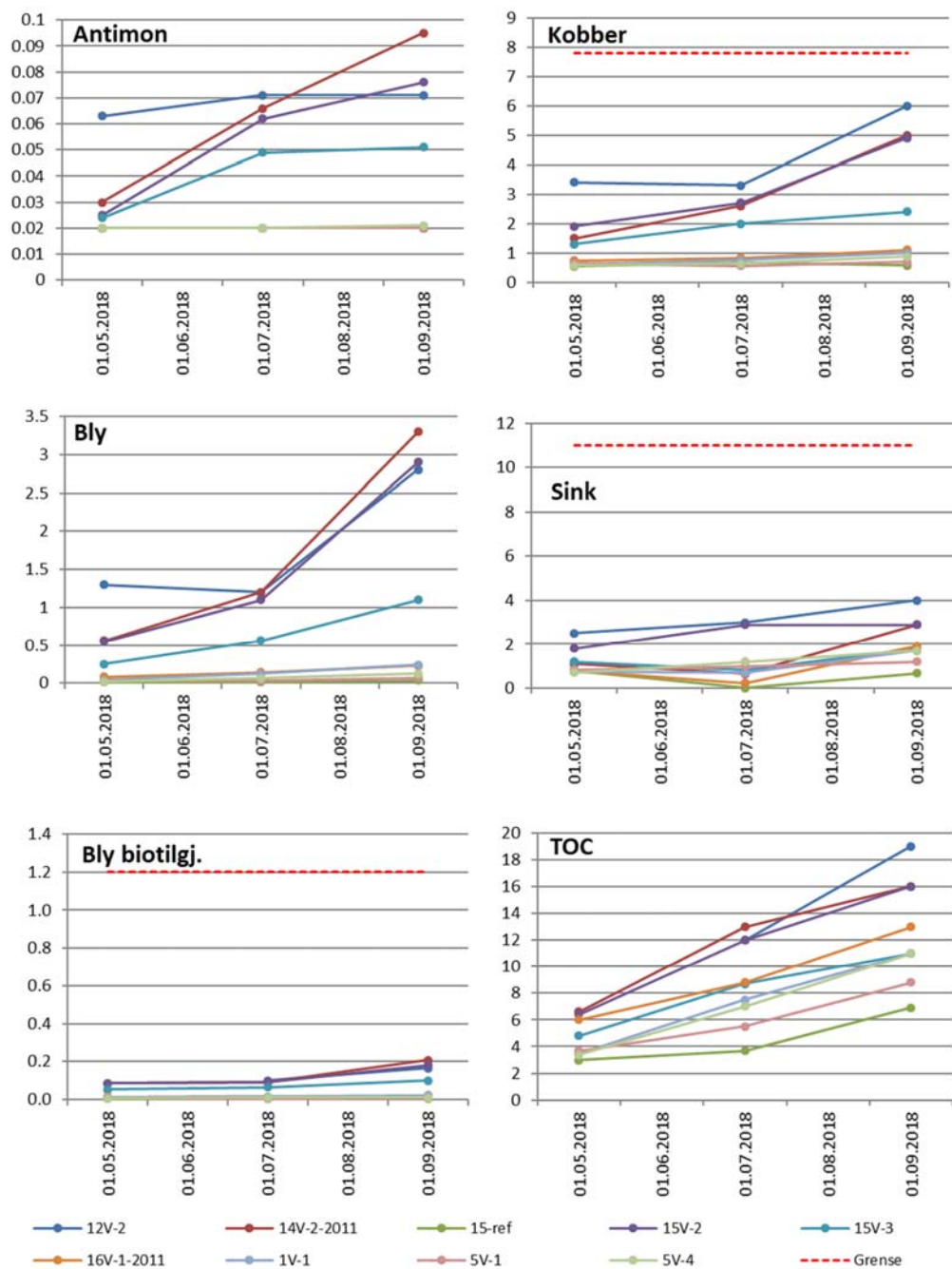
Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)	Område	Beskrivelse
1V-1	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	14,7	528	Østre del av skytefeltet (bane 1-10)	Ved bru over Litlåa. Samlet avrenning ut av feltet i øst
5V-1	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	5,8	215	Områder sør for skytefelt	I Kleivsteinbekken
5V-4	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	13,8	506	Områder sør for skytefelt + bane 9-11	I Kleivsteinbekken ved bane 9
12V-2	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	0,5	13	Midtre Kleivdalsvatn, bane 11-12	Bekk nedstrøms bane 12
14V-2 2011	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	2,4	67	Vestre Kleivdalsvatn	Bekk nedstrøms Vestre Kleivdalsvatn
15V-2	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	2,6	72	Områder ved bane 14 og 15	Bekk nedstrøms bane 15
15V-3	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	4,1	123	Vestre del av skytefeltet (bane 11-17)	Nedstrøms samløp Kleivsteinbekk og referansebekk. Samlet avrenning ut av feltet i vest
15 Ref	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	1,6	55	Områder sørvest for skytefelt	Referansebekk
16V-1 2011	127-30-R Tilløpsbekker til Inna	1,6	47	Områder sørvest for skytefelt	Bekk ved innløp til Vestre Kleivdalsvatn

Prøverundene ble gjennomført den 24. mai, 6. juli og 4. september. Vannføringen ble bedømt som lav ved de to første anledningene, og normal i den 4. september. Vannet var kalkfattig 0,4-2 mg/l, moderat surt (pH 4,9-6,6) og humøst (TOC 4-19 mg/l). Referansen (15-Ref) hadde noe mer kalsium, høyere pH og lavere TOC. Alle data er tabulert i Vedlegg B.

Tungmetallkonsentrasjonene var høyest i vestre deler av feltet (punkt 12V-2, 14V2-2011 og 15V-2) (Figur 41). I østre deler, hvor det er høyere vannføring gjennom punktene, var konsentrasjonene lavere. Det ble ikke påvist overskridelser av grenseverdier. Nivåene ser ikke ut til å ha endret seg siden undersøkelsene i 2010 og 2011 (Amundsen, 2012, 2011). Estimert utlekking av tungmetaller i vest i 2018 ble 2 kg bly, 5 kg kobber, 2 kg sink og 0,1 kg antimon. Estimert utlekking av tungmetaller i øst var: 1,6 kg bly, 7 kg kobber, 5 kg sink og 0,2 kg antimon. Undersøkelsene i 2010, 2011 og 2018 gir tilstrekkelig dokumentasjon av utlekkingen før eventuelle tiltak.



Figur 40. Vaterholmen skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket)



Figur 41. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly⁵ samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Vaterholmen 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

⁵ Kalsiumkonsentrasjonen var lavere enn 2 mg/l som er nedre grense modellen for beregning av biotilgjengelig bly er testet for.

3.2.7 Melbu/Haugtuva

Melbu/Haugtuva skytefelt ligger i Hadsel kommune i Nordland. Heimevernet har brukt feltet til skyting med håndvåpen fra 1950-tallet og fram til 2005 da forsvaret avsluttet sin aktivitet i området. To av de totalt 8 banene er fremdeles i bruk som sivile skytebaner. Et stort myrområde omgitt av slake åser med småvokst bjørkeskog ligger sentralt i feltet. Tiltak for å fjerne forurensede masser ble gjennomført høsten 2018 etter undersøkelsen som her er rapportert.

Feltet og prøvepunktene er vist i Figur 42 og Tabell 16. Vannet fra feltet renner sørover og samles i Melbuelva som renner ut i Hadsselfjorden ved Melbu. Punkt V32 er plassert i bekk med vann som antas å være upåvirket av militær aktivitet. Punkt V11 er plassert i bekk som mottar avrenning fra bane 8, 9 og 10. Bekken renner videre til punkt V29 hvor avrenning fra bane 3, 4, 5, 6 og 7 også har blitt blandet inn. Punkt V33 er plassert i bekk med avrenning fra bane 1 og 2. Punkt V28 er plassert i Melbuelva og representerer all avrenning ut av feltet. I 2015 ble i tillegg punktene V34 og V35 etablert, hvor sistnevnte er plassert omtrent på grensen til SØF. I tillegg ble det plassert ett punkt (V36) langt oppe i bekken (men nedstrøms stien) som renner inn i Melbuelva mellom V34 og V35.

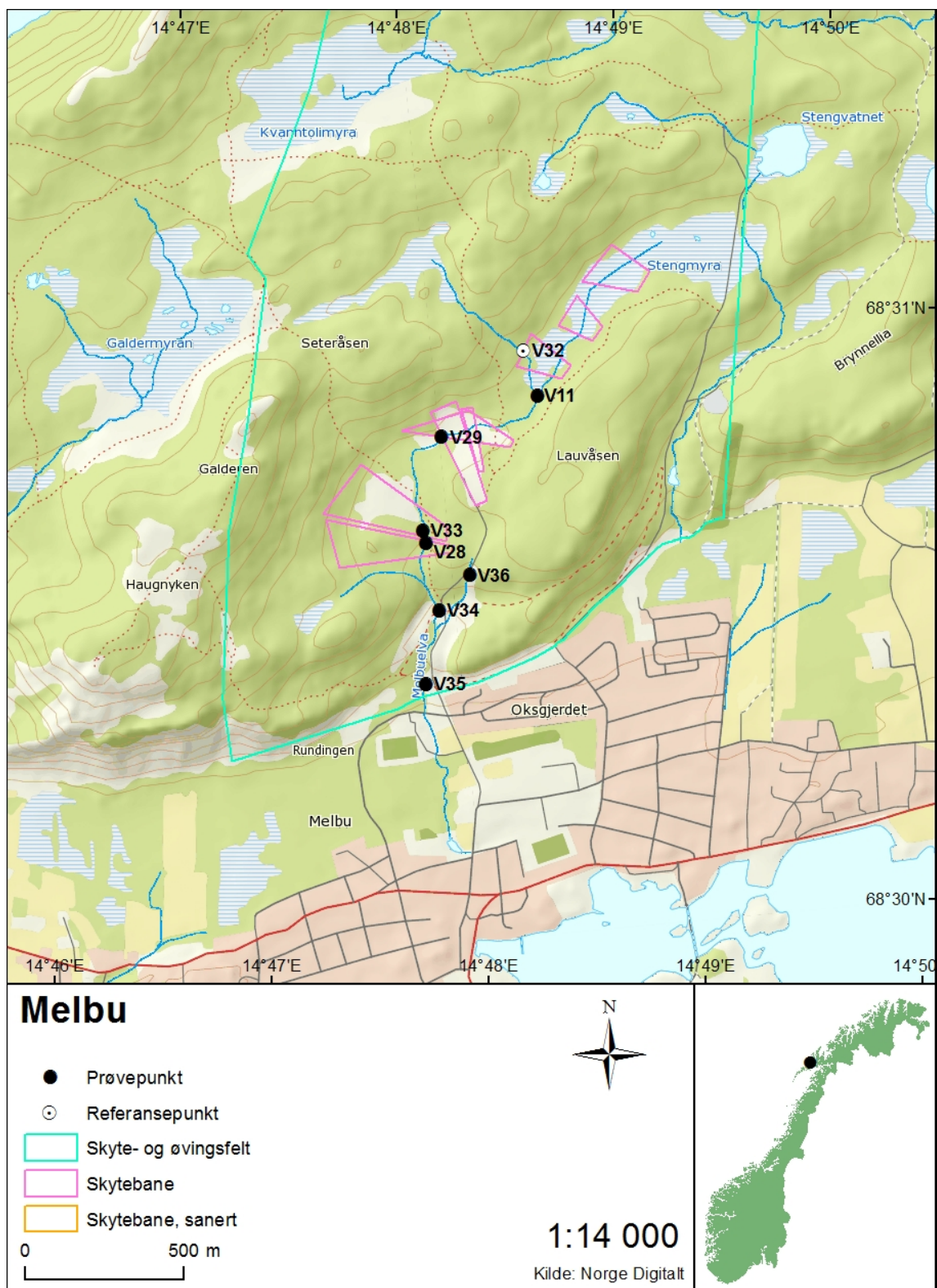
Tabell 16. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Melbu/Haugtuva.

Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
V32	184-14-R Hadseløya øst	0,5	28
V11	184-14-R Hadseløya øst	0,3	15
V29	184-14-R Hadseløya øst	1,1	59
V33	Ikke definert	0,15	8
V28	184-14-R Hadseløya øst	1,4	73
V36	Ikke definert	0,1	5
V34	184-13-R Melbu	1,6	84
V35	184-13-R Melbu	1,8	92

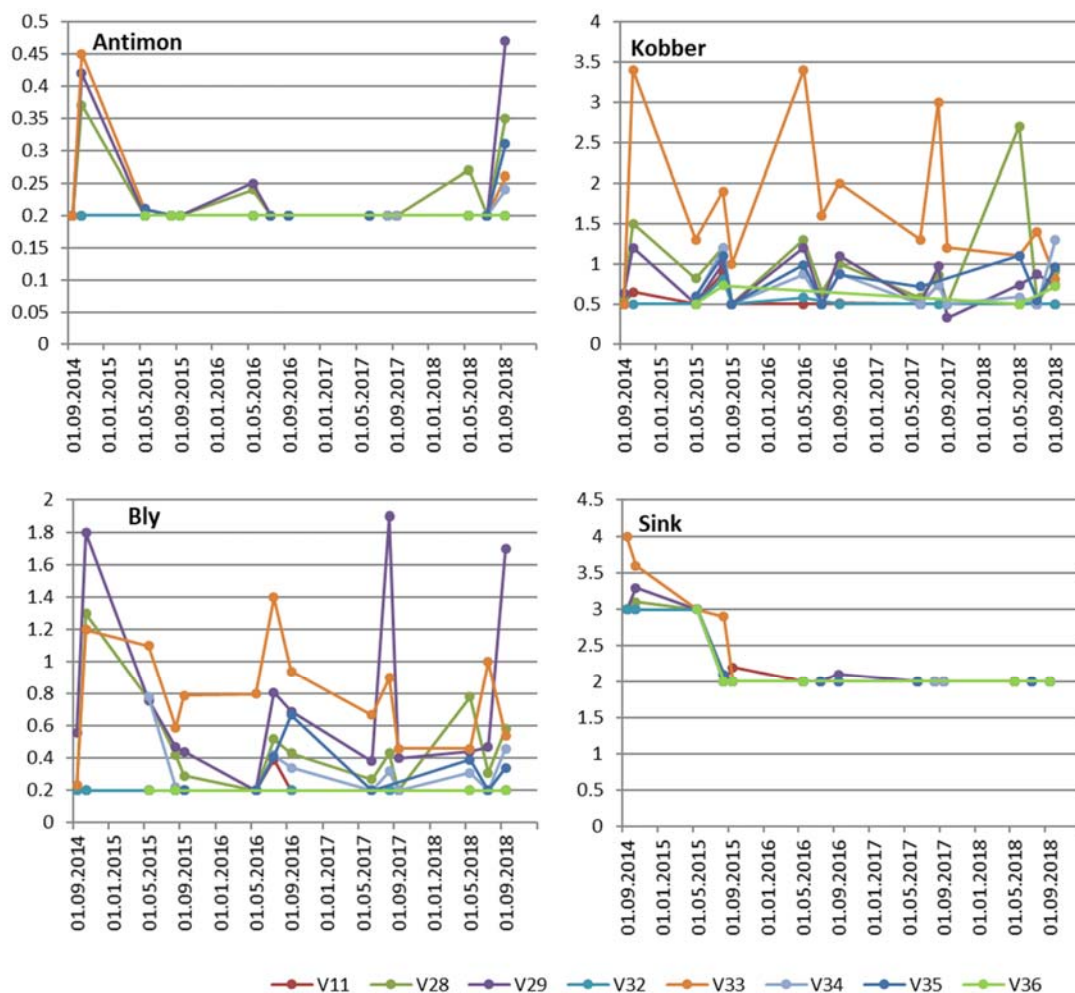
Prøvetakingsrundene ble gjennomført 12. mai og 13. juli. Den 12. mai var vannføringen fortsatt relativt høy pga. snøsmelting, og det var stedvis noe tele i bakken. Under julirunden ble vannføringen bedømt som normal. Høstrunden ble gjennomført av COWI i forkant av tiltaket. Vannet var kalkfattig (kalsium 0,7-5 mg/l), nesten pH-nøytralt (pH 6,2-7,4) og i de fleste prøver klart (TOC 1-8 mg/l). Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

Tungmetallnivået var høyest i punktene V28, V29 og V33 (Figur 43), men selv her var verdiene relativt lave sammenlignet med resultater omtalt i denne rapporten fra SØF i Trøndelag og sørover. Det har pleid å være små eller ingen forskjeller mellom bly- og kobberkonsentrasjonene ved V28 og punktene lenger ned (V34 og V35), men i vårprøven ble det målt noe høyere verdier i V28. Det har ikke blitt funnet klare tidstrender i tungmetallnivåer gjennom overvåkingsperioden.

