



Foto: Forsvarsbygg v/T. Mørch

**Forsvarsbyggs skyte- og
øvingsfelt**

**Program tungmetallovervåking
2014**

Markedsområde Viken

<i>Tittel/Title:</i> Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt Program tungmetallovervåking 2014 Markedsområde Viken
<i>Forfatter(e)/Author(s) (alphabetical order):</i> Rolf E. Andersen og Kim Forchhammer

<i>Dato/Date:</i> 10.12.2015	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> -	<i>Saksnr./Archive No.:</i> -
<i>Rapport nr./Report No.:</i> Futurarapport: 812/2015 Golder rapport: 1450910042-5/2015	<i>ISBN-nr.:</i>	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 55	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 1

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Forsvarsbygg	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Turid Winther-Larsen
<i>Stikkord:</i> Skyte- og øvingsfelt, tungmetaller, overvåking	<i>Fagområde:</i> Vannkvalitet
<i>Sammendrag:</i> Forsvarsbygg rapporterer årlig fra vannprøvetaking i aktive skyte- og øvingsfelt. Denne rapporten beskriver innholdet av metaller i utvalgte bekker og elver i 2014, i Markedsområde Viken. Feltene er presentert under. SØF Heistadmoen: <i>Prøvetaking:</i> I 2014 ble det tatt vannprøver fra 13 prøvepunkter den 10. juli og 1. desember. Ved prøvetakingen den 1. desember ble det ved en feiltakelse ikke tatt prøve i punkt 29. Forsvarsbygg har i 2014 søkt om tillatelse til virksomhet iht. forurensningsloven, og har i den forbindelse foreslått et nytt overvåkingsprogram. Prøvetakingen i 2014 er basert på dette forslaget. I forhold til prøvetakingen i 2013 er det 6 nye punkter. Punkt 7 som sist ble brukt i 2007, og 5 nye punkter (25, 27, 28, 29 og 30). <i>Konklusjon:</i> Det er i 2014 ikke observert verdier som faller utenfor de variasjonsmønstre som er sett tidligere. Internt i feltet forekommer høye verdier for de fleste av de undersøkte parametrene, men det er ikke konstatert vesentlige økninger i større resipienter utenfor Forsvarets område. Heistadmoen ligger i et område rikt på tungmetaller (både bly og kobber), dvs. et ertsmineralrikt område med flere registrerte malmforekomster som kan gi forhøyde bakgrunnsverdier. <i>Anbefaling:</i> Det anbefales å etablere flere referansepunkter. I tillegg foreslås punktene 2 og 12 om mulig erstattet av punkter lengre nedstrøms, da resultatene på grunn av liten vannføring varierer for mye. SØF Hengsvann: <i>Prøvetaking:</i> I 2014 ble det tatt ut prøver i 4 punkter 3. juli og 18. november. Prøvepunktene er vist i figur 16 og beskrevet nærmere i tabell 3. Nytt punkt i forhold til 2013 var punkt 2, et referansepunkt som tidligere har	

inngått i overvåkingen.

Konklusjon: Det er i 2014 ikke observert verdier som faller utenfor de variasjonsmønster som er sett tidligere. Internt i feltet forekommer høye verdier for de fleste av de undersøkte parametere, men det er ikke konstatert vesentlige økninger i større resipienter utenfor Forsvarets område. Som Heistadmoen ligger Hengsvann i et ertsmineralrikt område, og det finnes indikasjoner på høye bakgrunnsverdier for enkelte tungmetaller. I punkt 1 er det en stigende trend for kobber og sink i perioden 2006-2014. Forsvarsbygg har gjennomført tiltak i feltet.

Anbefaling: Det anbefales å etablere flere referansepunkter.

SØF Steinsjøfeltet:

Prøvetaking: I 2014 ble det tatt ut vannprøver fra 16 prøvepunkter i to omganger, 9. juli og 20. november. I forhold til prøvetakingen siste år er punkt 24 nytt. Dette punkt ble foreslått i rapporten for 2013 for å se på fortynningsgraden i forhold til punktene 12 og 13 oppstrøms.

Konklusjon: Det er i 2014 ikke observert verdier som faller utenfor de variasjonsmønster som er sett tidligere. Steinsjøfeltet er ett av de 30 felt som har inngått i overvåkingen i 2014 som har de høyeste konsentrasjoner av kobber, bly og sink. For kobber har 3 punkter de senere årene hatt konsentrasjoner over 50 µg/l, og 9 punkter ligger normalt i tilstandsklasse V. Blant disse er også større bekker med beregnet avrenning omkring 20 l/s. Som Heistadmoen og Hengsvann ligger Steinsjøfeltet i et ertsmineralrikt område, og det finnes indikasjoner på høye bakgrunnsverdier for enkelte tungmetaller. Det er ikke i noen punkter observert trender.

Anbefaling: Det anbefales å etablere flere referansepunkter, og å nedlegge punkt 11 som oftest er tørrlagt, og derfor ikke kan brukes til å karakterisere avrenningen. Det anbefales også å legge ned punktene 6B og 23 i de to store vassdragene Hersjøelva og Steinsjøelva.

Land/Country:

Norge

Sted/Lokalitet:

SØF Heistadmoen, SØF Hengsvann, SØF Steinsjøfeltet



Kim Forchhammer

Saksbehandler/Author

Rolf E. Andersen

Prosjektleder/Project manager

Forord

Forsvarsbygg har etter mange års overvåking god oversikt over forurensningssituasjonen i skyte- og øvingsfeltene (SØF). Det er store ulikheter i utlekking av metaller fra feltene, men utlekkingen fra hvert enkelt felt er derimot relativt stabil fra år til år. Hovedformålet med overvåkingen som rapporteres her, er derfor å se etter trender som viser endret utlekking, uventede/ikke forventede økninger i konsentrasjoner, samt å måle effekter av gjennomført tiltak (reduert utlekking).

Forsvarsbygg kartla i 2006-2008 vannkvalitet og avrenning av metaller, sprengstoff og hvitt fosfor i elver og bekker i 47 SØF. Resultatene er samlet i rapporten «Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt, og var sluttrapporten til Program grunnforurensning 2006-2008». Rapporten gir en status av forurensningsnivået i alle SØF, og kan lastes ned herfra <http://www.forsvarsbygg.no/Vi-tar-vare-pa-miljoet/Grunn-og-vatn/>. Rapportene for hvert markedsområde den gang, finnes under underoverskriften «Program grunnforurensning».

Per i dag har vi ca. 50 aktive SØF, og disse inngår i Program tungmetallovervåking. Feltene overvåkes med varierende hyppighet (årlig, eller hvert annet, tredje til femte år). Frekvensen bestemmes av situasjonen og funnene, og frekvensen og aktuell prøvepunkter vurderes årlig. Overvåkingsomfanget endres ved behov. Prøvetakingen gjennomføres av ansatte i markedsområdene.

Vannprøvene i 2014 er analysert for bly, kobber, sink, antimon, pH, TOC, jern, turbiditet og kalsium, ved ALcontrol Laboratories i Sverige.

I tillegg til Program tungmetallovervåking, gjennomføres det mer omfattende prøvetaking der Forsvarsbygg skal søke om tillatelse til virksomhet som kan forårsake forurensning, jf. forurensningslovens § 11. Denne prøvetakingen rapporteres separat. Det skrives også egne fagrapporter som følger med som vedlegg til søknaden om tillatelse.

Mer omfattende prøvetaking gjennomføres også for å vurdere behov for tiltak; i tilfeller vi over tid måler økte nivåer i et eller flere prøvepunkt. Ved gjennomføring av tiltak i SØF, tas det også en del ekstra vannprøver – før, under og etter gjennomføring av tiltakene. I denne rapporten nevnes dette kort for de SØFene hvor tiltak er fulgt opp i 2014.

Forsvarsbygg retter en stor takk til markedsområdene i Forsvarsbygg, Golder Associates AS og ALcontrol Laboratories for samarbeidet.

Per Siem
Oberstløytnant
Avdelingssjef grunneiendom og SØF
Forsvarsbygg utleie eiendomsforvaltning

Innhold

Forord	3
Innhold	4
Innledning.....	5
Metoder	7
Heistadmoen	10
1. Innledning	11
2. Vannprøvetaking	12
3. Resultater og diskusjon	16
4. Konklusjon og anbefalinger	24
Hengsvann	25
1. Innledning	26
2. Vannprøvetaking	27
3. Resultater og diskusjon	29
4. Konklusjon og anbefalinger	32
Steinsjøfeltet	33
1. Innledning	34
2. Vannprøvetaking	35
3. Resultater og diskusjon	39
4. Konklusjon og anbefalinger	46
Referanser	47
Vedlegg 1 - Analysedata 2011-2014.....	48

Innledning

Forsvarsbygg er et forvaltningsorgan for forsvarssektorens eiendom, bygg og anlegg, og har blant annet forvaltningsansvar for skyte- og øvingsfeltene. De fleste skyte- og øvingsfeltene er gamle, og det har vært virksomhet der i en årrekke. En viktig del av Forsvarsbygg sin miljøoppfølging er å ha et omfattende program for overvåking av vannkvalitet i vannforekomster som drenerer skyte- og øvingsfeltene. Skyte- og øvingsfeltene forkortes til SØF flere steder i denne rapporten.

Forsvarets bruk av håndvåpenammunisjon på skytebaner og i skytefelt fører over tid til akkumulering av metaller. På basisskytebaner skytes det normalt på faste skiver med et kulefang bak. Forurensningen havner da hovedsakelig i kulefangene. På feltskytebaner brukes imidlertid hele banens areal og forurensningen blir tilsvarende spredt. På enkelte feltskytebaner finnes såkalte blenderinger som samler opp noe ammunisjon. Blyholdig håndvåpenammunisjon består av en kjerne med bly og antimon og en mantel av kobber og sink. Fokus i overvåkingen er derfor å måle utlekking av disse stoffene. I de siste årene har bruk av blyfri ammunisjon økt gradvis, der kjernen av bly og antimon er byttet ut med jern (stål).

Metaller og metalloider kan være toksiske for akvatiske (og terrestriske) organismer selv ved lave doser. Metallene som avsettes og korrosjonsforbindelser som dannes i nedbørfeltet, vil i løsnings eller som bundet til partikler kunne lekke ut til bekker og elver. «Program tungmetall-overvåking», som ble etablert i 2009, skal gjennom vannprøvetaking fange opp endringer i utlekking av metaller som kan relateres til bruken av slik håndvåpenammunisjon. Programmet ble opprettet som en oppfølging av «Program grunnforurensning».

Forsvarsbygg tar løpende prøver av vann for å følge utviklingen over tid.

Gjennom årene har ulike konsulenter hatt ansvaret for overvåkingen av avrenning fra skyte- og øvingsfeltene:

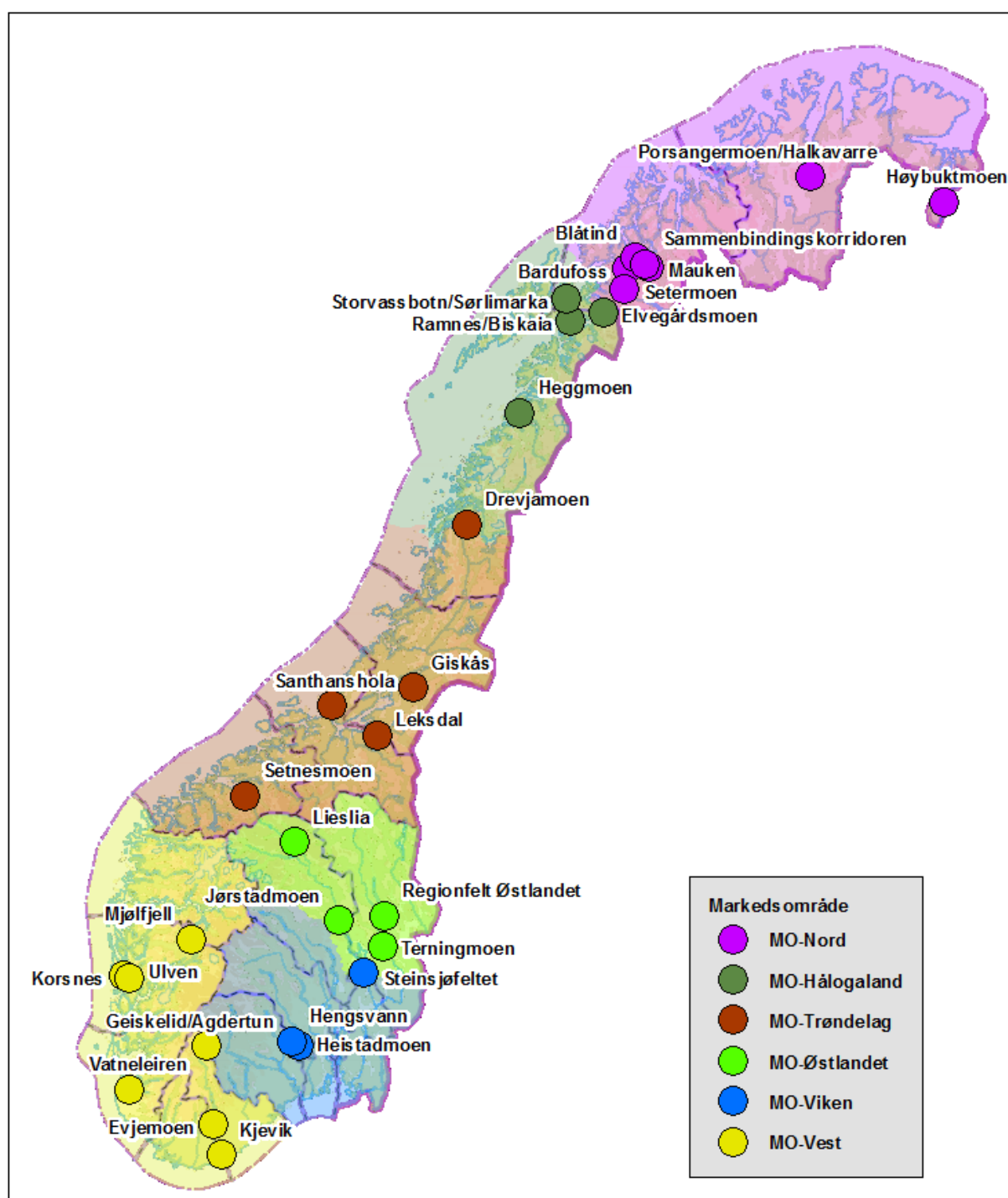
1991–2006: NIVA
2006–2009: SWECO AS
2010–2014: Bioforsk
2014– : Golder Associates AS

I 2014 har det blitt tatt vannprøver i 30 skytefelt fordelt på seks markedsområder, vist i figur 1. Det skrives én rapport for hvert markedsområde.

For skyte- og øvingsfelt, der det foreligger tillatelse etter forurensningsloven, utarbeides det separate rapporter. Per i dag gjelder dette Leksdal skyte- og øvingsfelt samt Regionfelt Østlandet med Rødsmoen øvingsområde og Rena leir og flyplass.