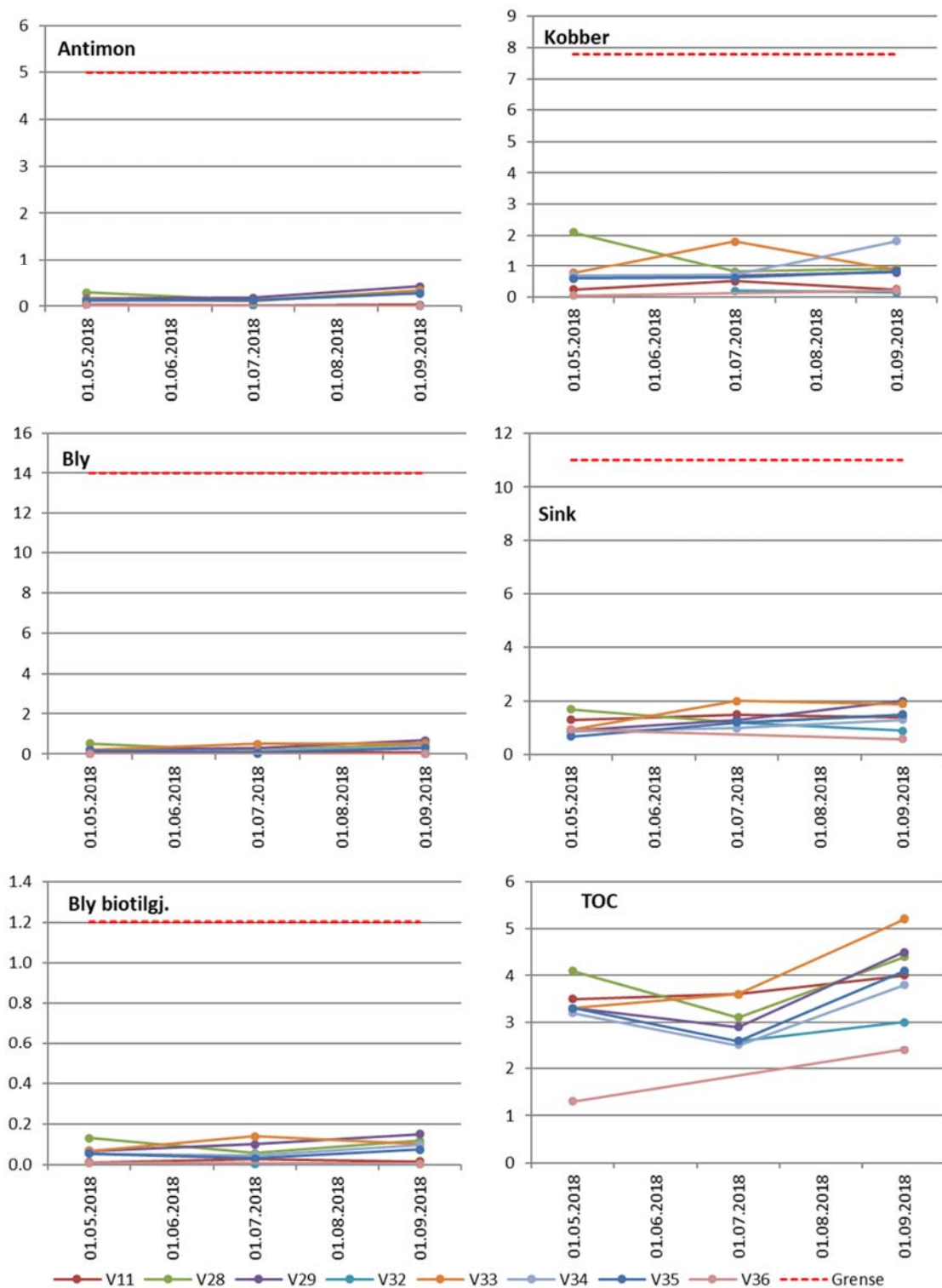
Tungmetallkonsentrasjonene var godt under grenseverdiene ved alle prøvetakingspunkter (Figur 44). Estimert utlekking av tungmetaller i 2018 var 0,8 kg bly, 3 kg kobber, 0,6 kg sink og 0,5 kg antimon. Overvåkingen bør fortsette for å dokumentere tilstanden etter oppryddingstiltak som ble gjennomført høsten 2018.



Figur 42. Melbu/Haugtuva skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 43. Totalkonsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i prøver fra Melbu/Haugtuva.



Figur 44. Konsentrasjon av tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Melbu/Haugtuva i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.2.8 Skarsteindalen

Skarsteindalen SØF ligger i Andøy kommune i Nordland. Det har blitt skutt med håndvåpen, panservernvåpen, 84 mm RFK og håndgranat i feltet. Mesteparten av skytingen har foregått i de myrlendte områdene i dalbunnen, men i dalsiden ved Trolltinden og Ørnhamran var det også baner for våpen som kan gi blindgjengere. Forsvaret trappet gradvis ned sin aktivitet fra 2003 og selve leiranlegget er nå solgt. I 2017 ble det utarbeidet tiltaksplan (Weholt, 2017) og tiltaket ble gjennomført sommeren/høsten 2018, på delområde 10 (F1), der forurensede masser ble fjernet fra kortholdsbanen. Denne banen er indikert ved Ørnhamran i kartet (Figur 45). Det ble ikke gjennomført tiltak i myrområdet da dette ikke var omsøkt. Miljødirektoratet har krevd ytterligere dokumentasjon på forurensningssituasjonen i myra.

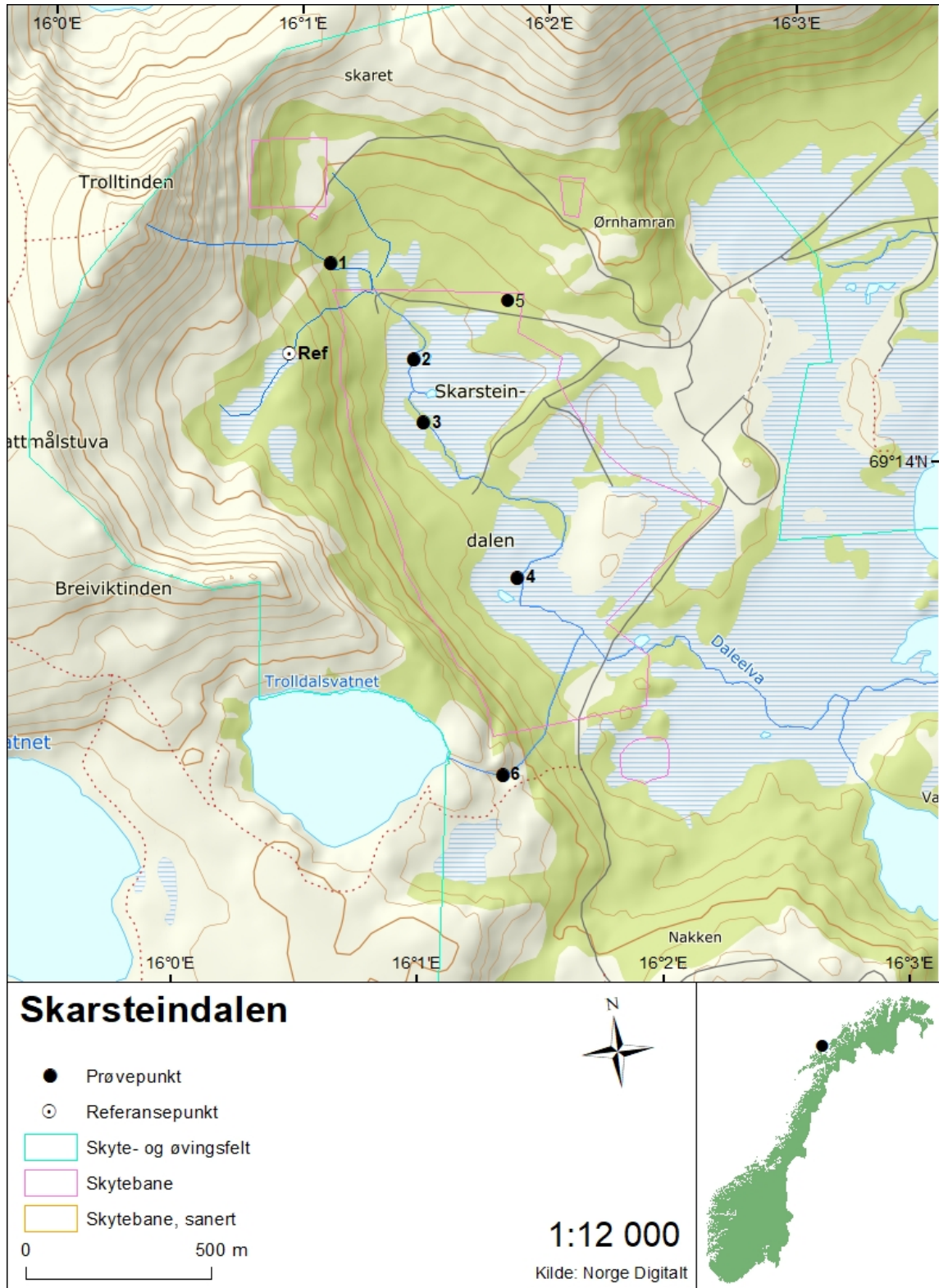
Feltet er dominert av en myr som ligger omtrent 30 moh. Myra er i tre himmelretninger omgitt av relativt bratte fjell på 2-400 meters høyde. Vannet drenerer sør-østover via Daleelva til Storvatnet. Punkt 1 er plassert i en liten bekk som drenerer målområdet i dalsiden under Trolltinden. Punkt 5 er plassert i sig som drenerer målområdet under Ørnhamran. Punktene 2, 3 og 4 er plassert i Daleelva, mens punkt 6 er plassert i utløpsbekken til Trolldalsvatnet. Mer informasjon om punktene er gitt i Tabell 17.

Tabell 17. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene i Skarsteindalen.

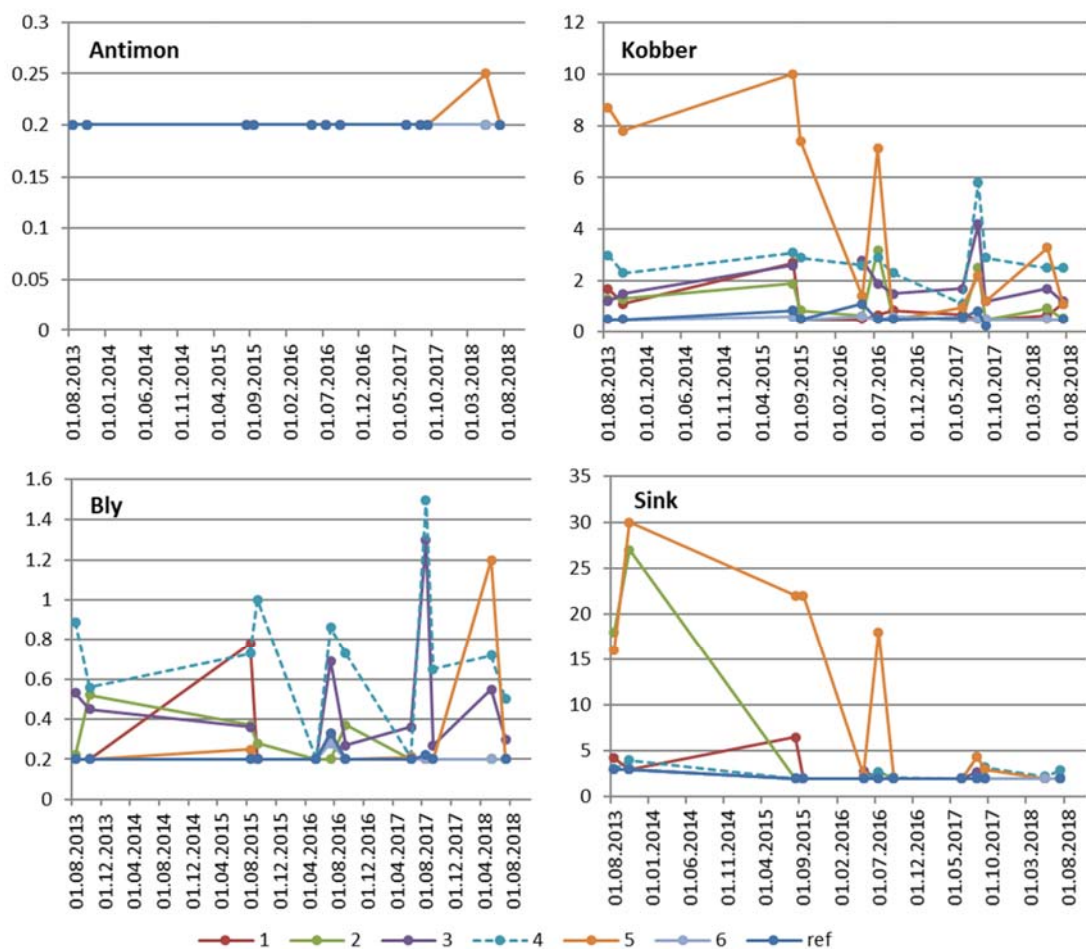
Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
Ref	Ikke definert	0,2	8
1	186-2-R Storelva	0,2	8
5	Ikke definert	0,05	2
2	186-2-R Storelva	1	36
3	186-2-R Storelva	1,5	60
4	186-2-R Storelva	2,2	83
6	186-2-R Storelva	0,5	20

Prøvetakingsrundene ble gjennomført 14. mai og 16. juli. Under første runde var vannføringen høy pga. snøsmelting. Under andre runde var det derimot relativt lav vannføring. Vannets pH lå rundt 7,0 og var kalkfattig-moderat kalkrikt (kalsium 2,4 – 9,4 mg/l) med vårprøvene i lavere ende av verdipennet. Konsentrasjonen av TOC var rundt 0,6-7 mg/l, dvs. klart sammenlignet med mange andre SØF. Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

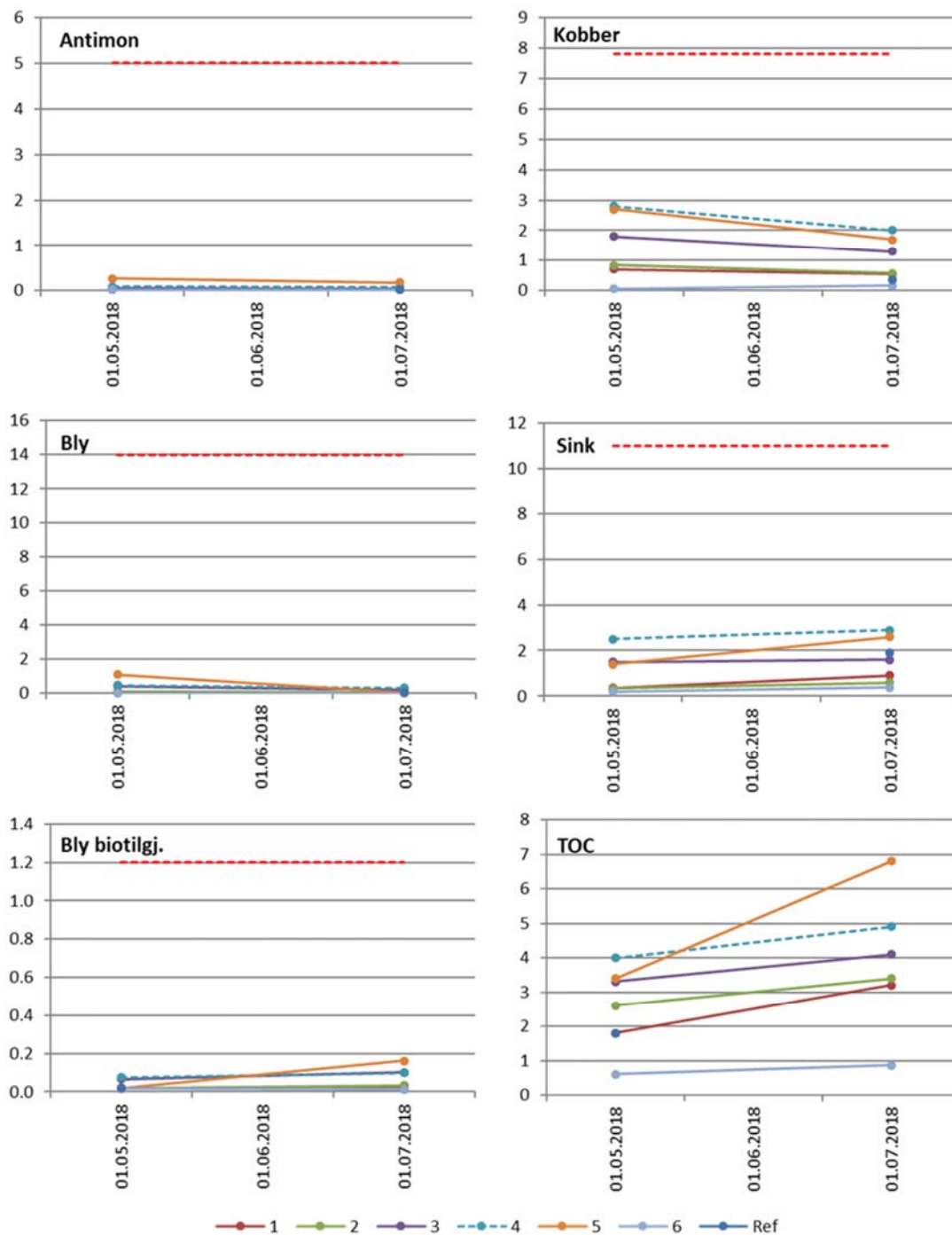
Tungmetallnivået var høyest i punktene 3, 4 og 5 (Figur 46 og Figur 47). Det har ikke blitt funnet klare tidstrender i tungmetallnivåer gjennom overvåkingsperioden. Tungmetallkonsentrasjonene var under grenseverdiene ved alle prøvetakingspunkter (Figur 47). Estimert utlekking av tungmetaller i 2018 var 1 kg bly, 5 kg kobber, 2 kg sink og 0,2 kg antimon. Overvåkingen bør fortsette for å dokumentere tilstanden etter oppryddingstiltak som ble gjennomført høsten 2018.



Figur 45. Skarsteindalen skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 46. Totalkonsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i prøver fra Skarsteindalen.



Figur 47. Konsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Skarsteindalen i 2018. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.2.9 Nyborgmoen

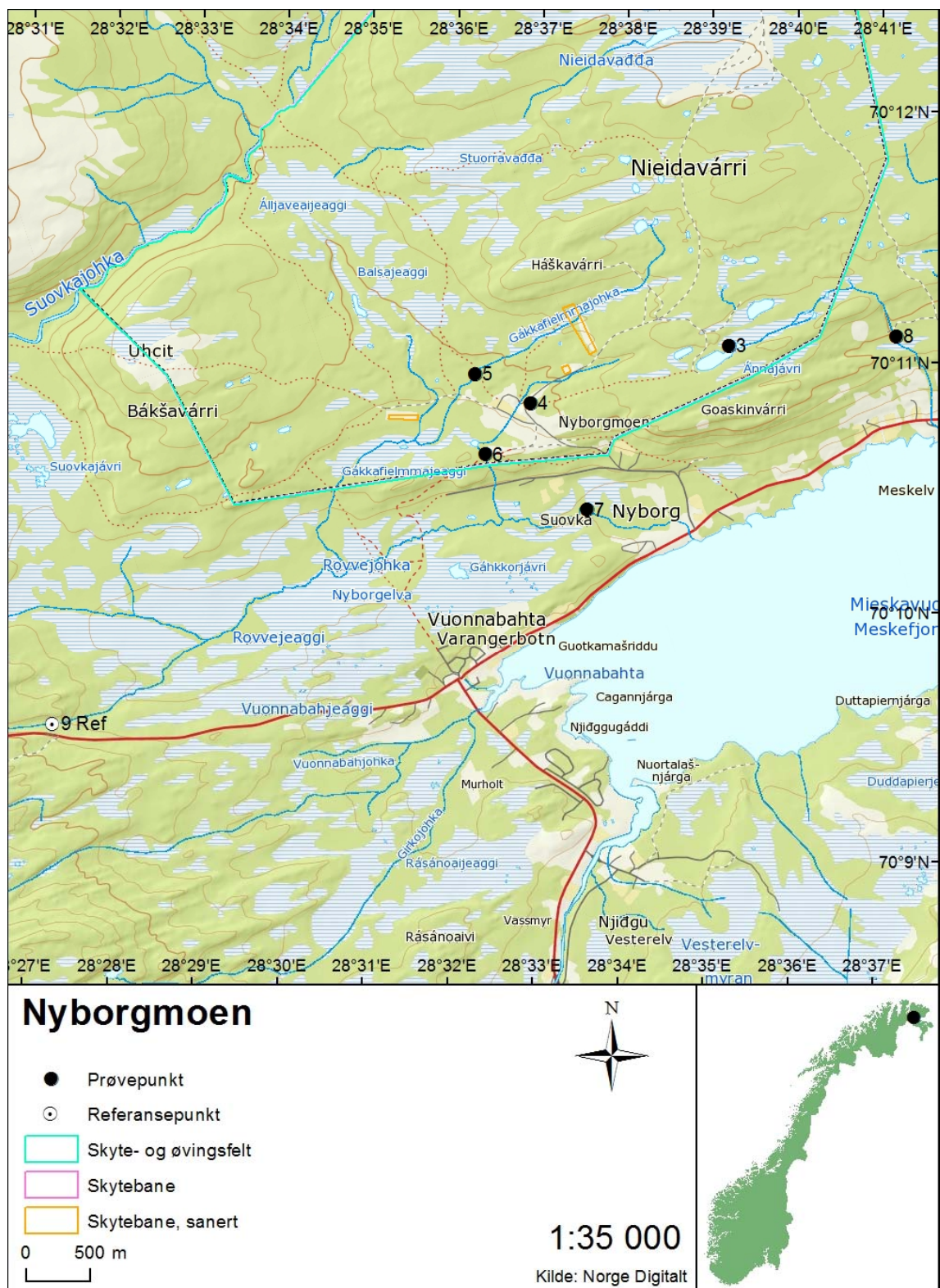
Nyborgmoen SØF i Nesseby kommune har vært i bruk siden slutten av 1800-tallet. I feltet har det sannsynligvis vært øvd med de fleste våpentyper infanteriet har vært oppsatt med, inkludert håndvåpen, 84 mm kanon, antitankvåpen og bombekaster. Feltet er stort (21 000 dekar), og landskapet preget av småvokst bjørkeskog og myr. Prøvetakingspunktene ble valgt ut basert på en tilstandsvurdering i forbindelse med utrangering (Forsvarsbygg, 2005b) og befarings i mai 2016. To bekker drenerer sørvestover gjennom et område med skytebaner og deponi (Figur 48, Tabell 18). I disse bekkene ble punktene 4, 5 og 6 (nedstrøms deponitjern) plassert. I tillegg ble punkt 7 og et referansepunkt (9 Ref) plassert i Nyborgelva hhv. nedstrøms og oppstrøms samløp med nevnte to bekker. Punktene 3 og 8 er plassert i et vassdrag som renner øst- og sørover og drenerer en skytebane (bane 8) og en M72-bane. Lenger opp i feltet finnes det håndgranatbane og antatt målområde for bombekaster, men pga. lang adkomst, mangel på overflateavrenning og antatt liten fare for forurensning ble det ikke plassert punkter i tilknytning til disse.

Tabell 18. Estimert nedbørfeltareal, middelvannføring og tilhørende vannforekomst definert på nettstedet Vann-nett for punktene på Nyborgmoen.

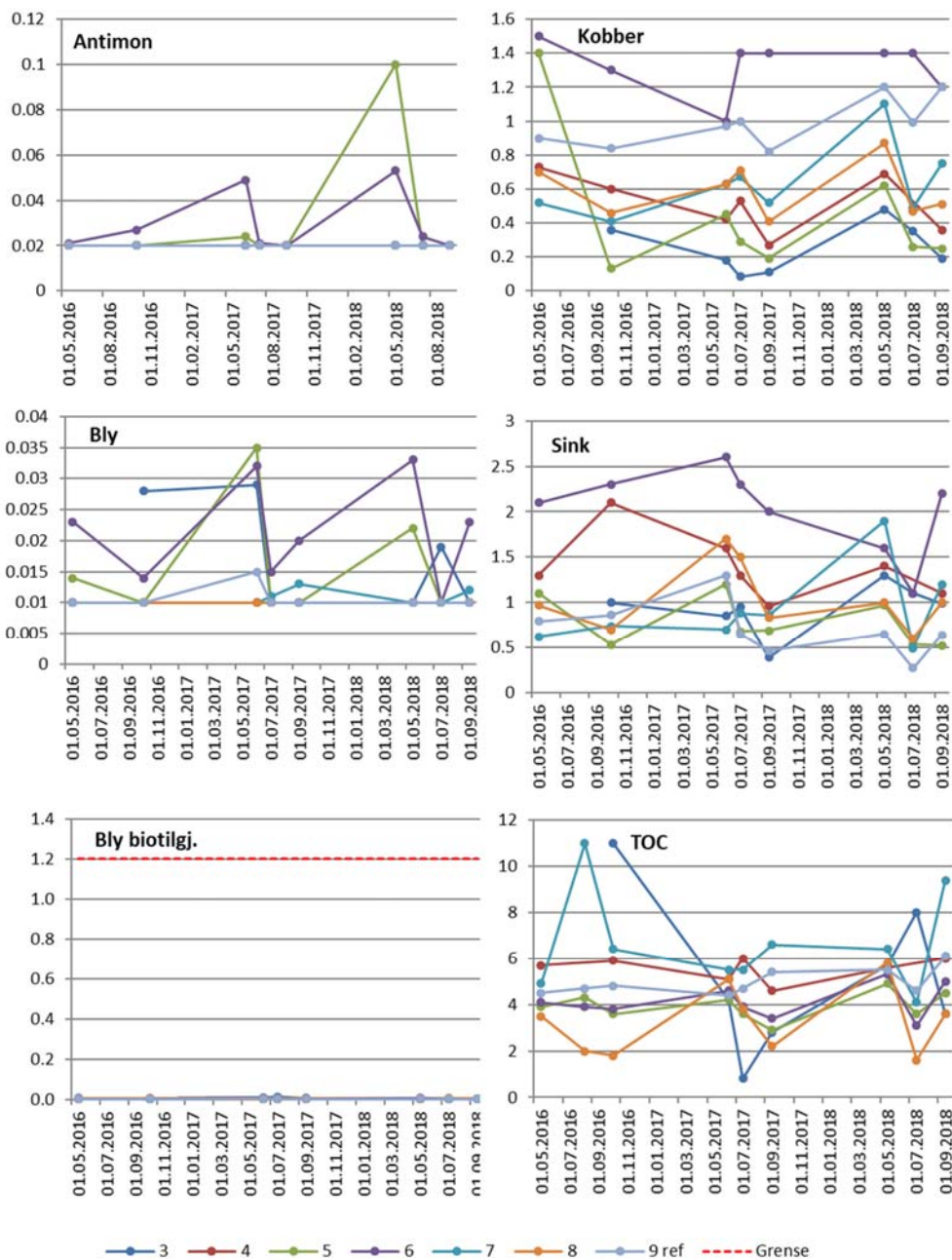
Punkt	Vannforekomst	Nedbørfeltareal (km ²)	Middelvannføring 61-90 (l/s)
3	241-63-R Andevatnet - Ánnájávri bekkfelt	0,1	1
4	241-6-R Nyborgbekken	0,5	5
5	241-62-R Rovvejohka bekkfelt	1,4	15
6	241-6-R Nyborgbekken	0,9	9
7	241-6-R Nyborgbekken	29,5	316
8	241-63-R Andevatnet - Ánnájávri bekkfelt	1,4	15
9 Ref	241-60-R Rovvejohka	10,1	123

Prøvetakingsrundene i 2018 ble gjennomført 18. mai, 20. juli og 24. september. Den 18. mai var det relativt høy vannføring ved de fleste punkter pga. snøsmelting. Ved de to andre anledningene ble vannføringen bedømt som normal. Vannet var moderat kalkrikt, med kalsium mellom 3 og 14 mg/l og pH i overkant av 7,0. Konsentrasjonen av TOC var i de fleste tilfeller mellom 2-6 mg/l. Alle enkeltresultater fra 2018 er tabulert i Vedlegg B.

Tungmetallkonsentrasjonene var lave i alle prøvene noe som indikerer liten utlekking av metaller (Figur 49). Det eneste punktet som hadde gjennomgående høyere konsentrasjoner enn referansen (9 Ref) var punkt 6. Nivåene var langt under grenseverdiene, og det har de vært de tre årene overvåkingen har vart. Estimert utlekking av tungmetaller i 2018 var 1 kg kobber og 1 kg sink. Utlekking av bly og antimon var svært lav (< 50 g). Tilstanden før eventuelle tiltak anses som tilstrekkelig dokumentert og videre overvåking av avrenning i feltet kan bero til det skal gjennomføres oppryddingstiltak.