Det må også nevnes at flere skyte- og øvingsområder ligger i områder der berggrunnen inneholder malm og metaller i mengder slik at det er eller har vært drevet gruvevirksomhet. Dette er i tilfelle omtalt under hvert område – som mutings- og utmålsområder^{1, 2}.

¹ **Muting** = undersøkelsesrett – egentlig *erhvervelse av rett til å undersøke* forekomster av mutbare mineraler i et område, og rett fremfor andre til utmål i området og til å utnytte forekomstene. *Mutbare mineraler* er mineraler med egenvekt 5 eller mer og malmer av slike mineraler. Søknaden om mutingsrett skal inneholde opplysninger om hva slags mutbare mineraler søkeren antar finnes. Kilde: <https://snl.no/muting>



Figur 1: De 30 skyte- og øvingsfeltene som inngår i «Program tungmetallovervåkning» i 2014.

² **Utmål** = areal hvor en undersøger (mutingshaver) har enerett til utvinning av mineraler. Kilde: <https://snl.no/utm%C3%A5l%2Fbergverk>

Metoder

Prøvetaking

Prøvetakingen har for det meste blitt utført av personell fra markedsområdene hos Forsvarsbygg. Avvik fra dette omtales under de enkelte skytefeltene. Prøvetakingspunktene identifiseres i feltet ved hjelp av detaljerte kart, bilder, beskrivelse, koordinater og i noen tilfeller merkepinner som er satt opp tidligere. Det tilstrebes å minimere risikoen for kontaminering gjennom å ta prøvene i de mest stille/dype partier (for å minimere mengden suspendert materiale), og gjennom å skylle prøveflaskene tre ganger med vann fra prøvestedet før selve prøvetakingen.

Prøvepunktene er delt inn i:

Referansepunkt – et punkt som ikke er påvirket av aktiviteter i eller bruk av SØF

Internt punkt – et punkt inne i SØF påvirket av aktiviteter/bruk, der det tas prøver for å kunne avgrense eventuell lokal påvirkning.

Kontrollpunkt – et punkt nedstrøms all aktivitet/bruk som kan påvirke vannet som renner ut av SØF (ofte nær SØF-grensen). Punktene ligger så nær feltets grense som praktisk mulig, eller ved utløp til hovedresipienter.

Hovedresipient – et punkt i et større vassdrag (resipient – sjø/innsjø/elv) som som regel ligger nedstrøms aktuelt SØF, men som også kan gå langs grensen av SØF eller også ligge i/gå gjennom aktuelt SØF. Ved beskrivelsen av punktet vil det bli redegjort nærmere for dette. Karakteristisk er imidlertid at vannføringen (og fortynningen) i «Hovedresipient» vil være betydelig større enn i de andre punktene.

Forsvarsbygg gjør årlige vurderinger av hvilke punkt som skal prøvetas. Punktene skal i størst mulig grad fange opp avrenning fra arealer med aktive skytebaner. Det kan forekomme endringer i prøvetakingsplan av ulike årsaker, for eksempel behov for å avklare årsak eller kilde til høy metallutlekking, nye baner, man oppdager at ikke alle baner har avrenning til eksisterende prøvepunkt. Det kan også oppstå behov for nye prøvepunkt i andre prosjekt Forsvarsbygg gjennomfører, som tiltaksvurderinger og søknad om tillatelse til virksomhet som kan forårsake forurensning. Punktene som prøvetas av markedsområdene og som det rapporteres på her, kan derfor variere fra år til år og av og til også fra vårprøvetakingen til høstprøvetakingen. Bakgrunnen for endringene er kortfattet nevnt under det enkelte felt.

Til informasjon vises mange bekker med to linjer hver i kartene som viser skyte- og øvingsfeltets overvåkingspunkter. Dette skyldes at underlagene som er levert av Statkart, er av varierende kvalitet. Informasjonen i ulike kart sammenfaller ikke alltid, og det kan mangle informasjon i kartene. En bekk kan derfor bli seende ut som to bekker med en viss avstand i mellom. I tillegg kan informasjon om at det finnes en dam være med i ett kart men ikke i et annet. En bekk som er med på ett kart, kan være utelatt i et annet kart over samme område. I denne rapporten ønsker vi å ha med så fullstendig informasjon om området som mulig, og enkeltbekker blir derfor ofte vist som to linjer nær hverandre.

Analysér

I 2014 har de kjemiske analysene blitt utført av ALcontrol Laboratories i Sverige. Laboratoriet er akkreditert for de aktuelle analysene.

Samtlige analyser er utført på ufiltrerte vannprøver. Prøvene er analysert for følgende stoffer:

Metaller fra ammunisjonsbruk	Kobber (Cu) Bly (Pb) Sink (Zn) Antimon (Sb)
Støtteparametere	pH Kalsium (Ca) Ledningsevne Turbiditet (FNU) Totalt organisk karbon (TOC) Jern (Fe)

Kobber (Cu), bly (Pb) og sink (Zn) er tungmetaller med en egenvekt $> 5 \text{ g/cm}^3$. Antimon (Sb) er et mobilt metalloid under nøytrale og alkaliske forhold ($\text{pH} > 7$).

Alle stoffene forekommer naturlig med bakgrunnskonsentrasjoner som kan variere stort basert på historiske, geologiske og geokjemiske forhold. Forhøyde konsentrasjoner av disse stoffene vil også kunne gjenfinnes i avrenning fra veier og bebygde områder.

De ulike støtteparametere som måles, er de som har størst betydning for metallenes forekomst i vannprøvene. Metallene er ofte knyttet til partikler eller organisk stoff, og derfor måles også turbiditet (som mål for suspendert stoff) og totalt organisk materiale (TOC). Metallenes løselighet er påvirket av vannets surhetsgrad, som måles som pH og primært påvirkes av innholdet av kalsium (Ca). Kalsium virker som et utfellingsmiddel, som får organisk stoff og tungmetaller til lettere å klumpe seg sammen og sedimentere. Også saltinnholdet (målt som ledningsevne) er viktig, da økende saltinnhold vill gi en økt korrosjon av metaller. Jern måles fordi det sier mye om redoks-forholdene. Under oksygenfattige forhold er jern forholdsvis lettoppløselig, men når det utsettes for oksygen danner det stabile kompleksforbindelser (rust/okker/myrmalm). I disse kompleksforbindelser inngår som regel også andre metaller, som altså blir bundet og friggitt sammen med jernet.

Resultater

I vedlegg 1 er alle resultatene for de 10 standardparametere for perioden 2011–2014 vist. Rapporter fra tidligere prøvetakinger er listet i referanselisten. Ved gjennomgangen av årets resultater for de enkelte skytefeltene fokuseres det på de parameterne, der det forekommer tydelige forskjeller mellom forskjellige punkter og/eller skytefelt.

I mange av grafene forekommer det spredte høye topper, der verdiene ligger langt over det som ellers er normalt for det aktuelle punktet. Dette vil i de fleste tilfeller skyldes kontaminering eller spesielle omstendigheter i forbindelse med prøvetakingen. Ikke minst gjelder dette ved forhøyet innhold av partikler i vannet. Ved gjennomgangen av resultatene ses det som regel bort fra slike tydelig avvikende resultater.

De målte konsentrasjonene av tungmetallene i prøvepunktene er vurdert opp mot tilstandsklasser i veiledning 97:04, TA-1468/1997, Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann utgitt av Miljødirektoratet (jf. tabell 1).

Tabell 1: Tilstandsklasser for bly, kobber og sink (ufiltrerte vannprøver er lagt til grunn)

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Parameter (µg/l)	Ubetydelig forurensset	Moderat forurensset	Markert forurensset	Sterkt forurensset	Meget sterkt forurensset
Kobber	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
Bly	<0,5	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
Sink	<5	5-20	20-50	50-100	>100

Bakgrunnsfargene i tabellen brukes i grafene i senere avsnitt, men er der gjort noe lysere for å gjøre grafene mer tydelige.

For antimon er det ikke fastsatt tilstandsklasser. Drikkevannsforskriften har satt en grense på 5 µg/l (på tappestedet), som er likt med drikkevannsgrensen satt av EU. Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt grensen til 20 µg Sb/l. Fargene i grafene for antimon er basert på disse grenseverdiene.

For å forenkle sammenlikningen mellom forskjellige grafer er det brukt en fast skala for hvert stoff. Den faste skalaen i grafene er basert på resultatene for 2014 for samtlige skytefelt. Så, når kurvene ligger lavt eller høyt i grafene, er det fordi verdiene er lave eller høye i forhold til variasjonsbredden for samtlige skytefelt. I en del tilfeller medfører den faste skalaen, at svært høye verdier faller utenfor grafen. Alle resultater er imidlertid gitt i vedlegg 1.

I grafene er analyseresultater under rapporteringsgrensen (rg) vist som rg/2. Det skal bemerkes, at rapporteringsgrensene har endret seg med tiden, slik at mange kurver som ligger nær rapporteringsgrensen ser ut til å ha en fallende trend, fordi rapporteringsgrensen har blitt lavere. Grafene viser målte verdier for perioden 2006-2014.

Heistadmoen

1. Innledning	11
1.1. Områdebeskrivelse	11
1.2. Aktivitet i feltet	11
2. Vannprøvetaking	12
2.1. Værforhold	13
3. Resultater og diskusjon	16
3.1. Støtteparametere	16
3.2. Kobber, bly, sink og antimon	19
4. Konklusjon og anbefalinger	24

1. Innledning

1.1. Områdebeskrivelse

Heistadmoen skyte- og øvingsfelt ligger i Kongsberg omtrent 10 km sørvest for Kongsberg sentrum, Buskerud fylke. Grensene strekker seg fra Saggrenda i nord til Tverrelva i sør. Feltet dekker et areal på om lag 7 km².

Heistadmoen SØF ligger i Vannregion Vest-Viken i Numedalslågen vannområde og er vurdert til ikke å ha den største påvirkningen på hovedvassdraget (ref. utkast til søknad etter forurensningslovens § 11). Heistadmoen SØF er likevel tatt med og nevnt i forvaltningsplanen for vannregionen, som en lokal påvirkningskilde.

I den nordre delen av skytefeltet drenerer Ertstjern ut i Ertsbekken. Sørfeltet drenerer til Tverrelva–Dalselva–Numedalslågen (mest vanlig kalt Lågen). Vestfeltet drenerer til Ertstjern–Bramsane–Lågen, mens resten av feltet drenerer østover via bekker direkte til Lågen. Lågen er fiskerik, og en av Norges viktigste lakseelver og elva er nasjonalt laksevassdrag. Det er store forekomster av rødlistearten elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i nedre deler av elva.

Heistadmoen SØF ligger i et område hvor berggrunnen hovedsakelig består av fattige bergarter som gneis og granitt med noe innslag av rikere bergarter som glimmerskifer.

Terrenget er dominert av myr og fjell i dagen (mye bartfjell og fjell med tynt dekke av løsmasser), men stedvis er det tykt morenedekke. Bekkekløften øst for Kisgruveåsen er et rasmarkområde, og viser et noe rikere jordsmonn enn i resten av feltet. Mot Numedalslågen (Lågen) består overdekningen av breelvavsetninger, elveavsetninger og til dels tykke hav- og fjordavsetninger.

Kongsbergområdet er en kjent mineralprovins med blant annet sølv og kismalmer. Det er tre kjente malmområder i den nordre og vestre delen av feltet; Kisgruva, Ertstjern og Stavsmyr. De to førstnevnte er drevet på kismalmer med kobber, bly og sink. Stavsmyr er et gammelt sølvskjerp hvor det har blitt registrert noe kismalm og rust fra svovelkis på bergflater. I Kisgruveåsen har det vært drevet gruvevirksomhet fram til 1902. Malmen inneholdt vanligvis 35–40 % svovel og 1 % kobber. Forvitring av naturlig kismalm kan medføre forhøyet innhold av metaller. I tillegg til de tre gruelokaliteter finnes det et stort antall malmlokaliteter (punktforekomster slik som skjerp og massetak), primært vest for Kisgruveåsen, men også både vest og øst for Ertstjern.

Stedvis synes området også å være påvirket av Oslofeltet da en har overraskende høye konsentrasjoner av kalsium i bekkevann som igjen gir pH-verdier nær det nøytrale. Heistadmoen har geologisk sett meget interessante forekomster av Oslofeltets fossiler.

Se figur 3 for berggrunnsforhold og malmforekomster ved Heistadmoen.

1.2. Aktivitet i feltet

Heistadmoen leir ble etablert i 1909 som erstatning for tidligere ekserserplass ved Skien, og ble valgt mye grunnet områdets utstrekning og vekslende terreng. Heistadmoen skyte- og øvingsfelt ble utviklet som et nærøvingsfelt, der det var en blanding av feltbaner og oppbygde baner. Feltet har vært i kontinuerlig bruk siden, men i dag er feltbanene nedlagt (aktiviteten er flyttet til Hengsvann SØF), og det er etablert en rekke basisskytebaner. Enkelte av disse har et feltmessig preg, der bevegelse mellom standplasser skal gi et inntrykk av operasjon (strid) i felt.

Heistadmoen SØF er i dag et felt primært for Heimevernet er også et stort innslag av brukere fra Hæren, Luftforsvaret og Politiet.

Heistadmoen SØF har en naturlig inndeling i 3 områder: (1) et tørrøvingsfelt inndelt i 8 felter med enkeltstående bygg og installasjoner og ellers minimale naturinngrep, (2) et skytebaneområde inn mot Kisgruveåsen med baner for grunnleggende skyteøvelser og (3) et område med terreng-/skiløypenett for fysisk trening der det også er et stort innslag av sivile brukere. I tillegg er det innenfor Forsvarets område en skistadion, gapahuker og skileikområder. Tørrøvingsfeltet er til dels overlappende med området for «sivil» aktivitet.

De enkelte banene har de siste årene gjennomgått en gradvis oppdatering i forbindelse med vedlikeholdsarbeid samt ved en avvikling av uhensiktsmessige baner, men det er først de siste årene feltet er prioritert for en helhetlig oppgradering. En prosess om dette er startet.

Opplysninger om området feltet ligger i og aktivitetene i dette, er hentet fra rapporter utgitt av Forsvarsbygg, samt ytterligere avklaringer ved behov.

2. Vannprøvetaking

I 2014 ble det tatt vannprøver fra 13 prøvepunkter den 10. juli og 1. desember. Ved prøvetakingen den 1. desember ble det ved en feiltakelse ikke tatt prøve i punkt 29. Prøvepunktene er vist i figur 2 og beskrevet nærmere i tabell 2.

Forsvarsbygg har i 2014 søkt om tillatelse til virksomhet iht. forurensningsloven, og har i den forbindelse foreslått et nytt overvåkingsprogram (Amundsen mfl 2014). Prøvetakingen i 2014 er basert på dette forslaget. I forhold til prøvetakingen i 2013 er det 6 nye punkter. Punkt 7 som sist ble brukt i 2007, og følgende 5 nye punkter:

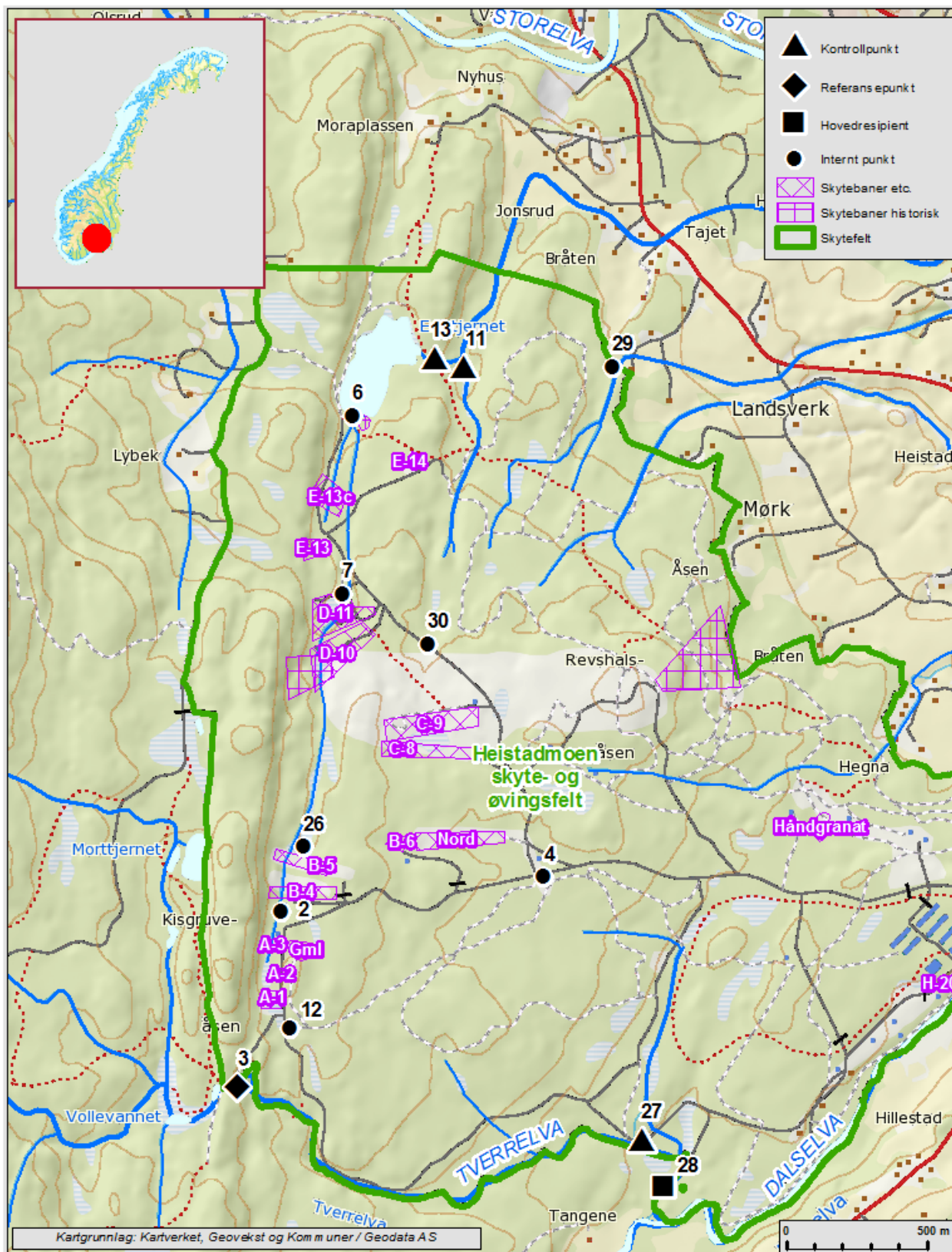
- punkt 26: Umiddelbart nedstrøms banene B4 og B5. Punkt 2 ligger umiddelbart oppstrøms.
- punkt 27: Ligger kort før utløpet i Tverrelva nedstrøms Punkt 4, som har forhøyede konsentrasjoner av flere stoffer.
- punkt 28: I Tverrelva nedstrøms skytefeltet. Sammenlikning med referansepunktet 3 oppstrøms skytefeltet kan vise en eventuell påvirkning fra skytefeltet.
- punkt 29: Punktet ligger ved skytefeltgrensen i nordøst, og er med for å avdekke mulig avrenning fra en nedlagt bane.
- punkt 30: Er lagt kort nedstrøms banene C8 og C9 for å påvise eventuelle effekter derfra.

Tabell 2: Data for prøvepunkter ved Heistadmoen i 2014.

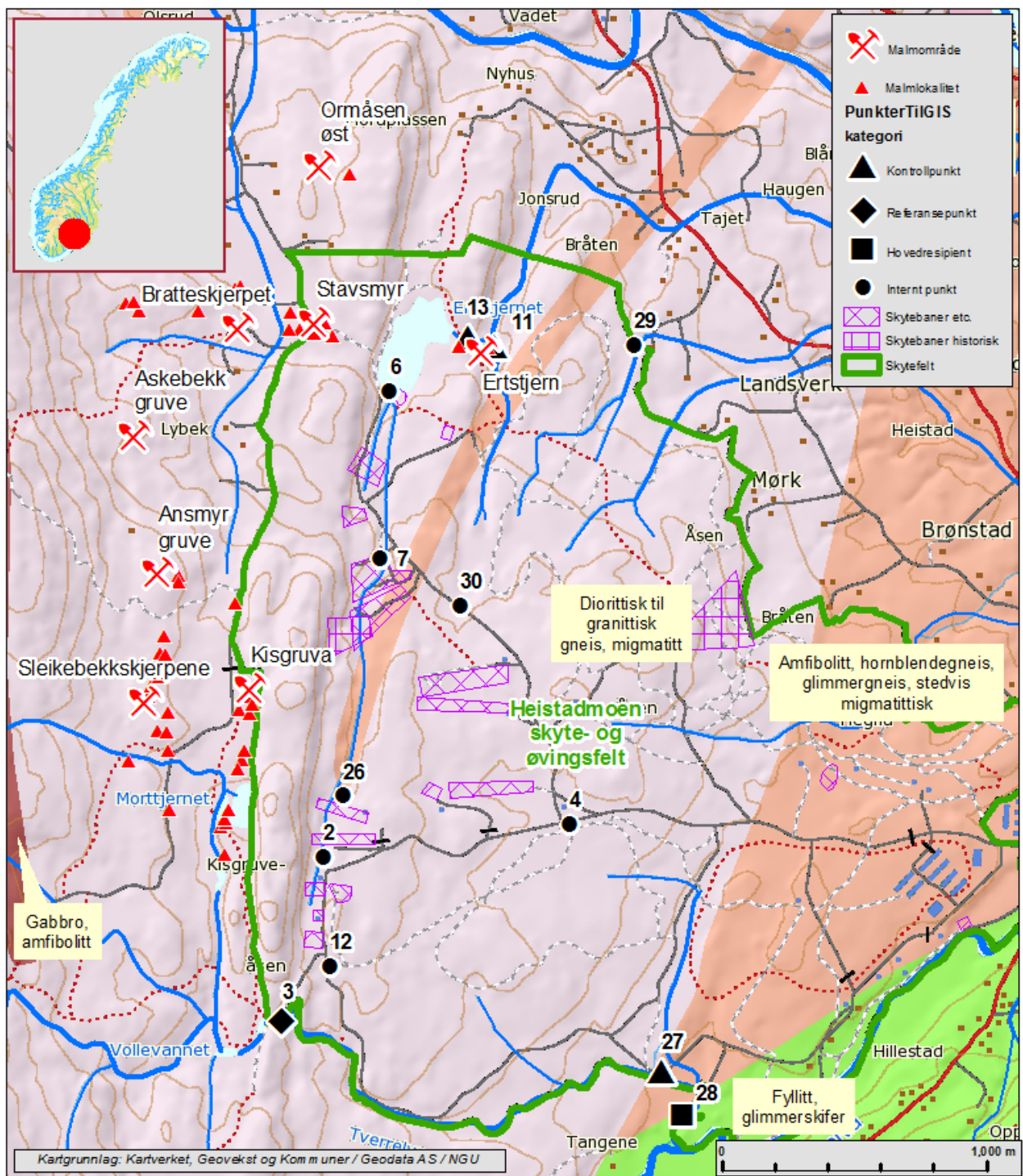
Punkttype	Punkt	Beskrivelse	Dreneringsområde	Kommentar	Koordinater i UTM 33	
					Øst	Nord
Hoved-resipient	28	Elv	Bane A1, A2, C8, C9, B6		197579	6617509
Internt punkt	2	Liten bekk	Bane A2, A3 + nedlagt leir-duebane		196214	6618489
	12	Liten bekk	Bane A1, A2		196207	6618125
	26	Liten bekk	A2, A3, B4, B5		196274	6618731
	30	Liten bekk	C9, og ev noe fra C8. Oppstrøms Punkt 11		196737	6619444
	4	Liten bekk	Bane C8 og C9, B6		197149	6618614
	6	Liten bekk	A2, A3, B4, B5, D10, D11, E13 + nedlagt målområde B6, 12, E13C, E15		196466	6620258
	7	Liten bekk	A2, A3, B4, B5, D10, D11 + nedlagt målområde B6, 12		196431	6619623
	29	Liten bekk	C9	Er omgjort fra referansepunkt pga. påvirkning fra bane 9.	197387	6620434
Kontroll-punkt	11	Liten bekk	E14 og C9		196867	6620430
	13	Liten bekk	A2, A3, B4, B5, D10, D11, E13 + nedlagt målområde B6, 12, E13C, E15		196763	6620462
	27	Liten bekk	Bane C8 og C9, B6. Nedstrøms Punkt 4		197509	6617792
Referanse-punkt	3	Stor bekk (Tverrelva)			196056	6617864

2.1. Værforhold

I feltskjemaene er det ikke oppgitt noe om vær- eller nedbørsforholdene i forbindelse med prøvetakingstidspunktene.



Figur 2: Kart over prøvepunkter ved Heistadmoen i 2014. Grå og røde linjer er veier.



Figur 3: Berggrunnsforhold og malmforekomster ved Heistadmoen.

3. Resultater og diskusjon

3.1. Støtteparametere

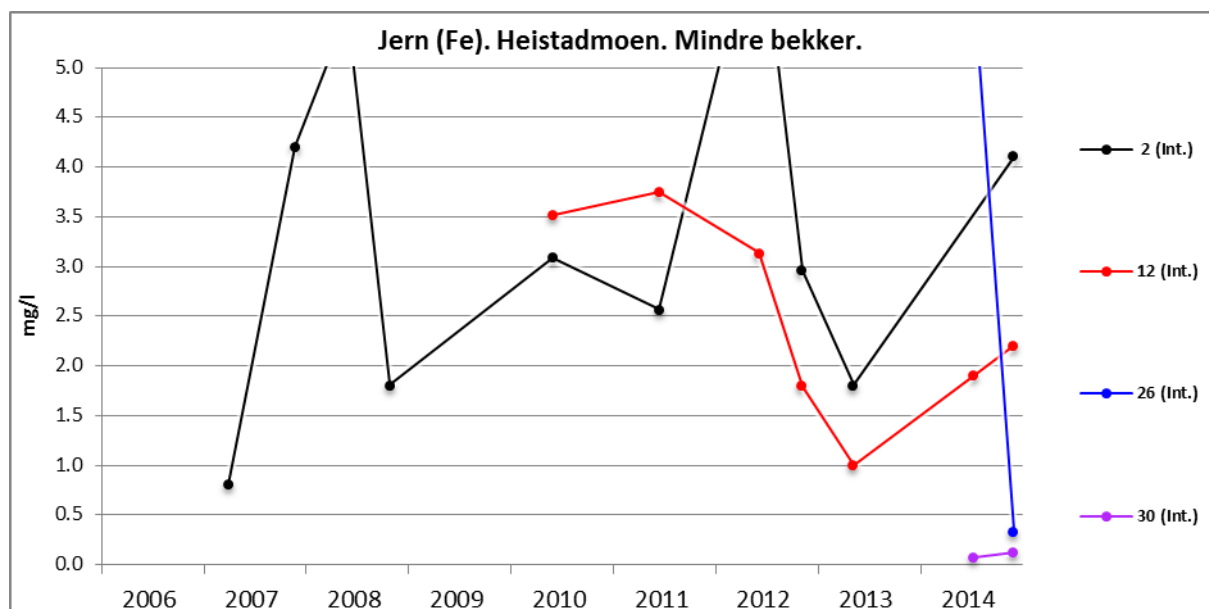
I Heistadmoen SØF finner vi store forskjeller i resultatene fra analysene av støtteparametere avhengig av om prøvene er tatt i små eller større bekker.

Tilstanden i de mindre bekkene

Det er tre punkter som i 2014, og historisk, skiller seg ut med meget varierende og til tider høye verdier. Det er punktene 2, 12 og 26. Punktene ligger alle i små bekker som ligger innenfor ca. 600 m fra hverandre umiddelbart øst for Kisgruveåsen. Punkt 30 er et nytt punkt fra 2014, som også ligger til en liten bekk men litt unna området de tre andre punktene ligger i. Vi ser ikke de samme nivåene for støtteparametere her.

Under vises eksempler på resultater i punktene 2, 12 og 26. Jern er brukt som eksempel (figur 4). Samme variasjonsmønster som for jern ser man for *turbiditet*, *ledningsevne* og *kalsium*, men ikke alltid med like stor variasjon. Punktene 2, 12 og 26 er nærmere beskrevet senere, etter metallene.