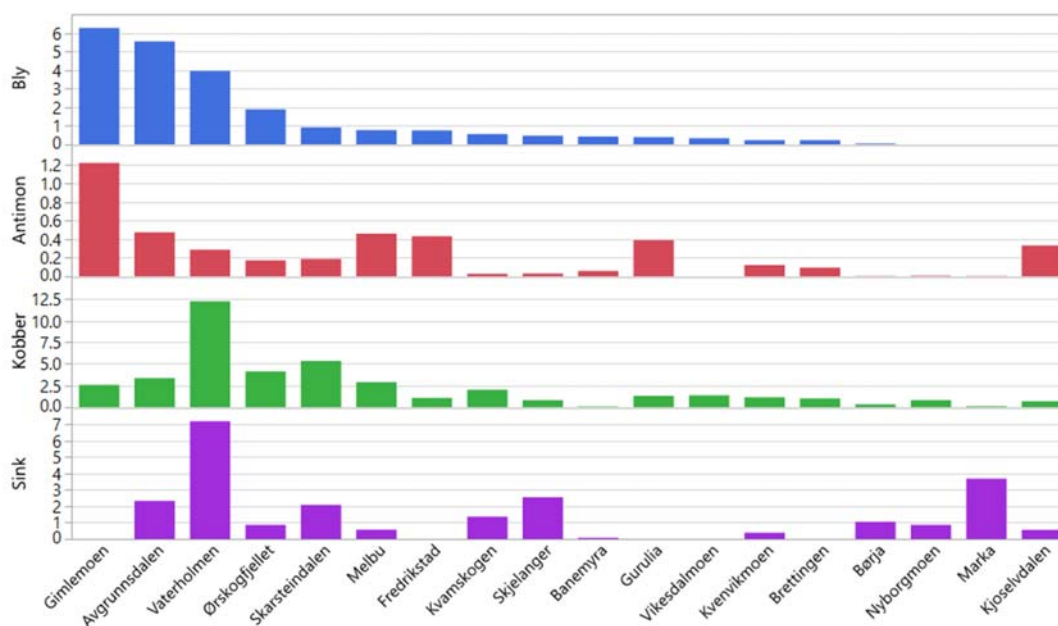
Figur 48. Nyborgmoen skyte- og øvingsfelt med punkter prøvetatt i 2018 (©Kartverket).



Figur 49. Konsentrasjon av tungmetaller (µg/l) i filtrerte prøver, beregnet konsentrasjon av biotilgjengelig bly samt totalkonsentrasjon av organisk karbon (mg/l) i prøver fra Nyborgmoen. De horisontale stiplede linjene indikerer grenseverdiene som er definert i Tabell 1.

3.3 Utlekking av tungmetaller

Det ble som beskrevet i innledningen, gjort forsøk på å beregne massetransport av tungmetaller som kan tilskrives bruken av feltene. I praksis har denne øvelsen bestått i å multiplisere gjennomsnittlig årsavrenning med omtrentlig størrelse på nedbørfelt og målte konsentrasjoner i tre enkeltprøver korrigert for referansenivå. Resultatene er vist i Figur 50. Det må bemerkes at massetransporten trolig er underestimert fordi de tre årlige prøvetakingsrundene har lav sannsynlighet for å sammenfalle med episodene med høyest vannføring, som ofte er forbundet med relativt høye konsentrasjoner (Heier et al., 2010, 2009; Strømseng et al., 2009). Verdiene bør derfor bare brukes som en pekepinn på hvor store utslippene er, og til intern rangering av feltene.



Figur 50. Estimert utlekking av tungmetaller i 2018 (i kg/år) som følge av skyte- og øvingsaktivitet i de ulike feltene

Totalt blir estimert utlekking 23 kg bly, 4 kg antimon, 41 kg kobber og 24 kg sink fra de 18 feltene som er beskrevet i denne rapporten.

4 Diskusjon

Overvåkingen i 2018 har bestått av to-tre runder med innhenting av vannprøver for bestemmelse av pH, TOC, turbiditet, kalsium og tungmetaller. Det er tungmetallkonsentrasjonene i rennende vann, og hvordan disse har blitt påvirket av militær aktivitet i nedbørfeltet, som er vektlagt. Høye konsentrasjoner i eller ut av SØF sammenlignet med ved referansepunkter indikerer forurensningsgrad, hvor raskt prosjektilene korroderer, samt mobiliteten til tungmetallene i nedbørfeltet. Forholdet styres av en rekke faktorer: mengden av prosjektiler som er deponert, prosjektilenes størrelse og sammensetning, nedbørmengder, hvilke veier vannet tar gjennom jordsmonnet, samt egenskaper ved jordsmonnet og den vandige løsningen (Clausen et al., 2011; Knechtenhofer et al., 2003; Langmuir, 1997). Små prosjektilfragmenter, surt vann og mye løst organisk karbon kan gi høye konsentrasjoner av kobber, bly og sink i vannet. Det samme kan skje når det er mye suspenderte partikler i vannet, f.eks. som følge av høy vannføring eller gravearbeid i nedbørfeltet. Antimon kan oppføre seg annerledes fordi det i motsetning til kobber, sink og bly går i løsning som anion (Ackermann et al., 2009; Heier et al., 2004). Flere studier bl.a. i Norge har vist at episoder med høy vannføring kan medføre økte tungmetallkonsentrasjoner (Heier et al., 2010, 2009; Strømseng et al., 2009).

Det er altså mange forhold som kan påvirke avrenningen av tungmetaller fra de ulike feltene som er omtalt i denne rapporten. To fellestrekk ved feltene med høye konsentrasjoner i avrenningen (Avgrunnsdalen, Ørskogfjellet, Gimlemoen) var høy TOC, lav pH og kalsiumkonsentrasjon. En forklaring på dette er at lav pH og høy TOC øker korrosjonsraten til prosjektilene og mobiliteten til bly, kobber og sink.

Beregnet totalutslipp av kobber fra alle SØF som ble undersøkt i 2018 var cirka 24 kg. Dette er en relativt liten mengde. Til sammenligning har Raubekken, som er påvirket av gruveavrenning fra Løkken, årlig ført 10-30 tonn kobber ut i Orkla (Iversen, 2009). Utslippene av sink fra SØF er også relativt små sammenlignet med andre kilder. Beregnet utslipp av bly er av større interesse i så måte. Samlet beregnet utslipp fra de 18 feltene var 23 kg bly. Årslig norsk utslipp av bly til ferskvann fra industri og kloakk blitt estimert til rundt 500 kg (Berg et al., 2003). Skytebaner er dermed en betydelig kilde til bly når man sammenligner med annen menneskeskapt blyforurensning av vann. Norske utslipp av antimon er ikke kjent, men i Sverige har utslipp til vann fra renseanlegg blitt estimert til 800 kg (Sternbeck et al., 2002).

5 Konklusjon

- Ved Gimlemoen, Gurulia og Kjoselvdalen er det indikasjoner på at gjennomførte oppryddingstiltak har gitt lavere tungmetallkonsentrasjoner i avrenningen, men det påvises fortsatt relativt høye nivåer internt i feltene. Overvåkingen av disse feltene bør fortsette i 2019.
- Også ved Banemyra har oppryddingstiltaket hatt god effekt på utlekking av metaller, og dette er dokumentert gjennom tre år med overvåking. De siste to årene har tungmetallkonsentrasjonene vært lavere enn miljøkvalitetsstandardene, også i de små bekkene internt i feltet. Overvåkingen av dette feltet kan avsluttes.
- Ved Ørskogfjellet, Fredrikstad og Kvenvikmoen bør effekten av gjennomførte oppryddingstiltak undersøkes nærmere. Det anbefales å videreføre overvåkingen i 2019.
- Det finnes ingen vannprøvepunkter som er egnet for å dokumentere effekter av aktiviteten som har foregått ved Marka SØF. Overvåkingen her kan avsluttes.
- Det lekker fortsatt en relativt stor mengde tungmetaller fra Avgrunnsdalen i forhold til utlekkingen fra de fleste andre feltene som er beskrevet her. Situasjonen er dokumentert gjennom mange års overvåking av avrenning. Det forventes lavere utlekking når vegetasjonen i myra er fullstendig reetablert, men foreløpig er det ingen trend.
- Ved Melbu og i Skarsteindalen ble det gjennomført oppryddingstiltak i 2018. Effekten av disse bør følges opp i 2019.
- Ved Skjelanger og Brettingen ble det startet vannovervåking i 2018. Det bør gjennomføres flere vannprøverunder for å styrke datagrunnlaget for disse feltene.
- Det anses derimot ikke nødvendig med videre overvåking av Børja, Kvamskogen, Vaterholmen, Nyborgmoen og Vikesdalmoen før det eventuelt skal gjennomføres tiltak.

6 Litteratur

- Aaneby, J., Johnsen, I.V., Mariussen, E., 2018. Sammenlikning av metoder for å måle og modellere biotilgjengelighet av metaller i avrenningsvann fra skyte- og øvingsfelt. FFI-rapport. 18/02167.
- Abel, K., 2016. Kartlegging av biologisk mangfold på Brettingen skyte- og øvingsfelt, Rissa kommune. BioFokus-rapport 2016–18.
- Ackermann, S., Gieré, R., Newville, M., Majzlan, J., 2009. Antimony sinks in the weathering crust of bullets from Swiss shooting ranges. *Sci. Total Environ.* 407, 1669–1682.
- Amundsen, C.E., 2012. Vannovervåking ved nedlagte skyte- og øvingsfelt 2011. Forsvarsbygg rapport SE 2012/08 SE 2012/08.
- Amundsen, C.E., 2011. Vannovervåking ved nedlagte skyte- og øvingsfelt 2010. Bioforsk-rapport 169/2010.
- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., Aanes, K.J., 1997. Veiledning 97:04. TA-1468/1997. Statens forurensningstilsyn (SFT).
- Berg, T., Fjeld, E., Skjelkvåle, B.L., Steinnes, E., 2003. Relativ betydning av nasjonale metallutslipp i forhold til avsetning fra atmosfærisk langtransport og naturlige kilder. SFT-rapport TA-1950/2003 TA-1950/2003.
- Clausen, J.L., Bostick, B., Korte, N., 2011. Migration of Lead in Surface Water, Pore Water, and Groundwater With a Focus on Firing Ranges. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 41, 1397–1448.
- COWI, 2015. Skytebaner, Gansrød- og Pernesområdet, Fredrikstad kommune. Miljøteknisk grunnundersøkelse og tiltaksplan. Forsvarsbygg Skifte rapport FBSE-2015/10.
- COWI, 2013a. Gimlemoen SØF 2012 – miljøkartlegging og risikovurdering Pistolbanen. Forsvarsbygg Skifte rapport FBSE-2013/20.
- COWI, 2013b. Gimlemoen SØF – miljøkartlegging og risikovurdering leirduebanen. Forsvarsbygg Skifte rapport FBSE-2013/19.
- COWI, 2013c. Gimlemoen SØF 2012 – miljøkartlegging og risikovurdering Kyrtjøn. Forsvarsbygg Skifte rapport FBSE-2013/21.
- COWI, 2012. Kjoselvdal skytebane, Tromsø kommune. Miljøteknisk grunnundersøkelse. Forsvarsbygg Skifte rapport FBSE-2011/24.
- European Commission, 2014. Technical guidance to implement bioavailability-based environmental quality standards for metals.
- European Commission, 2011. Lead and its Compounds. EQS sheet.
- Forsvarsbygg, 2011a. Kjoselvdal skytebane - Tilstandsvurdering i forbindelse med utrangering. Faktaark 190201.
- Forsvarsbygg, 2011b. Vikesdalmoen skyte- og øvingsfelt. Tilstandsvurdering i forbindelse med utrangering. Faktaark 111456.
- Forsvarsbygg, 2006. 162403 Brettingen skyte- og øvingsfelt. Tilstandsvurdering i forbindelse med utrangering.
- Forsvarsbygg, 2005a. Børja skyte- og øvingsfelt - Tilstandsvurdering i forbindelse med utrangering. Faktaark.
- Forsvarsbygg, 2005b. Nyborgmoen skyte- og øvingsfelt - Tilstandsvurdering i forbindelse med utrangering. Faktaark.
- Garmo, Ø.A., 2018. Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og øvingsfelt - Årsrapport for 2017. NIVA-rapport 7233–2018.
- Garmo, Ø.A., 2017. Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og øvingsfelt - Årsrapport for 2016. NIVA-rapport 7153–2017.

- Garmo, Ø.A., 2016. Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og øvingsfelt - Årsrapport for 2015. NIVA-rapport 6948-2016.
- Garmo, Ø.A., 2015. Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og øvingsfelt - Årsrapport for 2014. NIVA-rapport 6786-2015.
- Garmo, Ø.A., Hertel-Aas, T., Rannekleiv, S.B., Meland, S., 2015. Vurdering av biotilgjengelighetsmodeller som verktøy for karakterisering av resipienters sårbarhet for metallforurensing fra veg. *Vann* 3, 278-290.
- Gjemlestad, L.J., Haaland, S., 2014. Vannovervåking ved nedlagte skyte- og øvingsfelt 2013. *Bioforsk-rapport* 9(72).
- Gjemlestad, L.J., Haaland, S., 2013. Vannovervåking ved nedlagte skyte- og øvingsfelt 2012. *Bioforsk-rapport* 8(23).
- Heier, L.S., Lien, I.B., Strømseng, A.E., Ljønes, M., Rosseland, B.O., Tollefsen, K.-E., Salbu, B., 2009. Speciation of lead, copper, zinc and antimony in water draining a shooting range--Time dependant metal accumulation and biomarker responses in brown trout (*Salmo trutta* L.). *Sci. Total Environ.* 407, 4047-4055.
- Heier, L.S., Meland, S., Ljønes, M., Salbu, B., Strømseng, A.E., 2010. Short-term temporal variations in speciation of Pb, Cu, Zn and Sb in a shooting range runoff stream. *Sci. Total Environ.* 408, 2409-2417.
- Heier, L.S., Strømseng, A.E., Ljønes, M., 2004. Analyse og vurdering av ulike tilstandsformer til tungmetaller i avrenningsbekker fra skytebaner. FFI-rapport FFI-V/813/138.2.
- Iversen, E.R., 2009. Kontroll av massebalanse i Løkken gruveområde, Meldal kommune. Undersøkelser i perioden 1.9. 2007 - 31.08. 2008. NIVA-rapport OR-5855.
- Kleppland, J.T., 2017. Naturfaglig undersøkelse av skytefelt innenfor Skjellanger fort, Meland kommune. *BioFokus-rapport* 2017-23.
- Knechtenhofer, L.A., Xifra, I.O., Scheinost, A.C., Flühler, H., Kretzschmar, R., 2003. Fate of heavy metals in a strongly acidic shooting-range soil: small-scale metal distribution and its relation to preferential water flow. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166, 84-92.
- Langmuir, D., 1997. *Aqueous Environmental Geochemistry*, 1st ed. Prentice Hall.
- Nordal, O., 2007a. Avgrunnsdalen skyte- og øvingsfelt, Del 1 Miljøutredning. Asplan Viak-rapport Nordal, O., 2007b. Børja skyte- og øvingsfelt, Del 1 Miljøutredning. Asplan Viak.
- Rognerud, S., 2005. Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 14 års overvåking. NIVA-rapport 4944-2005.
- Skifte Eiendom, 2011. Faktaark 125604 - Skjelanger fort skyte- og øvingsfelt - Tilstandsvurdering i forbindelse med utrangering.
- Skjelkvåle, B.L., Steinnes, E., Rognerud, S., Fjeld, E., Berg, T., Røyset, O., 2006. Trace metals in Norwegian surface waters, soils, and lake sediments - relation to atmospheric deposition. NIVA-rapport 5222-2006.
- Sternbeck, J., Palm, A., Kaj, L., 2002. Antimon i Sverige - användning, spridning och miljöpåverkan BI1473. IVL Svenska Miljöinstitutet AB.
- Strømseng, A.E., Ljønes, M., 2002. Miljøkartlegging av åtte skytebaner - Vurdering av potensialet for mobilisering av tungmetaller. FFI-rapport 2002/03877.
- Strømseng, A.E., Ljønes, M., Bakka, L., Mariussen, E., 2009. Episodic discharge of lead, copper and antimony from a Norwegian small arm shooting range. *J. Environ. Monit.* 11, 1259-1267.
- Swedish Chemicals Agency, 2008. European Union Risk Assessment Report - Diantimony trioxide.
- Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratetsgruppe for gjennomføringen av vandirektivet.
- Weholt, Ø., 2017. SØF Fase II-Skarsteindalen, Andøy kommune, miljø-teknisk kartlegging, risikovurdering og tiltaksplan. Forsvarsbygg-rapport FBSE-2017/09.