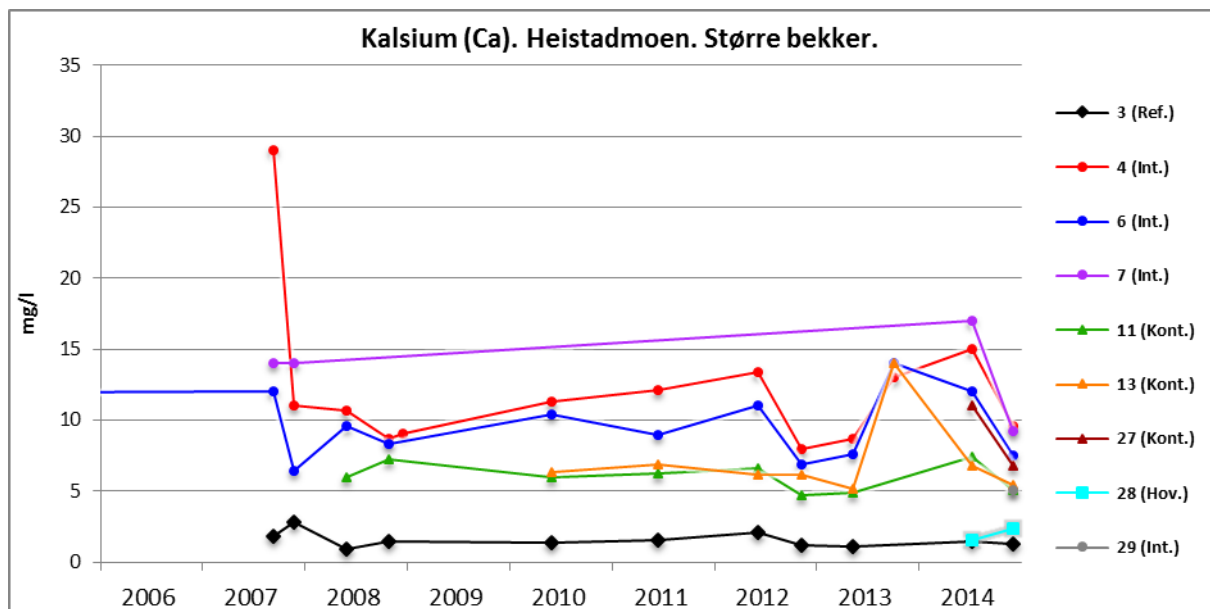
I prøven tatt i punkt 2 i juli var verdiene for jern 330 mg/l, noe som er langt over det normale. Gjennomsnittet for målingene i de to andre punktene (12 og 26) er 3,4 mg/l. Laboratoriet har kommentert at det var et algeliknende slam i prøven tatt i punkt 2. På grunn av interferens som følge av dette slammene, var det ikke mulig å analysere for pH og ledningsevne. De avvikende verdier for øvrige stoffer har sikkert samme årsak, og resultatet for denne prøve er derfor utelatt i grafene og er vist i parentes i vedlegg 1.



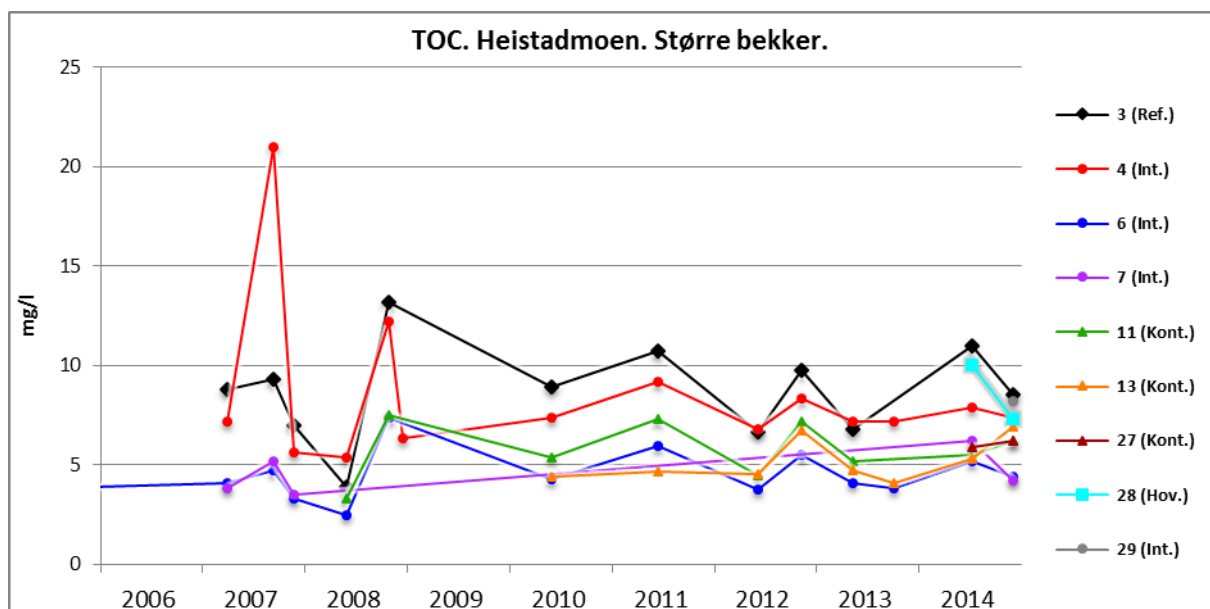
Figur 4: Jern (Fe). Heistadmoen. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Tilstanden i de større bekkene

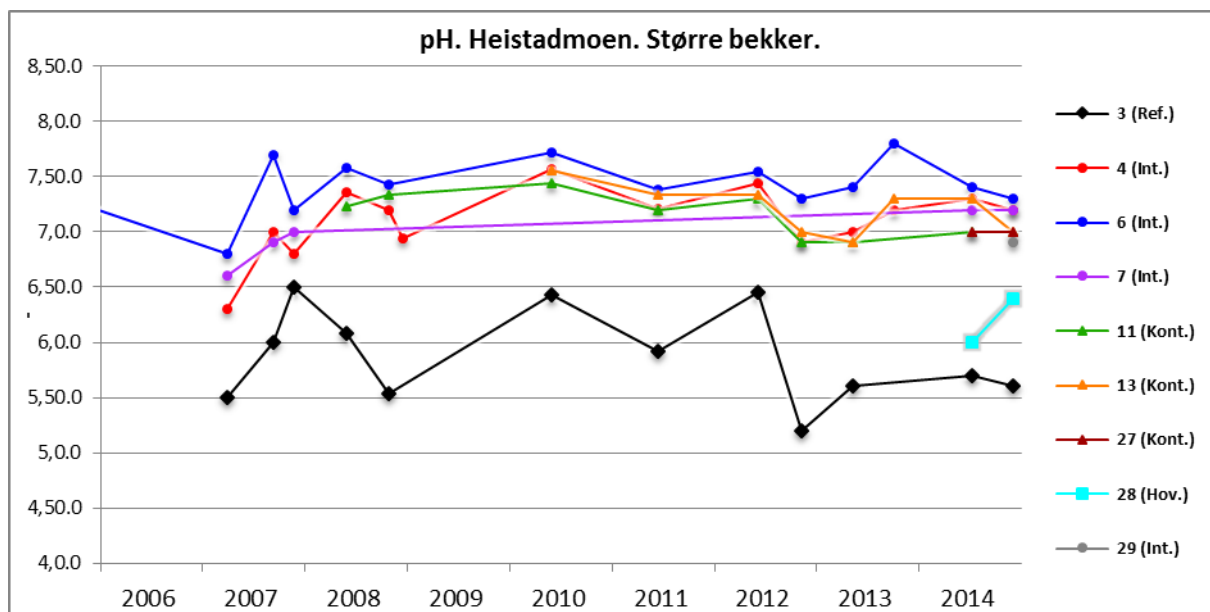
I de større bekkene og i elvene viser målingene i punktene 3 og 28 (i Tverrelva), at disse er mer ionefattige enn de andre, med vesentlig lavere ledningsevne og innhold av kalsium, samt lavere pH. Innholdet av organiske stoffer (TOC) er imidlertid høyere i disse punktene (3 og 28) sammenlignet med de øvrige punktene i de større bekkene. Generelt sett ligger pH rundt nøytralt/svakt basisk nivå, med unntak for referansepunktet (punkt 3) og punkt 28. I disse punktene måles pH i det sure området (5,5-6,5).



Figur 5: Ca. Heistadmoen. Større bekker.



Figur 6: TOC. Heistadmoen. Større bekker.



Figur 7: pH. Heistadmoen. Større bekker.

3.2. Kobber, bly, sink og antimon

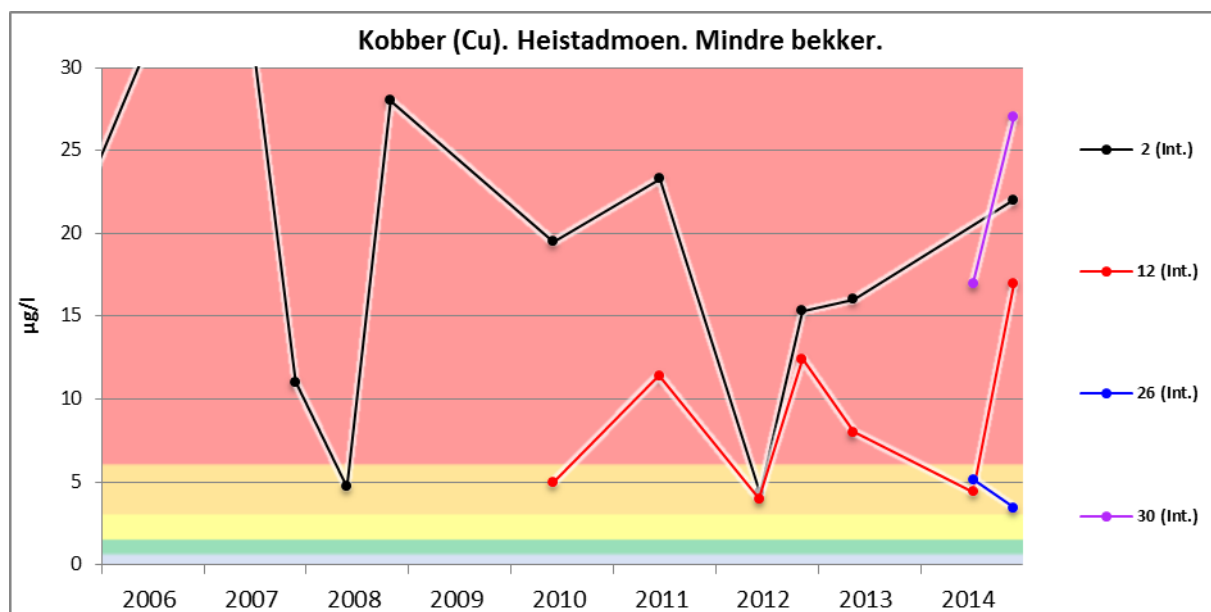
Kobber

Tilstanden i de mindre bekkene

De mindre bekkene er representert ved punktene 2, 12, 26 og 30. I disse punktene er verdiene for *kobber* i 2014 er som tidligere år svært høye. Kobberkonsentrasjonene varierer også en del mellom årene. I punktene 2 og 12 måles betydelig høyere verdier enn i punkt 26 og i punkt 30, selv om konsentrasjonene også her er høye. – eks. punkt 30 (17-27 µg/l). For punktene 2 og 12 er dette tilsvarende som det vi ser for støtteparameterne.

Vannskillet går mellom bane A2 og A3. Avrenningen fra banene A1 og A2 drenerer mot sør – til punkt 12. Avrenningen fra bane A3 drenerer mot nord til punkt 2. Punkt 26 ligger videre nedstrøms A3, nord for bane B4 og B5. Alle punktene ligger ca. 500 m øst-sørøst for Kisgruveåsen, se figur 3. Som det framgår av figuren ligger det mange malmlokaliteter på vestsiden av Kisgruveåsen.

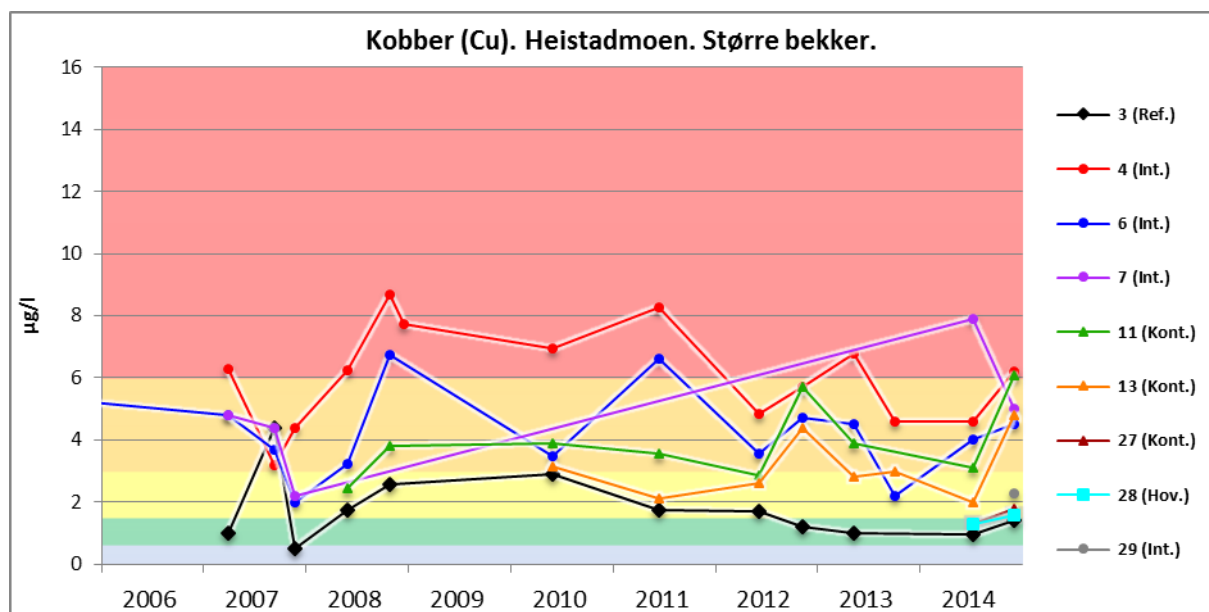
Punktene 2 og 12 ligger altså på hver sin side av skytebanene A1, A2 og A3. Punkt 26 ligger bare 250 m nedstrøms punkt 2 og nedstrøms ytterligere to skytebaner. I punkt 26 måles kobberverdier som ligger flere faktorer under nivåene for punktene 2 og 12. Det er bemerkelsesverdig, men kan skyldes at vannføringen i disse punktene er meget liten og konsentrasjonene derfor blir høye. Punkt 26 er et nytt punkt i 2014, og med bare 2 prøver kan det følgelig ikke sies så mye om utviklingen.



Figur 8: Kobber (Cu). Heistadmoen. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1. Her brukes en skala på 0-30 µg/l, mens skalaen som normalt brukes for andre skytefelt er på 0-16 µg/l.

Tilstanden i de større bekkene

Målingene utført i 2014 gir ingen avvikende resultater fra det som er målt tidligere. I de større bekkene ses mer variasjon i kobberverdiene I punktene 3 og 28 som ligger i Tverrelva sør i feltet, og i punkt 29 som ligger nord/nordøst i feltet, måles de laveste verdiene. Punkt 4 ligger i et noe høyrer sjikt enn målingene i de andre punktene. For dette punktet er nivåene for TOC, ledningsevne og kalsium noe høyere enn for de øvrige punktene i de større bekkene.