- Weholt, Ø., 2013a. Avgrunnsdalen skyte- og øvingsfelt. Tiltaksplan med risikovurderinger. FBSE-rapport 2012/02.
- Weholt, Ø., 2013b. Tiltaksplan med risikovurderinger Gurulia og Bue-Nebb SØF. COWI-rapport A012660.
- Weholt, Ø., 2012. Skytebaner, Gansrød, Fredrikstad kommune. Miljøteknisk grunnundersøkelse. COWI-rapport A019002.
- Weholt, Ø., 2010. Gansrød skytefelt. 200 meter bane og kortholdsbane. Fredrikstad kommune. Sluttrapport. COWI-rapport 128762.
- Weholt, Ø., 2009. Gansrød skytefelt, 200 meter bane. Fredrikstad kommune. COWI-rapport 128762.

Vedlegg A.

Tabell A. Analysemetoder oppgitt av Eurofins med tilhørende kvantifiseringsgrenser og usikkerhet.

Analyse	Kvantifiseringsgrense	Usikkerhet (%)	Metode
pH målt ved 23 +/- 2°C	1		NS-EN ISO 10523
Konduktivitet ved 25°C (målt ved 23 +/- 2°C)	0,1 mS/m	10	NS-EN ISO 7888
Turbiditet 0.82 FNU 0.1 30%	0,1 FNU	30	NS-EN ISO 7027
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	0,3 mg/l	20	NS EN 1484
Bly (Pb), oppsluttet	0,2 µg/l	25	NS EN ISO 17294-2
Bly (Pb), filtrert	0,01 µg/l	20	NS EN ISO 17294-2
Kobber (Cu), oppsluttet	0,5 µg/l	15	NS EN ISO 17294-2
Kobber (Cu), filtrert	0,05 µg/l	25	NS EN ISO 17294-2
Sink (Zn), oppsluttet	2 µg/l	15	NS EN ISO 17294-2
Sink (Zn), filtrert	0,2 µg/l	25	NS EN ISO 17294-2
Antimon (Sb), oppsluttet	0,2 µg/l	20	NS EN ISO 17294-2
Antimon (Sb), filtrert	0,02 µg/l	20	NS EN ISO 17294-2
Jern (Fe), oppsluttet	2 µg/l	25	NS EN ISO 17294-2
Jern (Fe), filtrert	0,3 µg/l	20	NS EN ISO 17294-2
Kalsium (Ca), oppsluttet	0,05 mg/l	15	NS EN ISO 11885
Kalsium (Ca), filtrert	0,05 mg/l	10	NS EN ISO 11885

Vedlegg B.

Tabell B. Vannkjemi og metallkonsentrasjoner i oppsluttede (t) og filtrerte (f) prøver fra overvåkingen av nedlagte skyte- og øvingsfelt i 2018.

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Avgrunnsdalen	A	23.04.2018	5,7	2,42	0,34	8,3	230	150	1,5	1,6	3,6	3	7,6	6,6	11	13	1,4	1,3
Avgrunnsdalen	A	12.06.2018	6,1	5,35	5,7	13	4400	1600	3,1	2,9	11	4,5	8,4	6,3	18	19	0,82	0,79
Avgrunnsdalen	A	31.10.2018	5	5,31	1,2	16	270	230	3,4	3,4	8,6	8,6	10	11	32	35	1,2	1,4
Avgrunnsdalen	B	23.04.2018	5,6	2,28	1,1	8,3	280	190	1,3	1,3	20	16	12	11	12	14	3	2,6
Avgrunnsdalen*	B	12.06.2018	5,9	4,23	5,4	24	12000	2600	3,5	3,2	56	15	18	11	19	17	1,2	1
Avgrunnsdalen	B	31.10.2018	5	5,05	1,4	18	330	280	2,7	2,7	33	32	17	17	41	43	2,9	2,7
Avgrunnsdalen	B2	23.04.2018	5,6	2,28	0,63	8,2	310	190	1,3	1,3	16	14	10	9,3	12	14	2,4	2,3
Avgrunnsdalen	B2	12.06.2018	6,1	3,44	2,2	19	2600	1100	2,2	2,4	19	9,7	11	10	9,3	11	0,81	1
Avgrunnsdalen	B2	31.10.2018	5,2	4,99	1,5	16	400	360	3	3,3	25	26	14	17	36	40	2,4	2,3
Avgrunnsdalen	C	23.04.2018	5,7	2,32	0,6	8	300	180	1,5	1,6	15	12	10	8,8	12	14	2,4	2,1
Avgrunnsdalen	C	12.06.2018	6,3	4,16	2,2	18	2100	1100	3,1	3,3	21	12	12	11	10	12	0,8	0,92
Avgrunnsdalen	C	31.10.2018	5,3	5,01	1,6	15	380	290	3,2	3	21	20	13	14	34	35	2	2
Avgrunnsdalen	C1	23.04.2018	5,1	2,4	0,5	9,1	280	200	0,93	1	4,8	4,1	3,4	2,8	8,7	10	0,69	0,6
Avgrunnsdalen	C1	12.06.2018	6,1	3,22	1	17	1100	670	1,5	1,6	4,7	3,6	4,2	4,3	4,9	7,3	0,25	0,38
Avgrunnsdalen	C1	31.10.2018	4,8	5,11	2,4	17	440	300	2,3	2,3	8,8	8	6,2	5,8	21	24	1	1
Avgrunnsdalen	C2	23.04.2018	5,2	2,34	0,73	9,5	300	200	0,98	1,2	4,6	4	3,5	2,8	9,7	9,4	0,71	0,75
Avgrunnsdalen	C2	12.06.2018	6,1	3,27	0,91	15	1000	580	1,4	1,5	4,3	3,1	4,4	4,1	5	6,6	0,42	0,48
Avgrunnsdalen	C2	31.10.2018	4,9	5,22	2,4	18	470	320	2,7	2,5	8,1	7,4	6	5,1	22	22	0,77	0,96
Avgrunnsdalen	D	23.04.2018	5,4	2,39	1,5	8,4	360	190	1,1	1,2	3,7	2,9	3,4	2,3	8	9,6	0,58	0,63
Avgrunnsdalen	D	12.06.2018	6,4	3,16	1	14	970	650	1,5	1,5	3,2	2,5	4	4,1	4,2	5,6	0,35	0,55
Avgrunnsdalen	D	31.10.2018	4,9	5,47	3,1	19	540	340	2,8	2,7	6,2	5,2	4,7	4	23	22	0,61	0,81
Avgrunnsdalen	Ref	23.04.2018	5	2,21	0,97	8,3	300	190	0,61	0,67	0,96	0,74	0,87	0,46	5,5	6,3	< 0,20	0,083
Avgrunnsdalen	Ref	31.10.2018	4,4	5,41	5,8	20	630	290	1,6	1,4	1,9	1,7	1,3	0,81	17	19	< 0,20	0,25
Banemyra	V-01	24.05.2018	6,7	8,09	0,62	9	210	110	6,1	6,3	< 0,20	0,043	2,4	2,1	< 2,0	0,63	< 0,20	0,023
Banemyra	V-01	03.09.2018	6,7	8,32	0,69	11	250	210	6,3	8,3	< 0,20	0,072	2,4	2,4	< 2,0	1,4	< 0,20	0,044

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Banemyra	V-02	24.05.2018	7,1	7,31	0,39	17	430	310	7,1	7,2	3,9	1,7	3	2,4	< 2,0	1,9	0,37	0,31
Banemyra	V-02	06.07.2018	7,1	9,38	0,92	19	760	510	12	11	3,5	2,5	2,7	2	< 2,0	0,7	0,24	0,28
Banemyra	V-02	03.09.2018	6,9	7,18	0,99	20	640	540	7,1	8,7	3,3	2,7	2,8	2,8	< 2,0	1,8	0,37	0,43
Banemyra	V-04	24.05.2018	6,9	7,58	0,83	17	560	310	9,1	7,5	3,2	1,8	3,3	2,5	2,2	2,1	0,24	0,28
Banemyra	V-04	06.07.2018	6,9	9,71	1,1	20	850	430	11	12	3,8	1,9	2,3	2	< 2,0	0,96	0,22	0,24
Banemyra	V-04	03.09.2018	6,8	7,38	1	19	610	530	6,8	9	2,9	2,4	2,5	2,8	< 2,0	1,9	0,31	0,36
Banemyra	V-05	24.05.2018	6,7	7,41	4,6	13	4400	690	8,4	7,3	4,8	0,85	4,9	3,2	6,1	1,3	0,46	0,38
Banemyra	V-05	06.07.2018	6,7	9,31	6,9	20	3300	2000	10	11	3,3	1,6	3,8	2,8	< 2,0	< 0,20	0,68	0,38
Banemyra	V-05	03.09.2018	6,7	9,8	53	18	8500	860	14	13	8,7	0,9	5,7	3,2	9,3	1,3	0,73	0,53
Banemyra	V-06	03.09.2018	5,5	10,8	7,4	27	610	650	12	12	0,44	0,47	1,5	1,7	3,9	3,5	< 0,20	0,022
Brettingen	Bre-Ref	25.05.2018	5,9	7,14	0,97	9,1	450	160	1,5	1,4	1,4	0,74	3,1	3	6,2	5,9	< 0,20	0,087
Brettingen	Bre-Ref	05.07.2018	5,9	7,82	0,84	11	400	220	1,6	1,7	1,6	0,83	3,9	3,8	5,7	5,9	< 0,20	0,083
Brettingen	Bre-Ref	03.09.2018	5,8	7,2	0,22	17	530	540	1,3	1,5	1,4	1,7	4	4	6	8,1	< 0,20	0,1
Brettingen	Bre-ut	25.05.2018	6,6	9	0,15	7,2	110	81	3,2	3,7	0,86	0,71	4,7	4,1	3,6	3,8	0,4	0,4
Brettingen	Bre-ut	05.07.2018	6,3	8,87	0,25	9,4	170	130	2,3	2,1	1,5	1,2	5,1	5,3	4,5	0,97	0,45	0,42
Brettingen	Bre-ut	03.09.2018	6,1	7,7	0,2	16	410	570	1,7	1,7	3,6	1,8	8,1	4,1	6,7	9	0,35	0,097
Bue-Nebb	BNV-2	25.05.2018	6,9	9,78	1,5	18	860	420	5,1	4,7	1,9	1,2	2,8	3,3	2,5	1,7	0,4	0,37
Bue-Nebb	BNV-2	05.07.2018	6,8	9,43	1,9	25	930	500	5,3	3,9	2,5	1,8	4,5	3,9	< 2,0	2,1	0,5	0,48
Bue-Nebb	BNV-2	03.09.2018	6,7	8,72	1,4	32	1100	980	4,8	6,4	3	2,9	5,4	4,3	3,7	3,6	0,34	0,38
Bue-Nebb	BNV-5	25.05.2018	7,1	10,5	1,3	8,2	390	170	6,3	5,9	0,5	0,26	1,3	1,5	< 2,0	0,92	< 0,20	0,15
Bue-Nebb	BNV-5	05.07.2018	6,6	13,6	3,9	17	1500	510	7,4	7,3	0,91	0,19	2,2	1,5	5,1	3,6	0,33	0,15
Bue-Nebb	BNV-5	03.09.2018	6,9	10,3	2,6	20	890	640	5,8	7,7	1,1	0,98	2,5	2,2	3,3	1,8	0,24	0,27
Bue-Nebb	Ref	25.05.2018	7,1	8,67	0,81	6,9	480	210	5	5,2	< 0,20	0,014	< 0,50	0,77	< 2,0	0,29	< 0,20	< 0,020
Bue-Nebb	Ref	05.07.2018					570	550	4,5	4,5	< 0,20	0,033	1,1	1,1	< 2,0	1,8	< 0,20	0,022
Bue-Nebb	Ref	03.09.2018	6,9	8,36	0,85	15	650	450	4,2	5,3	< 0,20	0,059	1,4	1	< 2,0	1,3	< 0,20	0,025
Børja	1	05.06.2018	5,2	1,15	1,6	16	740	650	0,61	0,69	1,7	1,5	14	14	11	12	0,41	0,16
Børja	1	25.07.2018	5,6	1,15	1	13	670	550	0,67	0,67	1,5	1,1	14	13	11	12	< 0,20	0,16
Børja	1	28.09.2018	5,6	1,65	2,1	17	1100	530	1,4	1,1	1,9	1,2	14	12	13	13	< 0,20	0,15

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Børja	2	05.06.2018	5,1	1,21	2	14	580	490	0,86	0,63	3,2	2,7	16	16	16	18	0,65	0,42
Børja	2	25.07.2018	5,4	1,2	1,6	13	490	380	0,63	0,65	2,5	1,8	15	13	15	16	0,35	0,39
Børja	2	28.09.2018	5,3	1,22	1,8	13	640	380	0,83	0,68	3,2	2,5	15	12	18	17	0,31	0,33
Børja	7	28.09.2018	4,9	4,7	0,75	23	600	500	4,5	3,7	0,78	0,76	10	9,9	13	14	< 0,20	0,12
Børja	8	05.06.2018	4,7	1,43	1,4	19	580	560	0,68	0,5	1,4	1,3	8,1	8,3	13	13	< 0,20	0,12
Børja	8	25.07.2018	4,7	1,56	2,4	19	540	470	0,51	0,53	1,9	1,3	9,7	7,8	13	13	< 0,20	0,11
Børja	8	28.09.2018	4,9	1,33	2,4	18	680	530	0,69	0,59	1,8	1,5	10	8,3	15	14	< 0,20	0,12
Børja	9	05.06.2018	4,5	1,67	1,6	18	370	390	0,3	0,42	0,97	0,94	3,2	3,8	6,7	9,4	0,43	0,09
Børja	9	25.07.2018	4,7	1,64	0,95	15	310	300	0,35	0,4	0,74	0,79	3,5	3	7,4	7,9	< 0,20	0,096
Børja	9	28.09.2018	4,7	1,54	2,2	18	500	410	0,72	0,66	1,2	1,1	2,7	2,5	8,3	9,3	< 0,20	0,089
Børja	10	05.06.2018	4,5	1,74	0,89	18	250	260	0,46	0,44	0,56	0,6	< 0,50	0,52	5,1	6,7	0,24	0,063
Børja	10	25.07.2018	4,5	1,91	0,85	16	250	240	0,37	0,37	0,5	0,45	0,61	0,35	4,9	5,5	< 0,20	0,071
Børja	10	28.09.2018	4,6	1,75	1,4	20	380	310	0,75	0,56	0,81	0,75	< 0,50	0,17	6	6,8	< 0,20	0,068
Børja	11	05.06.2018	4,9	2,39	0,88	15	380	380	0,97	0,88	1,4	1,4	2,9	3,4	4,9	7	0,23	0,059
Børja	11	28.09.2018	4,3	4,31	0,67	28	550	480	1,8	1,6	1,5	1,4	2,3	2,3	16	17	< 0,20	0,13
Børja	12	05.06.2018	4,8	1,73	1,3	24	860	870	0,89	0,96	1,4	1,5	< 0,50	0,69	4,9	5	< 0,20	0,043
Børja	12	25.07.2018	5,2	1,85	1,2	24	1300	1400	1,3	1,3	1,8	1,6	1	0,47	4	4,3	< 0,20	0,04
Børja	12	28.09.2018	4,2	3,89	0,92	35	980	840	1,6	1,4	1,7	1,6	< 0,50	0,39	11	12	< 0,20	0,12
Børja	13	28.09.2018	5,5	1,49	1,2	16	960	540	1,3	1	1,8	1,2	14	12	14	13	< 0,20	0,15
Børja	Ref	05.06.2018	5,4	1,55	0,81	15	710	700	1,2	1	0,72	0,69	< 0,50	0,61	3,7	4,3	< 0,20	0,05
Børja	Ref	25.07.2018	5,9	2,32	5,8	18	1700	1100	1,7	1,7	1,4	0,84	1,1	0,77	4,6	5	< 0,20	0,043
Børja	Ref	28.09.2018	4,4	3,48	0,54	33	1100	880	2,1	1,7	1,6	1,5	< 0,50	0,39	8,7	9,3	< 0,20	0,13
Fredrikstad	1	11.04.2018	6,1	6,08	11	11	1100	310	1,7	1,7	2,1	1,1	2,2	1,9	10	7,5	0,34	0,31
Fredrikstad	1	31.10.2018	5,5	12,4	11	20	880	410	4,8	4,7	3,2	2,7	4,2	4	23	25	0,71	0,75
Fredrikstad	2	11.04.2018	6,1	9,66	24	21	2300	490	4,9	4,8	4,4	2,1	16	14	42	32	1,3	1,2
Fredrikstad	2	31.10.2018	5,8	26,2	8,3	24	730	380	18	16	2,6	2	12	10	120	120	0,89	0,99
Fredrikstad	3	11.04.2018	6,4	8,11	4,5	9,7	400	140	2,7	2,9	2,4	1,5	4,3	4	8,9	7,5	0,61	0,59
Fredrikstad	3	16.09.2018	6,2	11,5	47	13	2400	330	5,2	4,8	3,8	1,3	5,9	4,1	16	8,8	1	0,9