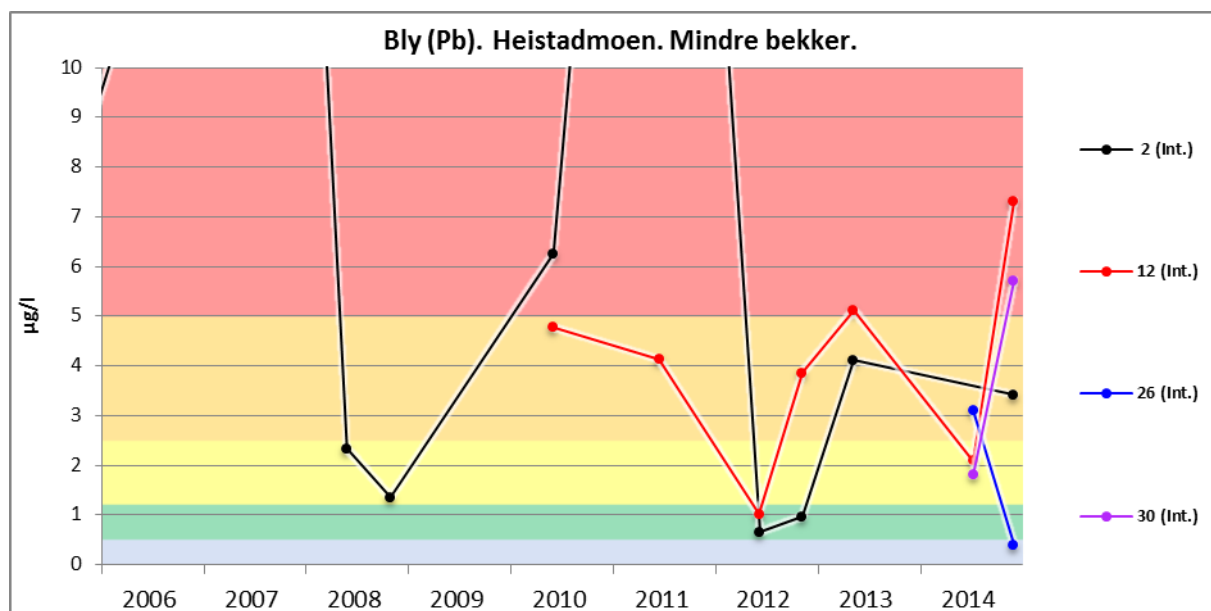


Figur 9: Kobber (Cu). Heistadmoen. Større bekker.

Bly

Tilstanden i de mindre bekkene

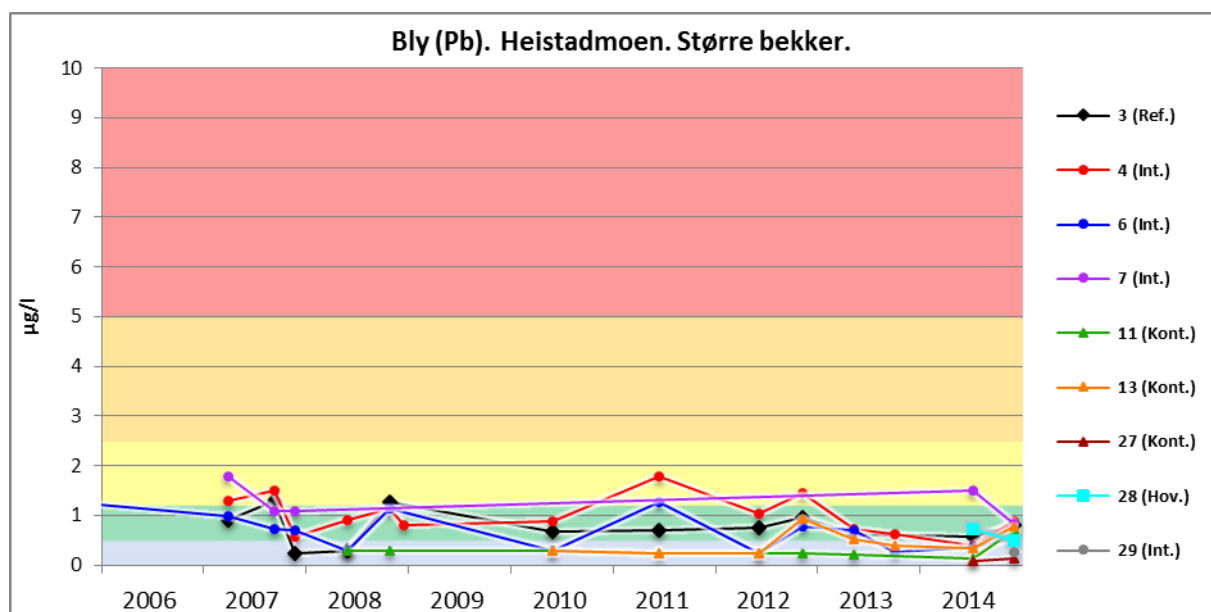
Verdiene for *bly* viser i 2014, spesielt i oktober, noenlunde det samme mønsteret som kobber for de mindre bekkene. Høye verdier i punktene 2, 12 og 30, vesentlig mindre i punkt 26 nedstrøms punkt 2.



Figur 10: Bly (Pb). Heistadmoen. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Tilstanden i de større bekkene

Verdiene av bly målt i 2014 i de større bekkene avviker ikke fra tidligere år. Punkt 4 ligger i et noe høyere sjikt enn målingene i de andre punktene.

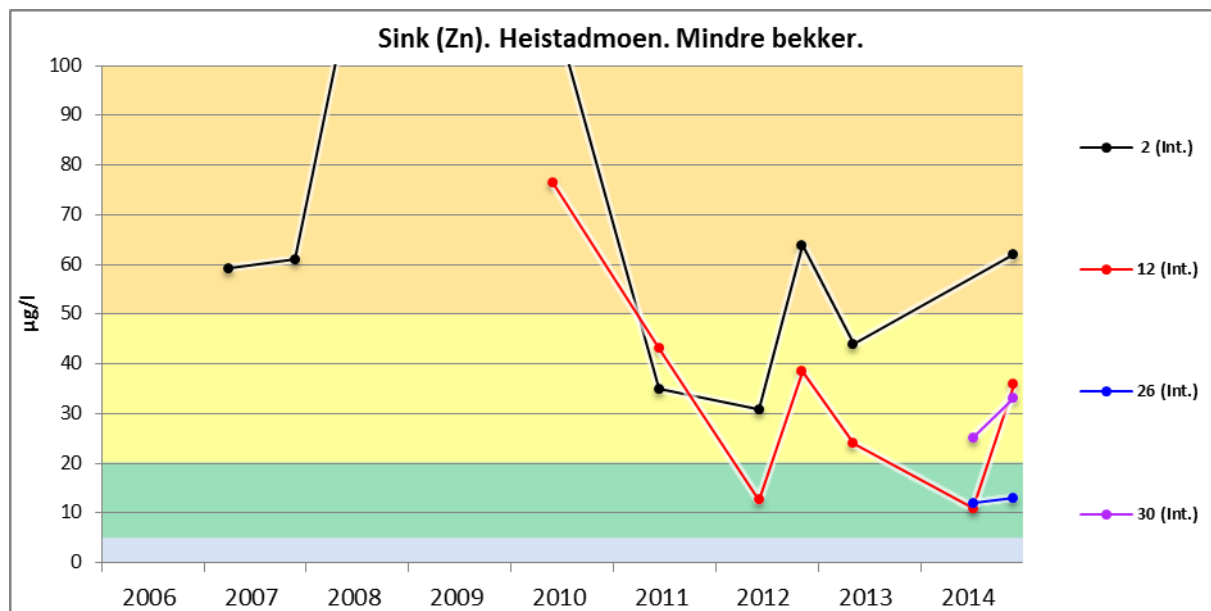


Figur 11: Bly (Pb). Heistadmoen. Større bekker.

Sink

Tilstanden i de mindre bekkene

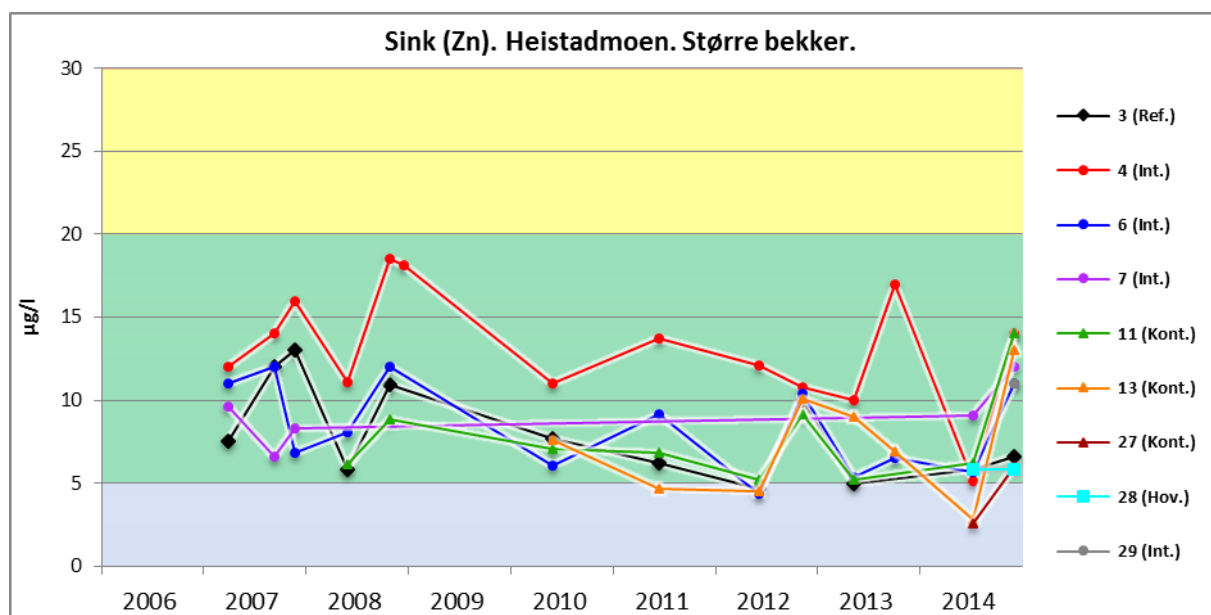
Verdiene av sink målt i 2014 i de mindre bekkene viser rimelig stor variasjon, men avviker ikke fra tidligere år. Mønstrer er det samme som for øvrige parametere med høye verdier i punkt 2, 12 og 30, mens punkt 26 har et nivå som er vesentlig lavere enn punkt 2 250 m oppstrøms.



Figur 12: Sink (Zn). Heistadmoen. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Tilstanden i de større bekkene

Verdiene av sink målt i 2014 i de større bekkene avviker ikke fra tidligere år. Det måles et noe forhøyet nivå, men det er ingen av punktene som skiller seg særlig ut. Punkt 4 ligger i et noe høyere sjikt enn målingene i de andre punktene.

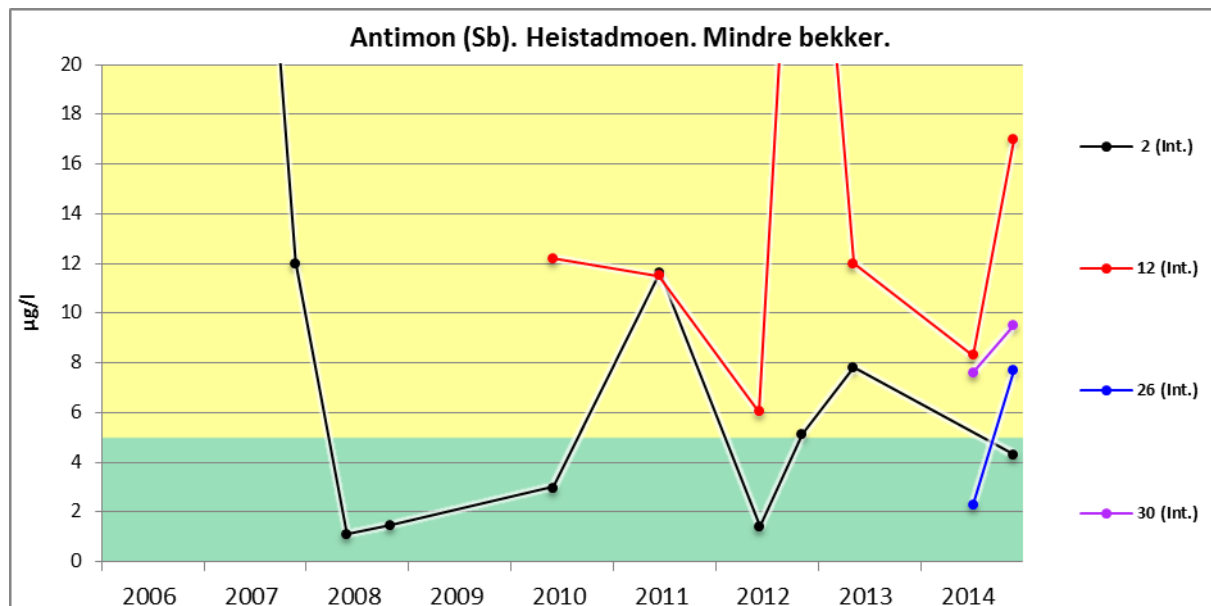


Figur 13: Sink (Zn). Heistadmoen. Større bekker.

Antimon

Tilstanden i de mindre bekkene

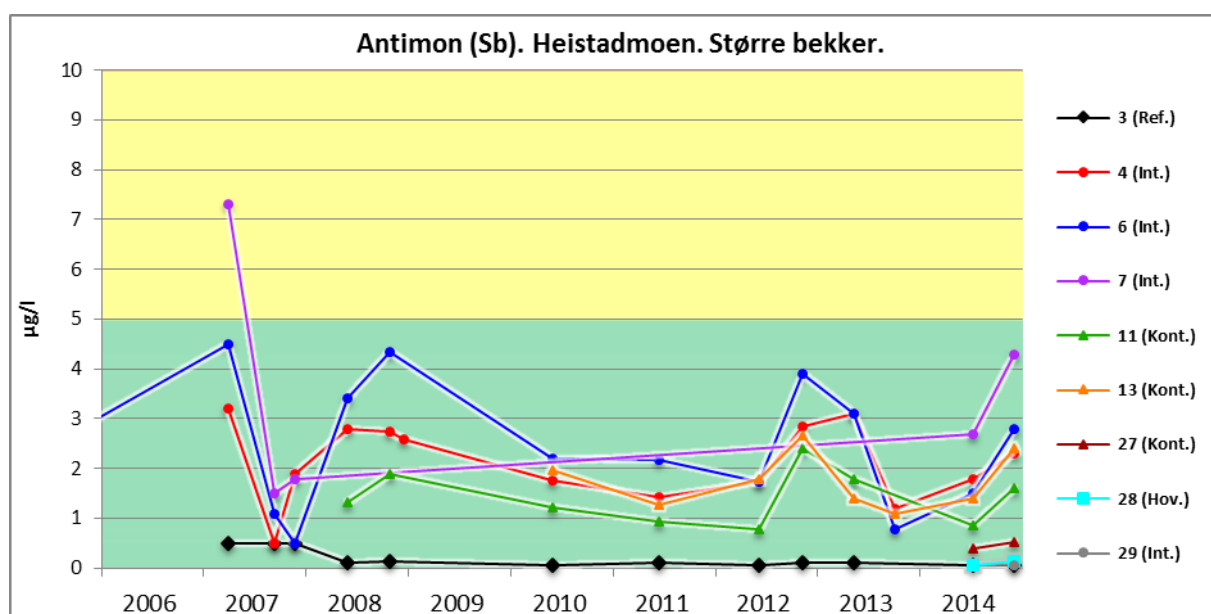
For antimon er mønstret i 2014, og historisk, det samme som for øvrige parametere for de minste bekkene – stor variasjon måles gjennom årene.