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Fredrikstad	3	31.10.2018	6,5	17,3	17	13	780	110	12	11	4,1	2,1	9,8	8,7	12	9,2	1,8	1,7
Fredrikstad	10	11.04.2018	6,8	11,5	11	8,5	790	140	6,7	7	0,62	0,2	3,2	2,5	8,3	5,2	0,29	0,32
Fredrikstad	10	16.09.2018	6,8	64,4	5,8	10	280	56	42	38	1	0,36	4,6	3,9	24	23	0,8	0,73
Fredrikstad	10	31.10.2018	6,2	19,9	4,6	16	350	180	12	11	0,69	0,59	4,1	3,5	25	26	0,38	0,56
Fredrikstad	12	11.04.2018	6,4	6,89	6,9	10	680	260	3	3,2	0,59	0,29	3	3	8,3	7,8	0,32	0,32
Fredrikstad	12	16.09.2018	6,1	48	33	11	4700	120	33	29	4,5	0,12	10	4,7	100	72	1,1	1,2
Fredrikstad	12	31.10.2018	6	16,9	22	18	2500	250	8,9	8,8	2,6	0,56	5,7	3,7	32	28	0,74	0,86
Fredrikstad	13	11.04.2018	6,5	7,12	0,66	8,7	100	67	4	4,7	0,5	0,26	5,4	5,5	9,8	10	1,2	1,2
Fredrikstad	13	16.09.2018	6,3	18,3	1,4	13	160	76	13	13	1	0,46	9,2	7,6	43	30	3,2	3,6
Fredrikstad	13	31.10.2018	6,2	16,9	1,1	13	91	67	11	10	0,62	0,59	6,6	5,6	33	35	2,4	2,4
Fredrikstad	10S	11.04.2018	7	11,9	13	8,2	830	160	6,9	7,5	1,9	0,71	3,3	3,1	10	4,6	0,97	0,86
Fredrikstad	10S	16.09.2018	6,9	63,3	9,8	9,9	460	52	42	38	8,3	3	6,6	5	22	19	4,5	4,3
Fredrikstad	10S	31.10.2018	6,3	19,8	5,2	16	350	160	11	11	1,9	1,2	4,3	3,6	24	24	0,85	0,91
Fredrikstad	Ref-2015	11.04.2018	6,3	8,98	1,7	6,3	200	87	4,9	5,1	0,22	0,17	1,1	1,6	6,4	6,1	< 0,20	0,1
Fredrikstad	Ref-2015	16.09.2018	6,3	14,3	30	17	3100	140	13	11	3	0,18	3,9	1,7	22	5,3	0,29	0,24
Fredrikstad	Ref-2015	31.10.2018	5,3	16,5	1,9	13	250	150	6,7	6	0,83	0,84	1,9	1,7	35	37	< 0,20	0,25
Gimlemoen	P10	19.04.2018	5,8	3,46	0,42	5,2	140	51	1,5	1,3	8,2	6,6	4,3	3,6	14	13	0,82	0,77
Gimlemoen	P10	07.08.2018	6,6	5,71	0,96	5,5	570	400	4,7	5,6	10	7,4	3,4	3,4	4,8	5,8	0,98	1,1
Gimlemoen	P10	07.11.2018	6,3	6	0,71	5,1	220	140	3,1	3	6,6	5,5	5,3	4,6	18	18	1,2	1,1
Gimlemoen	P11	19.04.2018	5,9	4,16	0,34	5,8	140	56	1,5	1,4	0,56	0,45	1,6	1,3	8,7	11	< 0,20	0,076
Gimlemoen	P11	07.11.2018	6,1	6,31	0,8	6,1	170	110	2,7	2,7	0,49	0,39	1,6	1	14	14	< 0,20	0,084
Gimlemoen	P2-A	19.04.2018	6,6	4,17	0,55	5,5	140	76	2,7	2,3	27	21	7,9	7,1	11	11	6	5,7
Gimlemoen	P2-A	07.11.2018	6,7	9,87	0,31	4,8	54	40	7,5	7	22	22	7	6,6	15	16	11	11
Gimlemoen	P2-B	19.04.2018	4,4	3,81	0,28	9,2	280	210	0,59	0,52	41	41	6,8	6,3	7,6	9,5	1,6	1,4
Gimlemoen	P2-B	07.11.2018	4,3	10,7	0,18	7,1	150	140	2,9	2,8	85	98	11	10	37	38	2	2,1
Gimlemoen	P3B	19.04.2018	5,3	3,57	0,44	5,5	160	96	1,2	1	5,7	5	2,8	2,4	11	12	0,66	0,58
Gimlemoen	P3B	07.08.2018	6,1	3,76	1,5	4,8	540	280	1,5	1,8	9,5	4,7	4,2	3,6	7,4	7,8	0,85	0,9
Gimlemoen	P3B	07.11.2018	6	4,71	0,93	5,6	200	130	2,2	2	6,3	5,6	3,1	3,1	15	16	1,2	1,2

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Gimlemoen	P5	19.04.2018	5,6	3,63	0,48	5,6	180	83	1,3	1,3	9,1	7,5	3,9	3,5	12	13	0,8	0,74
Gimlemoen	P5	07.08.2018	6,3	5,26	3,9	11	3000	1800	4,7	5,4	10	6,4	3,7	3,2	4,6	4,6	0,49	0,47
Gimlemoen	P5	07.11.2018	6	5,88	1,1	5,7	290	170	2,9	2,9	15	14	7,8	7,5	19	21	1,5	1,5
Gimlemoen	P6	19.04.2018	5,9	3,58	0,36	5,1	130	50	1,5	1,4	6,8	5,6	4,7	3,4	11	13	0,82	0,77
Gimlemoen	P6	07.08.2018	5,8	5,31	1,5	8	3600	1400	2	2,5	20	10	2,4	2	6,9	8,4	0,46	0,46
Gimlemoen	P6	07.11.2018	6,4	6,34	0,55	5,2	190	120	4,1	3,3	5,1	4,6	3,8	3,9	17	17	1	1
Gimlemoen	P7	19.04.2018	6,1	4,2	0,57	4,6	160	39	1,8	1,6	2,8	1,9	2,6	2,1	12	12	0,38	0,33
Gimlemoen	P7	07.08.2018	6,7	4,68	0,57	5,7	390	280	2,2	2,5	4,2	3,1	2,5	2,4	4,9	5,8	0,71	0,79
Gimlemoen	P7	07.11.2018	6,5	5,63	0,6	6,6	220	150	2,8	2,8	3,1	2,8	3,2	2,8	17	17	0,66	0,77
Gimlemoen	P9	19.04.2018	6	3,56	0,43	5,1	120	46	1,4	1,4	7,6	6,3	4,4	3,7	11	13	0,8	0,76
Gimlemoen	P9	07.08.2018	6,6	6,23	0,27	4,4	75	52	4,6	5,6	1,8	0,99	2,3	2,4	5,2	6,3	1,3	1,5
Gimlemoen	P9	07.11.2018	6,6	6,04	0,61	5,3	220	140	3,3	3,4	6,3	4,9	5	4,3	17	18	0,98	1,2
Gurulia	GLV2	25.05.2018	7,1	10,9	2,4	14	1400	730	8,9	8,1	4,3	2,4	4,1	4,1	3,3	1,6	1,2	1,2
Gurulia	GLV3	05.07.2018	6,8	11,1	4,3	18	760	510	7,7	8,2	5,8	3,2	6,9	5,5	2,5	2,2	1,6	1,7
Gurulia	GLV4	03.09.2018	6,7	9,44	1,9	22	810	710	5,5	7,1	4,7	4,5	4,3	4,5	3,4	3,9	0,97	1,1
Gurulia	V1	25.05.2018	5,9	6,44	1	15	1000	500	3,4	3,1	1,9	1,5	1,6	1,2	2,2	2,1	0,29	0,25
Gurulia	V1	05.07.2018	5,8	5,78	0,48	22	740	520	2,1	2,4	2,5	2	1,9	1,3	2,2	3,1	0,22	0,24
Gurulia	V1	03.09.2018	5	5,15	0,33	24	550	620	0,96	1,2	3,2	4	1,8	2,2	3,5	3,8	0,24	0,26
Gurulia	V2	25.05.2018	6,7	10,2	0,86	13	530	260	6,1	7,1	3,4	1,8	4,2	3,5	3,4	2,6	0,87	0,76
Gurulia	V2	05.07.2018	6,8	10,1	1,5	18	850	360	6,9	2,2	3,4	1,8	4,5	3,5	2,5	2,7	1,1	1
Gurulia	V2	03.09.2018	6,6	9,7	3,6	19	1000	400	6	7,9	6,1	2,8	4	4	3,8	3,4	0,76	0,98
Gurulia	V3	25.05.2018	7,1	9,87	3	8,8	680	400	5,6	5,6	6	3,1	10	7,9	4	3	5,4	5,2
Gurulia	V3	05.07.2018	7,3	11,7	4	11	1200	830	8,5	8,9	7,4	4,8	11	9,8	3,4	2,8	5,3	5,6
Gurulia	V3	03.09.2018	7	15,6	4,9	11	1000	750	12	16	3,9	3,1	9,3	9,2	4,5	4,8	3	3,9
Gurulia	V4	25.05.2018	7,2	10,6	1,6	13	1000	620	8,3	8,5	2,7	1,8	2,8	3	< 2,0	0,48	0,89	0,84
Gurulia	V4	05.07.2018	7,2	12,1	1,8	17	780	560	9,4	9,6	3,1	2,1	4,4	4,1	< 2,0	2	1,5	1,5
Gurulia	V4	03.09.2018	6,9	9,23	1,5	19	640	650	6,5	6,7	2,9	3,3	3,1	3,5	2,1	3	0,82	0,92
Gurulia*	V5	03.09.2018	6,6	10,1	7,5	25	2000	700	6,7	8,3	1,5	0,27	1,5	0,55	< 2,0	1,7	< 0,20	0,03

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Gurulia	V6	25.05.2018	6,9	9,48	0,74	11	460	310	4,7	4,8	1,6	1,3	2,4	2,4	< 2,0	0,34	0,53	0,6
Gurulia	V6	05.07.2018	6,9	9,23	1,2	18	580	360	4,8	5	2,3	1,8	3,1	3,1	< 2,0	1,9	0,84	0,81
Gurulia	V6	03.09.2018	6,7	8,79	1,2	24	740	580	5,3	5,7	2,5	2,6	5,2	3,3	< 2,0	2,5	0,58	0,75
Kjoselvdalen	1	29.05.2018	7,8	11,8	0,33	2	63	58	16	18	< 0,20	0,049	< 0,50	0,65	< 2,0	1,3	< 0,20	0,075
Kjoselvdalen	1	29.07.2018	8,1	16,1	1,2	2,1	190	110	22	26	< 0,20	0,02	0,73	0,57	< 2,0	0,8	< 0,20	0,039
Kjoselvdalen	1	31.10.2018	7,8	12,3	1	1,8	150	46	19	17	< 0,20	0,041	2	0,41	< 2,0	1,6	< 0,20	0,07
Kjoselvdalen	2	29.05.2018	7,3	6,05	0,34	3,8	28	22	5,1	5,4	3,3	2,9	7,6	7	3,6	3,7	3,4	3,6
Kjoselvdalen	2	29.07.2018	7,5	7,95	4,6	4,3	43	21	7,9	8,6	2,6	1,3	8,8	9,4	3,4	4,2	2	1,8
Kjoselvdalen	2	31.10.2018	7,2	5,92	0,69	2,9	32	17	5,7	5,5	3,3	1,4	5	3,9	3,6	3,7	1,7	1,8
Kjoselvdalen	4	29.05.2018	7,9	11,2	0,17	1,3	2,6	2,8	17	18	< 0,20	0,016	0,75	0,41	< 2,0	0,58	< 0,20	0,12
Kjoselvdalen	4	29.07.2018	8,1	15,5	0,15	1	< 2,0	1	23	27	< 0,20	0,018	0,5	0,47	< 2,0	0,59	0,22	0,21
Kjoselvdalen	4	31.10.2018	8,1	14,6	0,11	1,2	2,1	2,2	24	23	< 0,20	0,012	0,77	0,22	< 2,0	0,5	< 0,20	0,13
Kjoselvdalen	8	29.05.2018	7,1	5,11	0,58	4,2	78	54	3,5	4	2,6	2,1	12	11	13	13	1,8	1,8
Kjoselvdalen	8	29.07.2018	7,3	7,86	1	6,2	280	130	6,7	7,5	6,1	3,7	25	24	22	23	2,9	3
Kjoselvdalen	8	31.10.2018	7,1	4,9	13	3,3	840	35	4,7	4,1	21	1,5	23	5,5	15	7,7	1	0,77
Kjoselvdalen	5 Ref	29.05.2018	7,9	11,5	0,13	1,2	3	2,8	17	18	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,29	< 2,0	0,35	< 0,20	< 0,020
Kjoselvdalen	5 Ref	29.07.2018	8,1	15,8	0,62	1	21	0,74	24	28	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,23	< 2,0	0,44	< 0,20	< 0,020
Kjoselvdalen	5 Ref	31.10.2018	8,1	14,8	0,19	1,1	< 2,0	1,4	25	24	< 0,20	< 0,010	0,74	0,12	< 2,0	0,35	< 0,20	< 0,020
Kjoselvdalen	6 ut	29.05.2018	7,9	11	0,21	1,5	4,9	4,9	17	17	< 0,20	0,017	< 0,50	0,57	< 2,0	0,5	< 0,20	0,16
Kjoselvdalen	6 ut	29.07.2018	8	15,3	0,19	1,5	17	4,5	22	25	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,53	< 2,0	0,88	< 0,20	0,22
Kjoselvdalen	6 ut	31.10.2018	8	13,4	0,2	1,4	15	6,3	21	20	< 0,20	< 0,010	1,1	0,37	< 2,0	0,64	< 0,20	0,18
Kjoselvdalen	7 Ref	29.05.2018	7,9	13	0,17	1,5	3,6	3,7	20	20	< 0,20	0,016	< 0,50	0,45	< 2,0	0,48	< 0,20	< 0,020
Kjoselvdalen	7 Ref	29.07.2018	8	16,5	0,24	1,8	7,2	5,5	26	28	< 0,20	0,01	< 0,50	0,26	< 2,0	0,37	< 0,20	< 0,020
Kjoselvdalen	7 Ref	31.10.2018	8	14,1	< 0,1	1,5	6,8	5	22	21	< 0,20	0,01	1	0,085	< 2,0	0,25	< 0,20	< 0,020
Kvamskogen	2	31.05.2018	6,2	1,94	0,65	4,3	260	130	1,1	1	1	0,77	4,2	3,5	2,6	2,7	< 0,20	0,05
Kvamskogen	2	31.07.2018	6,1	1,77	1,6	12	240	180	0,6	0,7	2,5	2,2	8	9,1	4,6	5,1	< 0,20	0,12
Kvamskogen	2	18.10.2018	5,7	1,02	0,21	4,4	100	66	0,42	0,34	0,95	0,77	3,7	2,9	< 2,0	1,7	< 0,20	0,051
Kvamskogen	3	31.05.2018	5,5	1,35	1,6	6,7	420	150	0,52	0,5	1,8	1,2	8,1	6,6	4	4,6	< 0,20	0,084

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Kvamskogen	3	31.07.2018	5,8	1,65	1,4	12	200	160	0,46	0,59	2,6	2,3	11	13	5,3	7	< 0,20	0,14
Kvamskogen	3	18.10.2018	5,6	0,99	0,21	4,9	110	86	0,3	0,33	1,1	0,88	5	4,1	2,2	2,2	< 0,20	0,062
Kvamskogen	4	31.05.2018	6	0,59	0,27	0,71	25	9,6	0,24	0,24	< 0,20	0,042	< 0,50	0,23	< 2,0	0,78	< 0,20	< 0,020
Kvamskogen	4	31.07.2018	6,3	1,08	0,47	1,5	63	20	0,4	0,45	< 0,20	0,045	< 0,50	0,31	< 2,0	1,3	< 0,20	0,021
Kvamskogen	4	18.10.2018	6	0,76	0,48	1,7	58	19	0,31	0,29	< 0,20	0,06	< 0,50	0,33	< 2,0	1,1	< 0,20	< 0,020
Kvamskogen	5	31.05.2018	6,3	0,75	0,68	0,84	25	10	0,26	0,24	< 0,20	0,039	< 0,50	0,27	< 2,0	0,68	< 0,20	0,022
Kvamskogen	5	31.07.2018	6,4	1,03	0,54	2	69	27	0,39	0,43	< 0,20	0,076	< 0,50	0,48	< 2,0	1	< 0,20	0,021
Kvamskogen	5	18.10.2018	6	0,83	0,39	1,7	48	20	0,23	0,28	< 0,20	0,067	0,55	0,23	< 2,0	1	< 0,20	< 0,020
Kvamskogen	7	31.05.2018	5,8	0,48	0,48	3,3	52	30	0,24	0,21	0,41	0,38	0,68	0,86	< 2,0	0,88	< 0,20	0,023
Kvamskogen	7	31.07.2018	5,4	1,45	1,1	11	270	220	0,56	0,59	1,7	1,4	2,7	1,8	2,1	2,9	< 0,20	0,052
Kvamskogen	7	18.10.2018	5,5	0,75	0,3	4,3	73	50	0,22	0,22	1,3	1	2,6	1,5	2,4	1,4	< 0,20	0,039
Kvamskogen	1 Ref	31.05.2018	5,9	2,22	0,37	4,6	90	58	1,5	1,6	0,82	0,71	2,1	2,4	3,1	3,6	< 0,20	0,031
Kvamskogen	1 Ref	31.07.2018	5,4	1,5	1,1	12	130	110	0,61	0,66	1,8	1,6	5,5	5,6	3,3	4	< 0,20	0,092
Kvamskogen	1 Ref	18.10.2018	5,7	1,09	0,19	4,7	67	53	0,38	0,39	0,92	0,76	3,1	2,3	< 2,0	1,9	< 0,20	0,071
Kvamskogen	6 Ref	31.05.2018	6,4	1,08	0,34	4,7	160	83	0,81	0,84	< 0,20	0,13	< 0,50	0,4	< 2,0	1,2	< 0,20	< 0,020
Kvamskogen	6 Ref	31.07.2018	5,5	1,45	1,1	11	240	170	0,77	0,84	0,52	0,39	< 0,50	0,44	6,7	4,3	< 0,20	0,048
Kvamskogen	6 Ref	18.10.2018	5,8	0,95	0,19	5,2	160	110	0,49	0,53	0,28	0,19	0,72	0,31	< 2,0	1,8	< 0,20	0,02
Kvenvikmoen	1	21.05.2018	7,2	6,15	0,22	3,4	7,1	3,2	5,2	5	< 0,20	0,018	1,6	1,3	< 2,0	2,3	< 0,20	0,089
Kvenvikmoen	1	23.07.2018	7,7	6,06	0,23	3,6	5,8	3,3	5,3	5,8	< 0,20	< 0,010	1,5	1,2	< 2,0	1,2	< 0,20	0,021
Kvenvikmoen	1	22.10.2018	7,6	5,39	0,5	3,6	28	3,4	5,9	5,3	< 0,20	< 0,010	1,7	1,2	4,6	3,9	< 0,20	0,066
Kvenvikmoen	2	21.05.2018	7,5	7,12	0,31	4,7	31	11	5,5	5,1	< 0,20	< 0,010	1,3	0,95	< 2,0	1,2	< 0,20	< 0,020
Kvenvikmoen	2	23.07.2018	7,7	7,28	0,53	4,5	41	3	6	5,8	< 0,20	< 0,010	0,88	1,4	< 2,0	2,2	< 0,20	0,027
Kvenvikmoen	2	22.10.2018	7,9	6,51	0,24	4,3	12	4,5	6,8	5,8	< 0,20	< 0,010	0,99	0,9	< 2,0	1,7	< 0,20	0,034
Kvenvikmoen	3	21.05.2018	7,2	7,7	0,93	7,9	52	26	9,8	9,9	< 0,20	0,042	3,8	3,5	2,8	3,1	< 0,20	0,091
Kvenvikmoen	3	23.07.2018	7,5	9,72	0,61	5,9	190	55	9,1	10	< 0,20	0,031	2,7	1,7	< 2,0	1,2	< 0,20	0,024
Kvenvikmoen	3	22.10.2018	7,5	10,4	0,37	5,3	31	9,7	17	15	< 0,20	< 0,010	3,6	2,2	4,9	4	< 0,20	0,15
Kvenvikmoen	4	21.05.2018	6,9	4,09	0,38	9,7	130	75	4,4	3,4	0,85	0,72	4,5	4,4	< 2,0	1,5	0,48	0,46
Kvenvikmoen	4	23.07.2018	7,4	7,88	0,86	8,9	350	220	8,7	10	1,1	0,61	3,9	3,9	< 2,0	1,2	0,27	0,3

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Kvenvikmoen	4	22.10.2018	7,3	5,72	0,37	4,9	110	72	7,6	6,7	0,34	0,18	2,4	2,1	< 2,0	1	0,3	0,4
Marka	1	19.04.2018	6,3	24	18	4,2	7000	500	8,9	8,4	< 0,20	0,021	0,98	0,47	12	12	< 0,20	0,037
Marka	1	03.10.2018	6,1	31,5	7,5	4,9	2800	1500	8,3	8,6	< 0,20	0,083	1,2	1,2	66	71	< 0,20	0,089
Melbu	V11	12.05.2018	6,2	3,84	0,55	3,5	77	74	0,77	0,76	< 0,20	0,032	< 0,50	0,25	< 2,0	1,3	< 0,20	0,036
Melbu	V11	13.07.2018	6,4	5,44	0,3	3,6	140	80	1,6	2	< 0,20	0,1	< 0,50	0,51	< 2,0	1,5	< 0,20	0,024
Melbu	V28	12.05.2018	6,2	5,27	2,3	4,1	62	58	1,2	1,2	0,78	0,53	2,7	2,1	< 2,0	1,7	0,27	0,29
Melbu	V28	13.07.2018	7	5,66	0,25	3,1	110	47	1,7	1,9	0,31	0,17	< 0,50	0,82	< 2,0	1,2	< 0,20	0,13
Melbu	V29	12.05.2018	6,3	3,8	0,97	3,3	65	59	0,66	0,8	0,44	0,22	0,74	0,63	< 2,0	0,9	< 0,20	0,16
Melbu	V29	13.07.2018	6,8	5,36	0,27	2,9	88	46	1,5	1,8	0,47	0,29	0,87	0,68	< 2,0	1,3	< 0,20	0,18
Melbu	V32	13.07.2018	7,2	5,27	0,33	2,6	37	23	1,4	1,5	< 0,20	0,01	< 0,50	0,2	< 2,0	1,2	< 0,20	< 0,020
Melbu	V33	12.05.2018	6,4	4,03	1,2	3,3	71	60	0,85	0,93	0,46	0,22	1,1	0,78	< 2,0	0,93	< 0,20	0,14
Melbu	V33	13.07.2018	6,5	6,32	0,48	3,6	110	67	1,7	1,9	1	0,5	1,4	1,8	< 2,0	2	< 0,20	0,11
Melbu	V34	12.05.2018	6,7	4,4	0,89	3,2	65	49	1,1	1,2	0,31	0,17	0,59	0,69	< 2,0	0,87	< 0,20	0,11
Melbu	V34	13.07.2018	7,2	5,92	0,22	2,5	66	36	1,8	2,1	< 0,20	0,11	< 0,50	0,72	< 2,0	1	< 0,20	0,12
Melbu	V35	12.05.2018	6,6	6,19	1,1	3,3	70	52	0,98	0,99	0,39	0,18	1,1	0,59	< 2,0	0,68	< 0,20	0,12
Melbu	V35	13.07.2018	7,3	6,35	0,25	2,6	64	27	2,2	2,4	< 0,20	0,076	0,55	0,62	< 2,0	1,2	< 0,20	0,12
Melbu	V36	12.05.2018	6,6	4,96	1	1,3	12	5,5	1,3	1,2	< 0,20	< 0,010	< 0,50	< 0,050	< 2,0	0,95	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	3	18.05.2018	7,1	6,61	0,23	5,7	19	12	4,5	4	< 0,20	< 0,010	0,65	0,48	< 2,0	1,3	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	3	20.07.2018	7	8,98	1,6	8	160	46	6,2	8,1	< 0,20	0,019	< 0,50	0,35	< 2,0	1,1	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	3	24.09.2018	7,2	8,01	0,21	3,6	13	9,5	7	7,2	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,19	< 2,0	0,99	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	4	18.05.2018	7,1	5,89	0,29	5,6	31	23	4	4	< 0,20	< 0,010	1	0,69	< 2,0	1,4	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	4	24.09.2018	7,3	6,78	0,35	6	33	22	5,9	5,8	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,36	< 2,0	1,1	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	5	18.05.2018	7,5	7,26	0,27	4,9	62	29	4,6	5	< 0,20	0,022	0,64	0,62	< 2,0	0,97	< 0,20	0,1
Nyborgmoen	5	20.07.2018	7,8	11,5	0,34	3,6	51	15	10	14	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,26	< 2,0	0,53	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	5	24.09.2018	7,6	8,76	0,5	4,5	57	39	9,2	8,7	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,25	< 2,0	0,52	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	6	18.05.2018	7,2	8,27	0,28	5,3	32	20	7,5	6,5	< 0,20	0,033	1,9	1,4	< 2,0	1,6	< 0,20	0,053
Nyborgmoen	6	20.07.2018	7,3	13,8	0,49	3,1	170	25	14	17	< 0,20	< 0,010	2	1,4	< 2,0	1,1	0,25	0,024
Nyborgmoen	6	24.09.2018	7,3	11	0,31	5	47	32	13	12	< 0,20	0,023	1,7	1,2	2,2	2,2	< 0,20	< 0,020

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nyborgmoen	7	18.05.2018	7,2	5,56	0,4	6,4	83	43	4	3,8	< 0,20	< 0,010	1,4	1,1	< 2,0	1,9	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	7	20.07.2018	7,6	10,5	0,43	4,1	110	40	9,2	12	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,49	< 2,0	0,49	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	7	24.09.2018	7,2	6,73	0,47	9,4	190	110	7,3	6,9	< 0,20	0,012	0,59	0,75	< 2,0	1,2	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	8	18.05.2018	7,3	6,61	0,29	5,8	25	13	4,9	4,5	< 0,20	< 0,010	1,4	0,87	< 2,0	1	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	8	20.07.2018	7,4	10,6	0,26	1,6	31	2,4	8,2	11	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,47	< 2,0	0,6	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	8	24.09.2018	7,4	8,45	0,58	3,6	34	9,6	8,9	8	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,51	< 2,0	1	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	9 Ref	18.05.2018	7,2	3,99	0,48	5,5	48	26	2,9	3,1	< 0,20	< 0,010	1,4	1,2	< 2,0	0,65	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	9 Ref	20.07.2018	7,3	4,29	0,26	4,6	140	22	4,2	4,8	< 0,20	< 0,010	1	0,99	< 2,0	0,27	< 0,20	< 0,020
Nyborgmoen	9 Ref	24.09.2018	7,4	4,17	0,83	6,1	70	40	4,6	4,2	< 0,20	< 0,010	1,1	1,2	< 2,0	0,64	< 0,20	< 0,020
Skarsteindalen	1	14.05.2018	7	7,51	1,2	3,2	50	36	5,8	5,9	< 0,20	0,077	0,65	0,71	< 2,0	0,36	< 0,20	< 0,020
Skarsteindalen	1	16.07.2018	7,4	10,6	0,16	1,8	29	17	9,4	11	< 0,20	0,034	1,1	0,54	< 2,0	0,9	< 0,20	< 0,020
Skarsteindalen	2	14.05.2018	6,8	4,95	0,53	3,4	43	36	2,7	2,6	< 0,20	0,11	0,93	0,84	< 2,0	0,33	< 0,20	< 0,020
Skarsteindalen	2	16.07.2018	7,3	7,8	0,21	2,6	38	28	5,2	6,2	< 0,20	0,047	0,54	0,58	< 2,0	0,6	< 0,20	< 0,020
Skarsteindalen	3	14.05.2018	6,7	5,17	0,57	4,1	69	56	2,7	2,7	0,55	0,41	1,7	1,8	< 2,0	1,5	< 0,20	0,057
Skarsteindalen	3	16.07.2018	7,1	7,72	0,23	3,3	73	35	5,1	5,7	0,3	0,22	1,2	1,3	< 2,0	1,6	< 0,20	0,042
Skarsteindalen	4	14.05.2018	6,8	5,55	0,58	4,9	110	89	2,7	2,9	0,72	0,48	2,5	2,8	2,2	2,5	< 0,20	0,088
Skarsteindalen	4	16.07.2018	7	8,33	0,3	4	110	47	5,2	6,1	0,5	0,3	2,5	2	2,9	2,9	< 0,20	0,076
Skarsteindalen	5	14.05.2018	6,4	6,26	< 0,1	6,8	85	90	1,7	1,9	1,2	1,1	3,3	2,7	< 2,0	1,4	0,25	0,26
Skarsteindalen	5	16.07.2018	7,1	9,66	0,17	3,4	14	11	7,4	8,9	< 0,20	0,061	1,1	1,7	< 2,0	2,6	< 0,20	0,18
Skarsteindalen	6	14.05.2018	6,9	5,84	0,85	0,86	3,8	2,2	2,4	2,6	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,052	< 2,0	< 0,20	< 0,20	< 0,020
Skarsteindalen	6	16.07.2018	7,1	6,16	0,13	0,61	< 2,0	1,4	2,3	2,9	< 0,20	< 0,010	< 0,50	0,16	< 2,0	0,38	< 0,20	< 0,020
Skarsteindalen*	Ref	14.05.2018	7,6	15,6	49	26	130	61	26	24	1,5	0,81	17	11	23	16	0,21	0,17
Skarsteindalen	Ref	16.07.2018	7,2	7,28	0,13	1,8	31	21	4,8	5,7	< 0,20	0,038	< 0,50	0,37	< 2,0	1,9	< 0,20	< 0,020
Skjelanger	1	01.06.2018					800	470	1	1,2	1,1	1	4,8	3,7	8,1	9	< 0,20	0,075
Skjelanger	1	01.08.2018	6,3	6,93	79	33	12000	910	1,8	1,6	4,9	0,36	2,2	1,6	12	6,6	< 0,20	0,065
Skjelanger	1	19.10.2018	5,6	4,76	0,2	7,6	330	290	0,61	0,69	0,42	0,35	2,6	1,8	5,2	5	< 0,20	0,094
Skjelanger	2	01.08.2018	6,9	12,6	0,96	7,4	240	150	6,9	7,7	0,32	0,18	3	3,6	27	31	0,32	0,31
Skjelanger	2	19.10.2018	7	10,7	0,88	6,8	290	170	7,4	7,3	0,42	0,22	5	3,7	22	20	0,45	0,36