Figur 14: Antimon (Sb). Heistadmoen. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Tilstanden i de større bekkene

For punktene 3, 28 og 29 som ligger i de større vassdragene, er ligger antimonkonsentrasjonene i 2014 under eller like omkring rapporteringsgrensen på 0,1 µg/l. Dette er på nivå med tidligere år. Det er i disse punktene vi også finner de laveste kobberkonsentrasjonene. pH ligger i det sure området, men er ikke spesielt lav, og kan være en av forklaringene på de målte nivåene i tillegg til fortynning.



Figur 15: Antimon (Sb). Heistadmoen. Større bekker.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det er i 2014 ikke observert verdier som faller utenfor de variasjonsmønstrene som er sett tidligere.

I de mindre bekkene inne i feltet opptrer forhøyde verdier av de fleste analyserte parametere. I de minste bekkene varierer vannkvaliteten mye mellom forskjellige prøvetakinger, og det er derfor ikke mulig å finne klare trender mht. utviklingen over tid.

Flere faktorer tyder på en vesentlig bakgrunnsbelastning av kobber. Dels beregninger basert på konsentrasjoner og fortynninger, og dels forekomst av høye verdier også i bekker, der skytefelt bare utgjør en liten del av det samlede avrenningsområde.

Punkt 4 som ligger til en større bekk, ligger også nær vei inne i feltet. Vi har ikke kjennskap til massene som er brukt til veien her, men massetypen kan ha betydning for nivåene vi måler av metallene, TOC, kalsium mv.

Det anbefales:

- å etablere noen flere referansepunkter. Heistadmoen ligger i et ertsmineralrikt område, og både for bly og kobber er det indikasjoner på høye bakgrunnsverdier. Det er viktig å kjenne til og forstå de naturlige prosessene, før man eventuelt planlegger og/eller gjennomfører omfattende tiltak.
- å vurdere å ta punkt 2 ut av overvåkingsprogrammet. Punkt 26 er allerede etablert nedenfor punkt 2, og kan forventes å gi mere stabile og anvendelige resultater. I punkt 2 er resultatene på grunn av en liten vannføring så variable, at de har liten verdi som «indikatorer».
- å undersøke om det er mulig å finne et mer egnet prøvepunkt for punkt 12 - noe lengere nedstrøms. I punkt 12 er resultatene på grunn av liten vannføring så variable, at de har liten verdi som «indikatorer».

Hengsvann

1. Innledning	26
1.1. Områdebeskrivelse	26
1.2. Aktivitet i feltet	26
2. Vannprøvetaking	27
2.1. Værforhold	27
3. Resultater og diskusjon	29
3.1. Støtteparametere	29
3.2. Kobber, bly, sink og antimon	30
4. Konklusjon og anbefalinger	32

1. Innledning

1.1. Områdebeskrivelse

Hengsvann skyte- og øvingsfelt ligger i kommunene Kongsberg og Notodden i henholdsvis Buskerud og Telemark fylker. Området ble tatt i bruk av tyskerne under 2. verdenskrig. Området ble etter krigen et felt til bruk for Forsvaret. Det lå da kun i Kongsberg kommune. Feltets utvidelse, inn i Telemark, skjedde for ca. 45 år siden. Feltet har et areal på 36 km².

Berggrunnen består hovedsakelig av øyegneis med innslag av gabbro/amfibolitt lengst vest i feltet. Øst for Hengsvann er det hovedsakelig diorittisk til granittisk gneis og migmatitt, samt granitt og granodioritt. Berggrunnen er stedvis dekket av et tynt morenedekke og stedvis er det innslag av torv og myr. For øvrig er det mye bart fjell. Vegetasjonen rundt Hengsvann er dominert av blåbærbarskog, og flere mindre myrområder. Ca. 500 m øst for skytefeltet, på den andre siden av Helgevatnet, begynner de omfattende, ertsmineralrike gruveområdene omkring Kongsberg. Mange av gruvene finnes i samme geologiske formasjon som i Lauvåsen, skytefeltets sentrale høyderugg mellom Brånebekken og Hengselva. Det er også samme bergart som finnes innenfor store deler av Heistadmoen skyte- og øvingsfelt. Den fullstendige betegnelsen på bergarten(e) er «kvartsdiorittisk og granodiorittisk gneis (antatt metakvartsandesitt og metadacitt) med soner av diorittisk gneis og amfibolitt».

1.2. Aktivitet i feltet

De største brukerne av feltet er Hæren og Krigsskolen med HV-03 (Telemark og Buskerud heimevernsdistrikt). HV-01 (Oslofjord heimevernsdistrikt), HV-02 (Oslo og Akershus heimevernsdistrikt) og HV-05 (Opplandske heimevernsdistrikt) er også brukere av feltet sammen med en del andre som Politiet, Garden og ulike samlag.

Feltet består av 13 reelle baner (1, 3-6, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20 og 22). Bane 10 er standplass for en tidligere TOW-bane som ble tatt ut av bruk på slutten av 1990-tallet. Bane 17 utgjøres av de tidligere banene 7, 8, 9 og 11 – som egentlig er rene GPS-punkter (for beregning av retninger og avstander til målområdet/ha et sted å skyte fra). Bane 22 sto ferdig i 2012, er regulert og har egne bestemmelser.

På banene 1 og 3-6 skytes det med lette håndvåpen og noe fra helikoptre, mens det skytes med skarp på øvrige baner, samt noe med bombekastere. Terrenget brukes til manøvrering (hovedsakelig Buskerud-siden). Det er lite kjøring i terrenget. Det er en trasé mellom Bane 10 og «Bane 11» - båthuset, hvor det er tillatt å kjøre hele året. Her er det en TOW-trasé.

Opplysninger om området feltet ligger i og aktivitetene i dette, er hentet fra rapporter utgitt av Forsvarsbygg, samt ytterligere avklaringer ved behov.

2. Vannprøvetaking

Det tas vannprøver for overvåking i to hovedbekker/elver i feltet: (1) Brånebekken, som drenerer det østlige området hvor det ligger flere skytebaner, og (2) i en sidebekk til Hengselvas del som renner ut av Hengsvannet, og som drenerer Diplemyr og området rundt blindgjengerfeltet midt i feltet (inkl. feltskytebaner).

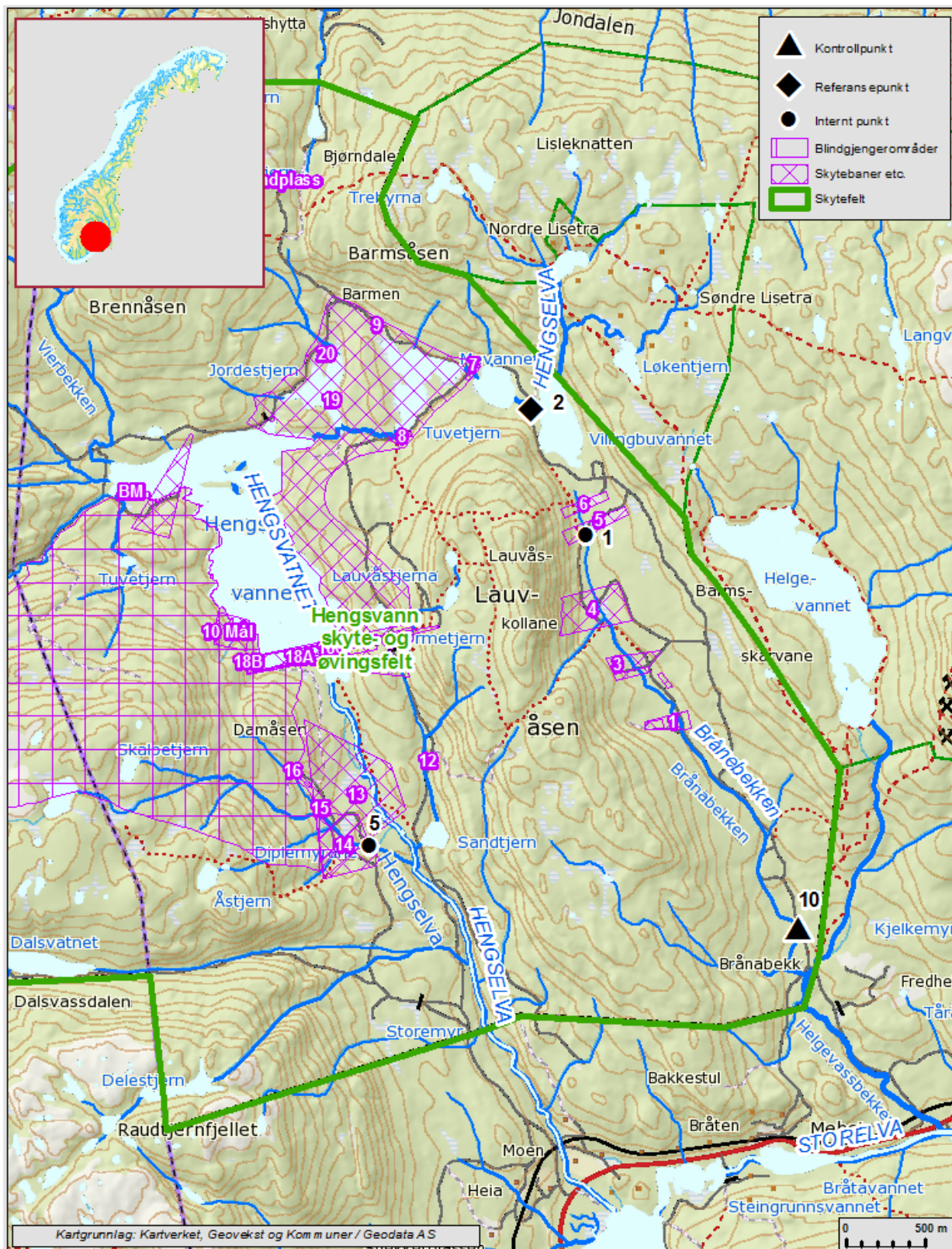
Avrenningen har blitt overvåket siden 1999. Omfanget har variert noe, fra 1 til 5 prøvepunkter. I 2014 ble det tatt ut prøver i 4 punkter 3. juli og 18. november. Prøvepunktene er vist i figur 16 og beskrevet nærmere i tabell 3. Nytt punkt i forhold til 2013 var punkt 2, et referansepunkt som tidligere har inngått i overvåkingen.

Tabell 3: Data for prøvepunkter ved Hengsvann i 2014.

Punkttype	Punkt	Beskrivelse	Dreneringsområde	Koordinater i UTM 33	
				Øst	Nord
Internt punkt	1	Øverst i Brånebekken, liten bekk	Skytebane 5 og 6, hvor det benyttes alle typer håndvåpen, opp til 7,62 mm	188641	6626931
	5	Utløp fra Diplemyr og inn i Hengselva, middels stor bekk	Blindgjengerfeltet hvor det brukes bombekastere, granater, håndvåpen, 12,7 mm, 84 mm RFK og bane 13, 14, 15 og 16 (alle på selve Diplemyr). Dette er alt fra vanlige skytebaner til sprengningsfelt.	187250	6624953
Kontrollpunkt	10	Nederst i Brånebekken, middels stor bekk	Bane 1, 3, 4, 5 og 6, der det skytes med håndvåpen	189988	6624427
Referansepunkt	2	Der Villingbuvann renner ut i Mevann, middels stor bekk	Referanse	188285	6627728

2.1. Værforhold

I feltskjemaene er det ikke oppgitt noe om vær- eller nedbørsforholdene i forbindelse med prøvetakingstidspunktene.



Figur 16: Kart over prøvepunkter ved Hengsvann i 2014. Grå og røde linjer er veier.

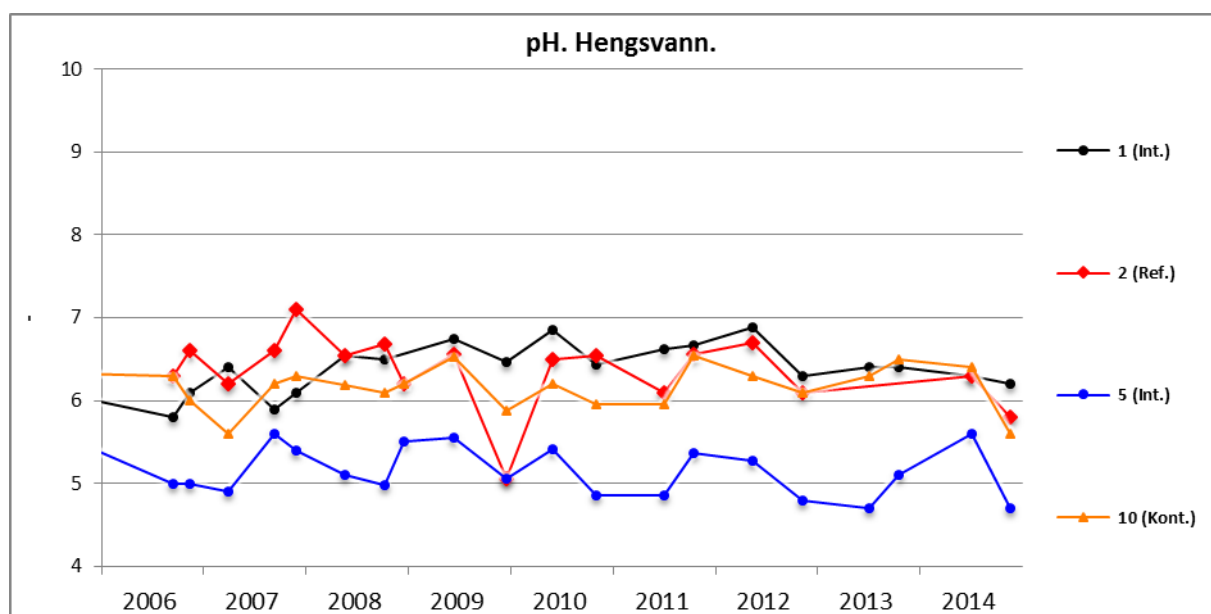
3. Resultater og diskusjon

3.1. Støtteparametere

Analyseresultatene for støtteparameterne i 2014, og historisk, viser en vannkvalitet typisk for næringsfattige vann, karakterisert ved klart vann/lav turbiditet, kalsiuminnhold og ledningsevne. Det er også en del løst organisk stoff (TOC), sannsynligvis i form av humus (brunt vann), som også er typisk for næringsfattige vann. pH har historisk hele tiden ligget på den sure siden (< 7), men 2014 peker seg ut som det året med de laveste pH-verdiene. Spesielt punkt 5 (pH 4,5-5,5 - tilstandsklasse IV-V).

Punktet ligger umiddelbart nedstrøms en større myr (Diplemyr) og har flere andre myrområder innenfor avrenningsområdet. Øvrige punkter er normalt noenlunde nøytrale (pH 6-7 – tilstandsklasse I-II).

Ved prøvetakingen den 3. juli 2014 er det ved punkt 5 notert «Miljøtiltak med graving i myra», noe som kan forklare de forhøyde verdier for turbiditet og jerninnhold. Punkt 1 hadde også forhøyde verdier for samme parametere på samme tidspunkt.

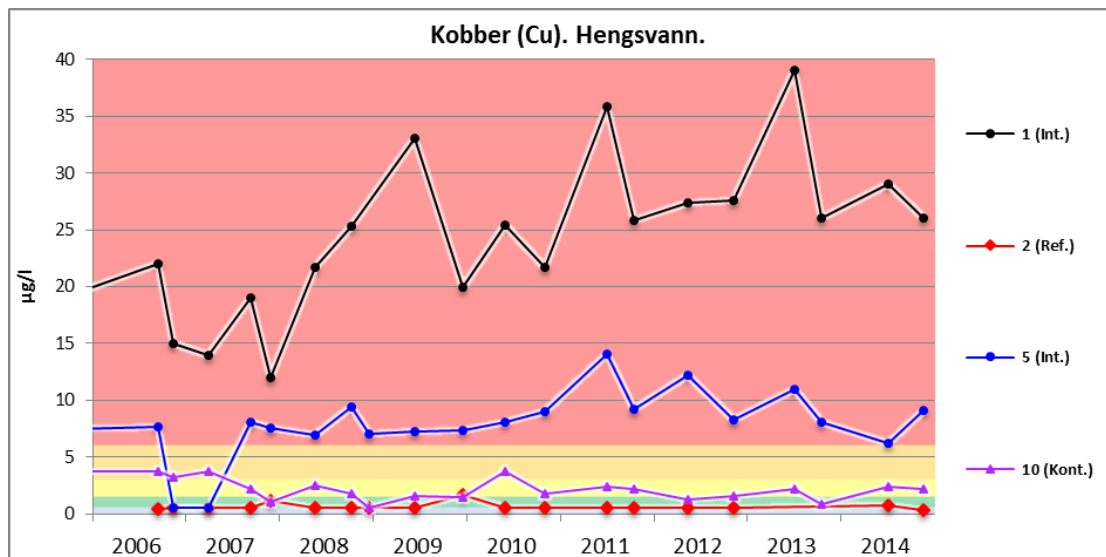


Figur 17: pH. Hengsvann.

3.2. Kobber, bly, sink og antimon

Kobber

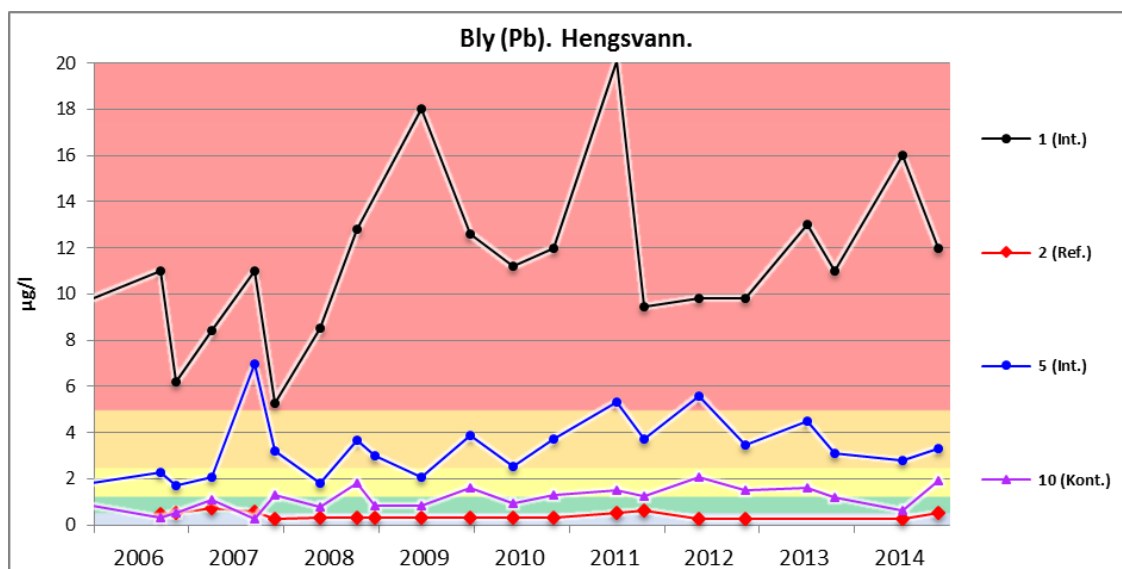
Verdiene for *kobber* varier i 2014 som de også har gjort historisk. Punkt 1 og til dels 5 skiller seg ut med høy verdier (i størrelsesordenen 15-35 µg/l). I figur 18 brukes en skala på 0-40 µg/l, mens skalaen som normalt brukes er 0-16 µg/l. For punkt 1 synes trenden å være økende, mens for punkt 5 svakt avtakende. Begge punktene ligger (også historisk) i tilstandsklasse V (> 6 µg/l).



Figur 18: Kobber (Cu). Hengsvann.

Bly

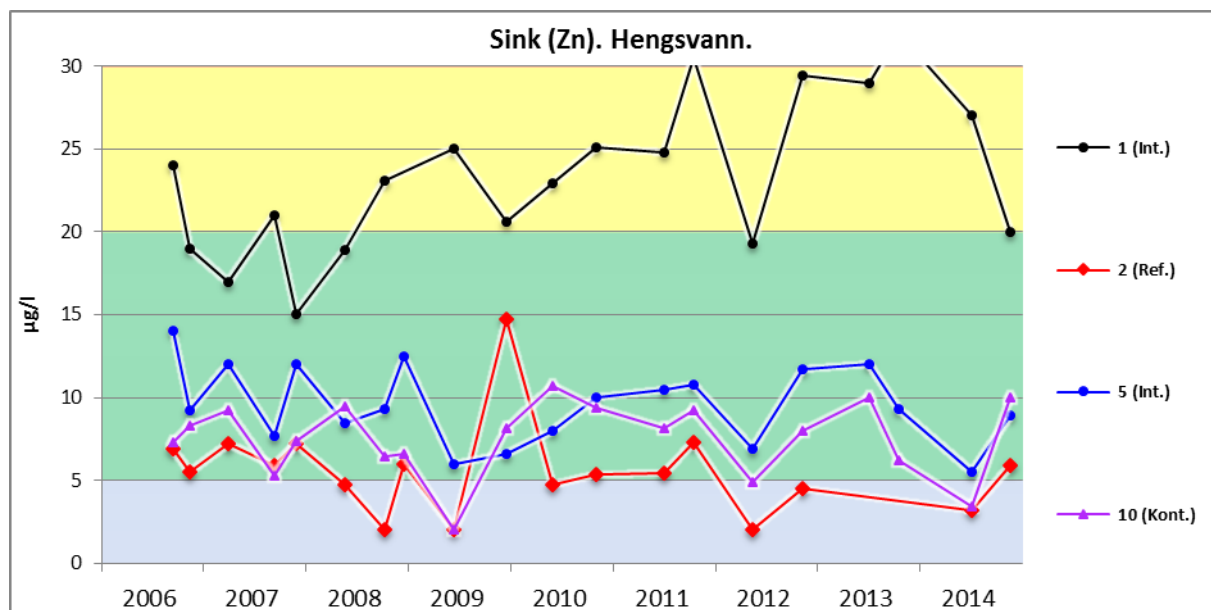
Verdiene for *bly* viser mye av det samme bildet som kobber (figur 19). Punkt 1 i tilstandsklasse V med uvanlig høye verdier (skala 0-20 mot normalt 0-10 µg/l) og en stigende trend i perioden. Punkt 5 ligger også høyt (hovedsakelig i tilstandsklasse IV), men med en mulig synkende trend etter 2011.



Figur 19: Bly (Pb). Hengsvann. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Sink

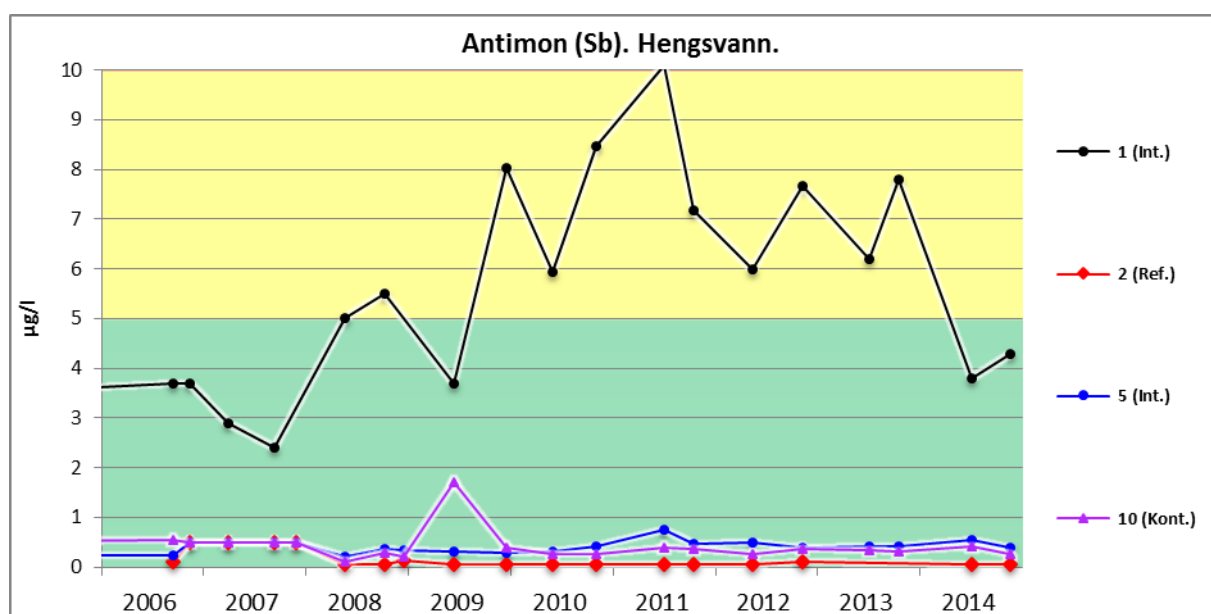
Bildet er mye det samme for *sink* som for kobber og bly (figur 20). Også for sink skiller punkt 1 seg ut. Verdiene er i tilstandsklasse III (>20 µg/l) og trenden er stigende. Punkt 5 har dog som de to andre punkter verdier på et mer normalt nivå og en mulig svakt fallende trend.



Figur 20: Sink (Zn). Hengsvann. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Antimon

For *antimon* ser vi at nivåene målt i punkt 1 er betydelig lavere enn målingene de fire siste årene, ellers er verdiene i 2014 for de øvrige punktene på samme nivå som tidligere år. I juli 2014 ble det gjennomført tiltak på banene 5, 6 og 14 – herunder noe tildekking med masser tilsatt jernoksid. Støtteparameterne viser forhøyde verdier for turbiditet og jerninnhold. Det er mulig at dette har innvirket positivt på utlekkingen av antimon.



Figur 21: Antimon (Sb). Hengsvann. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det er i 2014 ikke observert verdier som faller utenfor de variasjonsmønster som er sett tidligere.

I punkt 1 forekommer høye verdier av alle metallene (kobber, bly, sink og antimon). For de tre førstnevnte er det en stigende trend i perioden 2006-2014. For bly er trenden muligvis i ferd med å flate ut eller avta svakt. For antimon ser det dog ut til, at nivået er avtagende. Trendene er basert på forholdsvis få resultater, så man må vente ytterligere noen år før man kan si hvor holdbare trendene er.

Også punkt 5 nedenfor Diplemyr, har forhøyede verdier av kobber og bly.

De observerte økte verdiene i punkt 5 og også punkt 1, er også fanget opp tidligere år. På denne bakgrunn ble gjennomføring av tiltak foreslått i 2012. Det ble lagt fokus på å forbedre de fysiske og kjemiske forholdene på banene fremfor å fjerne eksisterende forurensning, ut fra observasjon av lokale forhold, blant annet slitasje, stor tilstedeværelse av stein mm. Faktiske tiltak ble gjennomført i 2014, blant annet tildekkinger med sand og jord som ble tilsådd med gress på områder med mye stein, myr som var oppskutt. Videre ble det blandet inn jernhydroksid i masser i skytevoller. Tiltakene følges opp med egen overvåking og rapportering i første omgang i 2014 og 2015.

Det anbefales:

- å øke prøvetakingen i upåvirkede vassdrag for å få et bedre inntrykk av de naturlige bakgrunnsverdiene og variasjonene i tungmetallkonsentrasjoner i området. Skytefeltet ligger nær de omfattende ertsmineralforekomstene i Kongsbergområdet.

Steinsjøfeltet

1. Innledning	34
1.1. Områdebeskrivelse	34
1.2. Aktivitet i feltet	34
2. Vannprøvetaking	35
2.1. Værforhold	36
3. Resultater og diskusjon	39
3.1. Støtteparametere	39
3.2. Kobber, bly, sink og antimon	41
4. Konklusjon og anbefalinger	46
Referanser	47

1. Innledning

1.1. Områdebeskrivelse

Steinsjøen skyte- og øvingsfelt ligger i Østre Toten kommune i Oppland. Feltet er på 11,2 km², og er et nærøvingsfelt bestående av 26 baner (jf. figur 22 og tabell 4). Dominerende vegetasjon er blåbærbarskog og myr. Det er i tillegg en del innsjøer i feltet.

Det er en del fjell i dagen. Berggrunnen består av granitt/granodioritt, syenitt/kvartssyenitt og monzonitt/kvartsmonzonitt. I området øst for skytefeltet lå det på 1800-tallet flere gruver, som dannede grunnlag for etablering av jernverket i Feiring. Bl.a. ved Langtjern som vises til høyre på kartet på i figur 23, og øvrige gruver lå bare noen få kilometer lengre mot øst og nord-øst. Ved Raumyr er det funnet forekomster av molybden, og i en fjellskjæring ved et gammelt panservernrakettfelt (kalt felt E), ble det påvist kobberkis under en befarings av skytefeltet i 1973. Løsmassedekket består hovedsakelig av et tynt morenedekke.

1.2. Aktivitet i feltet

Feltet brukes i dag hovedsakelig av Garden, befalsskolene på Sessvollmoen, samt Telemarksbataljonen. Flere steder i feltet blir det skutt med fjell i dagen eller harde målområder som bakgrunn, også der avstand til bekk er kort. Flere av skytebanene ligger på myr. Graving og drenering av myrer har ført til store variasjoner i tungmetallkonsentrasjonene ved flere prøvepunkter opp gjennom årene. Det benyttes alt fra direkteskytende våpen, samt opp til 84 mm panservern og andre krumbanevåpen.

Opplysninger om området feltet ligger i og aktivitetene i dette, er hentet fra rapporter utgitt av Forsvarsbygg, samt ytterligere avklaringer ved behov.

2. Vannprøvetaking

I 2014 ble det tatt ut vannprøver fra 16 prøvepunkter i to omganger, 9. juli og 20. november.