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Skjelanger	3	19.10.2018	6,5	6,39	0,27	7,3	210	130	1,8	1,7	2,2	1,6	3,5	2,8	9,2	7,9	0,39	0,25
Skjelanger	4	19.10.2018	5,6	7,27	0,57	14	980	740	1,7	1,4	2,9	2,3	2,8	2,1	9,7	8,4	< 0,20	0,16
Vaterholmen	12V2	24.05.2018					450	400	0,75	0,53	1,5	1,3	3,5	3,4	2,3	2,5	< 0,20	0,063
Vaterholmen	12V2	06.07.2018	5,2	2,18	1	12	560	420	0,52	0,56	1,4	1,2	4	3,3	2,2	3	< 0,20	0,071
Vaterholmen	12V2	04.09.2018	4,9	2,21	0,41	19	650	740	0,78	0,77	2,5	2,8	5,6	6	3,6	4	< 0,20	0,071
Vaterholmen	14V-2-2011	24.05.2018	5,6	1,32	0,38	6,6	190	160	0,47	0,45	0,74	0,56	1,6	1,5	< 2,0	1,1	< 0,20	0,03
Vaterholmen	14V-2-2011	06.07.2018	5,4	1,63	0,4	13	410	310	0,77	0,73	1,4	1,2	3,4	2,6	< 2,0	0,66	< 0,20	0,066
Vaterholmen	14V-2-2011	04.09.2018	5,1	1,87	0,33	16	590	680	0,64	0,85	2,9	3,3	4,1	5	< 2,0	2,9	< 0,20	0,095
Vaterholmen	15-ref	24.05.2018	6,9	2,34	<0,1	3	21	16	1,8	2,1	< 0,20	< 0,010	0,68	0,54	< 2,0	0,79	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	15-ref	06.07.2018	6,9	3,04	0,18	3,7	22	13	3,5	3,2	< 0,20	< 0,010	1	0,68	< 2,0	< 0,20	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	15-ref	04.09.2018	7	2,95	0,12	6,9	110	120	2,7	3,5	< 0,20	0,035	0,52	0,57	< 2,0	0,68	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	15V-2	24.05.2018	5,8	1,46	0,35	6,4	240	180	0,72	0,57	0,78	0,55	2,1	1,9	< 2,0	1,8	< 0,20	0,025
Vaterholmen	15V-2	06.07.2018	5,7	1,77	0,55	12	510	350	0,89	0,9	1,3	1,1	3,6	2,7	2,8	2,9	< 0,20	0,062
Vaterholmen	15V-2	04.09.2018	5,2	1,91	0,31	16	690	780	0,79	0,97	2,3	2,9	4,5	4,9	2,8	2,9	< 0,20	0,076
Vaterholmen	15V-3	24.05.2018	6,6	1,85	0,23	4,8	140	88	1,5	1,3	0,39	0,25	1,7	1,3	< 2,0	1,2	< 0,20	0,024
Vaterholmen	15V-3	06.07.2018	6,4	2,12	0,42	8,7	320	180	1,8	1,6	0,73	0,56	2,6	2	< 2,0	0,82	< 0,20	0,049
Vaterholmen	15V-3	04.09.2018	6,5	2,37	0,22	11	350	320	2	2,4	1,1	1,1	2,1	2,4	< 2,0	1,8	< 0,20	0,051
Vaterholmen	16V-1-2011	24.05.2018	5,8	1,36	0,16	6	160	140	0,54	0,54	< 0,20	0,082	0,62	0,74	< 2,0	0,78	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	16V-1-2011	06.07.2018	5,7	1,59	0,28	8,8	330	250	0,66	0,69	< 0,20	0,14	0,83	0,83	< 2,0	0,23	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	16V-1-2011	04.09.2018	5,4	1,71	0,3	13	600	630	0,66	0,88	0,2	0,23	1,3	1,1	< 2,0	1,9	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	1V-1	24.05.2018	6,2	1,14	0,19	3,5	86	61	0,37	0,47	< 0,20	0,038	0,83	0,6	< 2,0	0,74	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	1V-1	06.07.2018	6	1,56	0,6	7,5	310	190	0,79	0,8	< 0,20	0,12	1,5	0,76	< 2,0	0,69	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	1V-1	04.09.2018	5,7	1,65	0,28	11	410	430	0,74	0,92	0,23	0,24	1,1	1	< 2,0	1,7	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	5V-1	24.05.2018	6,3	1,11	0,18	3,7	75	62	0,45	0,5	< 0,20	0,027	0,52	0,64	< 2,0	0,83	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	5V-1	06.07.2018	6,2	1,5	0,27	5,5	99	67	0,78	0,79	< 0,20	0,027	1,1	0,56	< 2,0	1	< 0,20	0,02
Vaterholmen	5V-1	04.09.2018	6,1	1,61	0,33	8,8	280	260	0,7	0,9	< 0,20	0,071	0,65	0,7	< 2,0	1,2	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	5V-4	24.05.2018	6,3	1,12	0,2	3,4	110	56	0,58	0,49	< 0,20	0,02	0,89	0,57	< 2,0	0,71	< 0,20	< 0,020
Vaterholmen	5V-4	06.07.2018	6,2	1,51	0,47	7	410	180	1	0,82	< 0,20	0,066	1,5	0,63	< 2,0	1,2	< 0,20	< 0,020

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Vaterholmen	5V-4	04.09.2018	5,8	1,6	0,27	11	400	390	0,73	1	< 0,20	0,12	1,1	0,87	< 2,0	1,7	< 0,20	0,021
Vikesdalmoen	V1	19.04.2018	5,9	2,72	<0,1	2,2	38	14	0,78	0,68	< 0,20	0,066	0,68	0,29	< 2,0	3,2	< 0,20	0,039
Vikesdalmoen	V1	25.06.2018	6,5	4,34	0,47	1,3	18	9,5	1,8	1,6	< 0,20	0,018	0,77	0,28	< 2,0	1,8	< 0,20	0,042
Vikesdalmoen	V1	13.11.2018	6,3	3,75	0,31	2	52	25	1,4	1,2	< 0,20	0,054	0,55	0,19	3,9	3,3	< 0,20	0,06
Vikesdalmoen	V10	19.04.2018	6,3	3,39	<0,1	1,9	20	8,6	1,3	1,2	< 0,20	0,08	0,93	0,35	< 2,0	2,3	< 0,20	0,046
Vikesdalmoen	V10	25.06.2018	6,8	6,35	0,37	1,3	17	8	3,9	3,4	< 0,20	0,029	< 0,50	0,16	< 2,0	1,4	< 0,20	0,022
Vikesdalmoen	V10	13.11.2018	6,4	4,2	0,46	2,4	59	31	2,2	1,9	< 0,20	0,13	0,68	0,26	2,6	2,3	< 0,20	0,052
Vikesdalmoen	V2	19.04.2018	5,9	2,87	<0,1	2,1	16	7,3	0,98	0,71	< 0,20	0,13	0,81	0,25	2,3	2	< 0,20	0,045
Vikesdalmoen	V2	25.06.2018	6,6	3,94	0,42	1,9	28	16	1,4	1,3	< 0,20	0,076	0,96	0,23	< 2,0	1,3	< 0,20	0,049
Vikesdalmoen	V2	13.11.2018	6,2	3,24	0,36	2,4	34	21	1,2	0,98	0,23	0,19	0,52	0,21	2,1	2	< 0,20	0,041
Vikesdalmoen	V3	19.04.2018	5,9	2,86	<0,1	2,2	17	6,4	0,77	0,69	< 0,20	0,13	0,81	0,34	< 2,0	1,8	< 0,20	0,038
Vikesdalmoen	V3	25.06.2018	6,6	4	0,48	2	23	13	1,4	1,3	< 0,20	0,061	1	0,22	< 2,0	1,2	< 0,20	< 0,020
Vikesdalmoen	V3	13.11.2018	6,2	3,24	0,38	2,4	41	18	1,3	0,96	0,25	0,17	< 0,50	0,15	< 2,0	1,9	< 0,20	0,036
Vikesdalmoen	V4	19.04.2018	6,3	3,95	0,6	1,7	9,1	4,3	1,7	1,7	< 0,20	0,073	0,6	0,24	< 2,0	1,5	< 0,20	0,031
Vikesdalmoen	V4	25.06.2018	6,4	6,62	0,41	1,2	8,9	4	4,2	3,8	< 0,20	0,048	< 0,50	0,18	< 2,0	2,8	< 0,20	0,025
Vikesdalmoen	V4	13.11.2018	6,2	4,39	0,42	2,3	33	16	2,4	2,1	< 0,20	0,14	0,9	0,19	< 2,0	1,8	< 0,20	0,046
Vikesdalmoen	V5	19.04.2018	5,9	2,83	0,22	2,2	34	11	0,74	0,72	< 0,20	0,068	0,65	0,33	< 2,0	3,3	< 0,20	0,045
Vikesdalmoen	V5	25.06.2018	6,4	4,18	0,38	1,5	15	7,7	1,8	1,5	< 0,20	0,047	0,53	0,31	< 2,0	1,9	< 0,20	0,047
Vikesdalmoen	V5	13.11.2018	6,2	3,68	0,59	2,1	53	27	1,5	1,2	< 0,20	0,073	0,93	0,22	4,7	3,8	< 0,20	0,06
Vikesdalmoen	V6	19.04.2018	5,9	2,84	<0,1	2,4	30	13	0,65	0,74	< 0,20	0,084	0,84	0,4	< 2,0	3,4	< 0,20	0,045
Vikesdalmoen	V6	25.06.2018	6,1	4,37	0,73	1,9	49	16	1,4	1,3	< 0,20	0,064	0,52	0,39	2,5	3	< 0,20	0,039
Vikesdalmoen	V6	13.11.2018	6,1	3,63	0,33	2,5	54	28	1,2	1,1	< 0,20	0,1	0,74	0,22	3,3	3	< 0,20	0,065
Vikesdalmoen	V7	19.04.2018	5,9	2,84	0,33	2,3	31	13	0,68	0,64	< 0,20	0,11	0,64	0,35	< 2,0	3,3	< 0,20	0,039
Vikesdalmoen	V7	25.06.2018	5,8	3,96	0,39	1,6	36	12	1,3	1	0,22	0,14	1	0,5	3,6	4,3	< 0,20	0,087
Vikesdalmoen	V7	13.11.2018	6,1	3,53	0,36	2,2	52	27	1,1	1	0,21	0,13	0,52	0,22	3,2	3,6	< 0,20	0,067
Vikesdalmoen	V8	19.04.2018	5,8	3,2	0,18	2,2	31	11	0,69	0,67	< 0,20	0,11	0,68	0,35	< 2,0	2,9	< 0,20	0,049
Vikesdalmoen	V8	25.06.2018	6,2	4,44	0,41	1,3	44	14	1,8	1,5	< 0,20	0,05	< 0,50	0,24	2,3	2,5	< 0,20	0,052
Vikesdalmoen	V8	13.11.2018	6	3,63	0,31	2,7	56	29	1,4	1,2	< 0,20	0,16	< 0,50	0,23	2,8	3,3	< 0,20	0,064

NIVA 7360-2019

SØF	Punkt	Dato	pH	Kond.	Turb.	TOC	Fe (t)	Fe (f)	Ca (t)	Ca (f)	Pb (t)	Pb (f)	Cu (t)	Cu (f)	Zn (t)	Zn (f)	Sb (t)	Sb (f)
				mS/m	FNU	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Vikesdalmoen	V9	19.04.2018	6,4	4,19	0,17	1,6	17	6,6	1,9	1,7	< 0,20	0,048	< 0,50	0,26	< 2,0	1,6	< 0,20	0,034
Vikesdalmoen	V9	25.06.2018	6,7	6,47	0,52	1,5	18	11	3,9	3,8	< 0,20	0,047	0,68	0,21	< 2,0	1,4	< 0,20	0,025
Vikesdalmoen	V9	13.11.2018	6,5	4,51	0,6	2,1	54	25	2,4	2,1	< 0,20	0,11	0,63	0,18	< 2,0	1,8	< 0,20	0,043
Ørskogfjellet	P21	22.05.2018	6,4	1,41	0,27	2,7	110	64	0,46	0,45	1,1	0,76	1,7	1,6	< 2,0	1,1	< 0,20	0,071
Ørskogfjellet	P21	17.07.2018	6,8	2,98	0,8	6,5	560	290	1,5	1,8	3,6	2,3	6	5,3	< 2,0	1,9	< 0,20	0,18
Ørskogfjellet	P21	07.09.2018	6,6	2,44	0,8	5,7	450	210	1,2	1,2	2,4	1,7	4	4	2,3	1,9	< 0,20	0,17
Ørskogfjellet	P22	22.05.2018	6,5	1,16	<0,1	1,8	18	17	0,33	0,29	< 0,20	0,026	0,58	0,37	< 2,0	0,66	< 0,20	< 0,020
Ørskogfjellet	P22	07.09.2018	6,6	2,13	0,23	2,4	22	20	0,53	0,6	< 0,20	0,067	0,52	0,55	< 2,0	1,2	< 0,20	< 0,020
Ørskogfjellet	P3	22.05.2018	5,9	2,36	0,4	8,8	300	250	0,44	0,44	16	13	15	14	5,2	5,1	0,49	0,44
Ørskogfjellet	P3	17.07.2018	6,1	3,05	0,71	18	690	520	0,78	0,94	28	25	26	24	8	8,4	0,4	0,41
Ørskogfjellet	P3	07.09.2018	5,7	2,35	2,6	9,6	180	180	0,5	0,56	9,7	10	13	13	4,6	5,6	0,67	0,65
Ørskogfjellet	P7	22.05.2018	6,4	2,84	1	6,8	570	310	1,3	1,2	7,7	4,5	7,5	6,6	3,6	3,7	0,42	0,39
Ørskogfjellet	P7	17.07.2018	6,8	4,16	2,4	11	1600	650	2,3	2,9	7,6	3,7	8,9	7,6	3,3	3,1	0,28	0,27
Ørskogfjellet	P7	07.09.2018	6,6	4,19	1,1	9,6	750	520	1,8	1,8	4,8	3,9	6,5	6,8	3,8	4,3	0,44	0,37

Forsvarsbygg er et statlig forvaltningsorgan underlagt Forsvarsdepartementet. Vi utvikler, bygger, drifter og avhender eiendom for forsvarssektoren.

Postboks 405 sentrum
0103 Oslo
Telefon: 815 70 400
www.forsvarsbygg.no