Prøvepunktene er vist i figur 22 og beskrevet nærmere i tabell 4

I forhold til prøvetakingen siste år er punkt 24 nytt. Dette punkt ble foreslått i rapporten for 2013 (Gjemlestad og S. Haaland 2014) for å se på fortynningsgraden i forhold til punktene 12 og 13 oppstrøms.

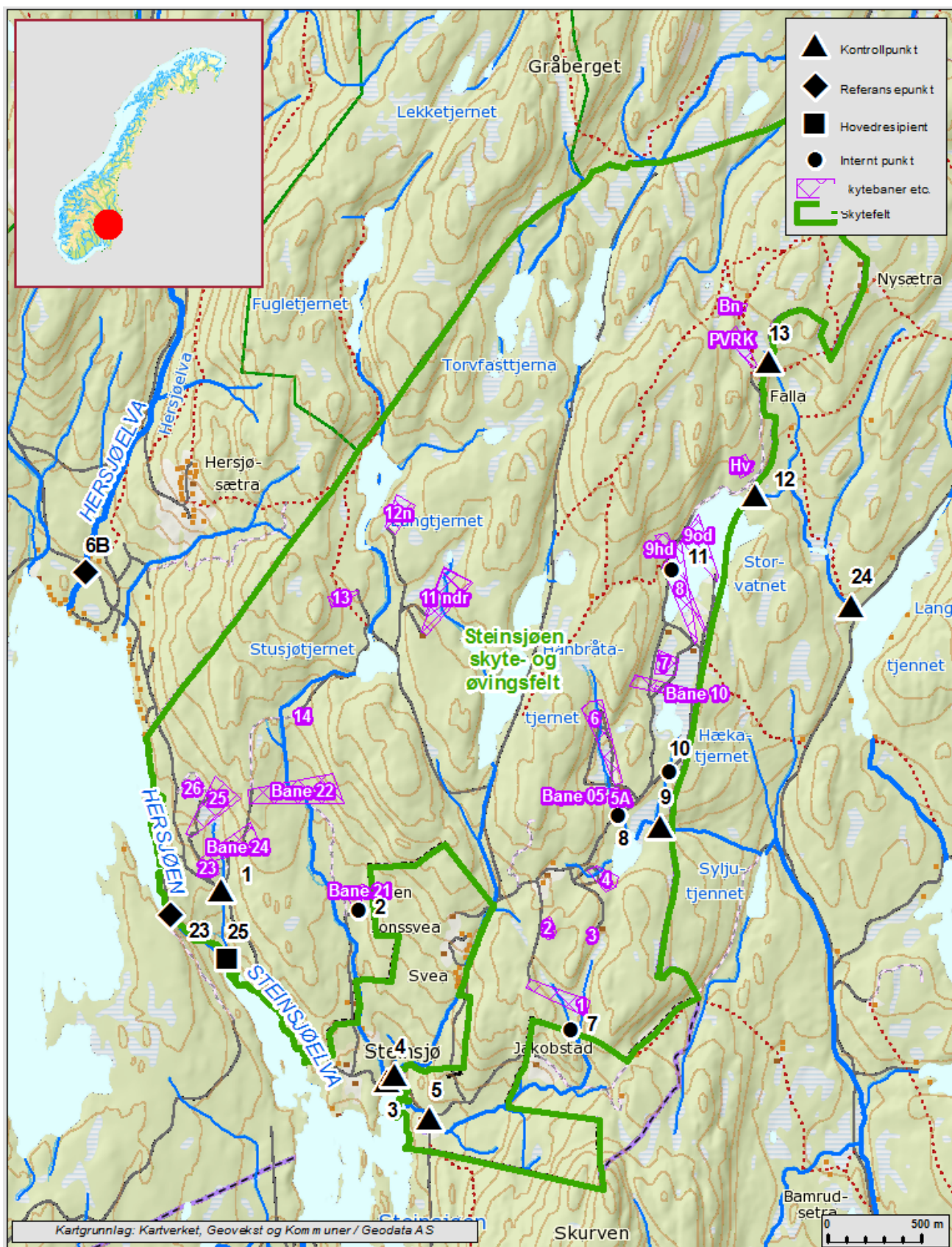
Tabell 4: Data for prøvepunkter ved Steinsjøfeltet i 2014

Punkttype	Punkt	Beskrivelse	Dreneringsområde	Kommentar	Koordinater i UTM 33	
					Øst	Nord
Hoved-resipient	25	Steinsjøelva, innløp til Steinsjøen	Punkt 25 er etablert for å se om utlekkingen fra Punkt 1 påvirker konsentrasjonen i Steinsjøen.	Nytt i 2013	283522	6716588
Internt punkt	2	Liten bekk	Nedstrøms bane 21 hvor det benyttes småkalibret håndvåpen og muligens noe krumbanevåpen	Observert mye jernutfelling	284226	6716849
	7	Liten, litt dyp bekk i myrområde	Mottar avrenning fra myrlendt område som ble brukt til tyngre prosjektiler (12.7 mm) på 70-80 tallet. Drenerer ut av felt til bekk som deretter drenerer inn og ned mot Punkt 5. Bane 1.	På skytefeltgrense i ett av vassdragene som drenerer feltet.	285372	6716203
	8	Larsmyrbekken. Liten bekk	Nedstrøms bane 6, 5 og 5a, hvor det benyttes håndvåpen, øvingssystemer for panservern og øvingsgranat gevær	Forsøk av FFI ved punktet	285631	6717360
	10	Liten bekk	Mottar avrenning fra bane 7 og 7a hvor det benyttes håndvåpen og panservern-granat (M72)		285916	6717598
	11	Ofte uttørket bekk	Mottar avrenning fra mål-områdene til bane 8 og 9h hvor det benyttes 84 mm panservern av alle typer (øving, røyk, panser og spreng)	Antagelig kun vann i bekken ved regnvær. Vannprøve tatt i kulp ved utløp	285923	6718690

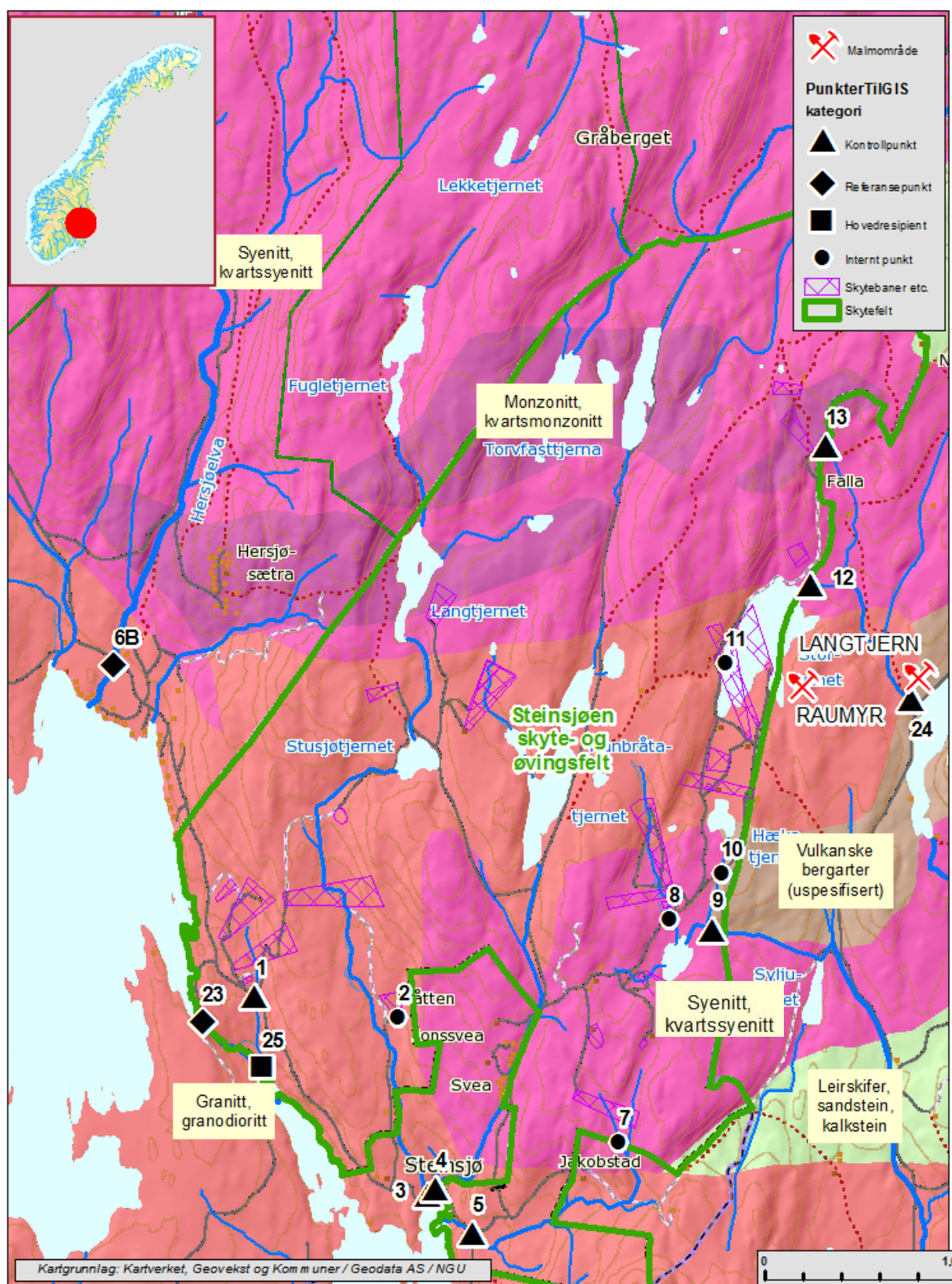
Punkttype	Punkt	Beskrivelse	Dreneringsområde	Kommentar	Koordinater i UTM 33	
					Øst	Nord
Kontrollpunkt	1	Liten bekk	Ut av feltet. Nedstrøms bane 23, 24, 25 og 26 hvor det benyttes småkalibret håndvåpen.	Observert mye jernutfelling	283494	6716951
	9	Middels stor bekk nedstrøms Brenntjern.	Ut av feltet. Mottar avrenning fra punkt 8 og 10 som drenerer bane 6, 5, 5a, 7 og 7a hvor det benyttes håndvåpen, øvingssystemer for panservern og øvingsgranat gevær. Mottar også avrenning fra gammel bane 4 hvor det er brukt selvanvisere.		285857	6717302
	12	Middels stor bekk. Utløp av Storvatnet.	Ut av feltet. Ved munningen til Storvatnet som mottar avrenning fra bane 8, 9hd og 9od hvor det benyttes 84 mm panservern av alle typer (øving, røyk, panser og spreng)		286370	6719095
	13	Liten skogsbekk	Ut av feltet. Mottar avrenning fra myrlendt område hvor det ikke har vært skutt siden ~1985, det kan finnes rester av gammel kjent/ukjent aktivitet av type panservern (57 mm) og håndvåpen		286448	6719812
	3	Middels stor bekk	Ut av feltet. Nedstrøms punkt 2 og bane 21 hvor det benyttes småkalibret håndvåpen		284383	6715922
	4	Middels stor bekk	Ut av feltet.	Nedstrøms drikkevannskilde til hyttefelt	284423	6715957
	5	Middels stor bekk	Ut av feltet. Nedstrøms punkt 7. Mottar avrenning fra myrlendt terreng.	Observert mye jernutfelling.	284615	6715723
	24	Innløp til Langtjernet. Nedstrøms punkt 12 og 13	Se punkt 12 og 13.	Nytt i 2014	286894	6718495
Referansepunkt	6B	Hersjøelva, oppstrøms Hersjøen	Vest for skytefeltgrensen	Anlagt september 2007	282752	6718673
	23	Steinsjøelva, utløp fra Hersjøen	Referansepunkt til Punkt 25	Nytt i 2013	283211	6716821

2.1. Værforhold

I feltskjemaene er det ikke oppgitt noe om vær- eller nedbørsforholdene i forbindelse med prøvetakingstidspunktene.



Figur 22: Kart over prøvepunkter ved Steinsjøfeltet i 2014. Grå linjer er veier. Stiplede røde linjer er stier.



Figur 23: Berggrunnsforhold og malmforekomster ved Steinsjøfeltet.

3. Resultater og diskusjon

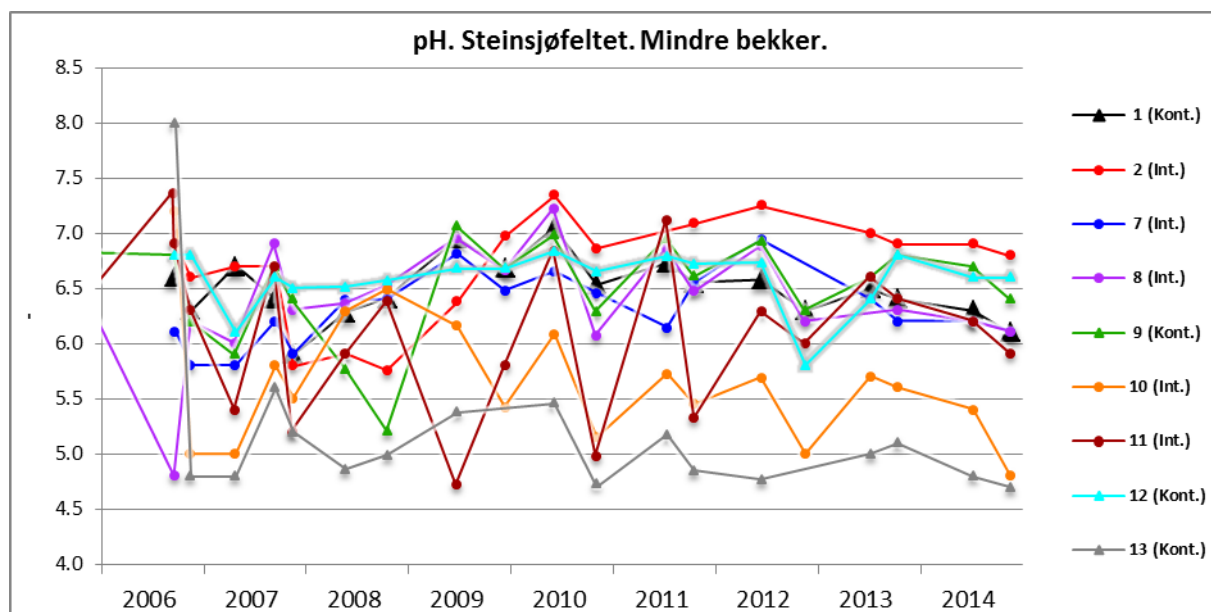
3.1. Støtteparametere

Analyseresultatene for støtteparameterne i 2014, og historisk, viser en vannkvalitet typisk for næringsfattige vann, karakterisert ved klart vann/lav turbiditet, kalsiuminnhold og ledningsevne. Det er også en del løst organisk stoff (TOC), sannsynligvis i form av humus (brunt vann), som også er typisk for næringsfattige vann.

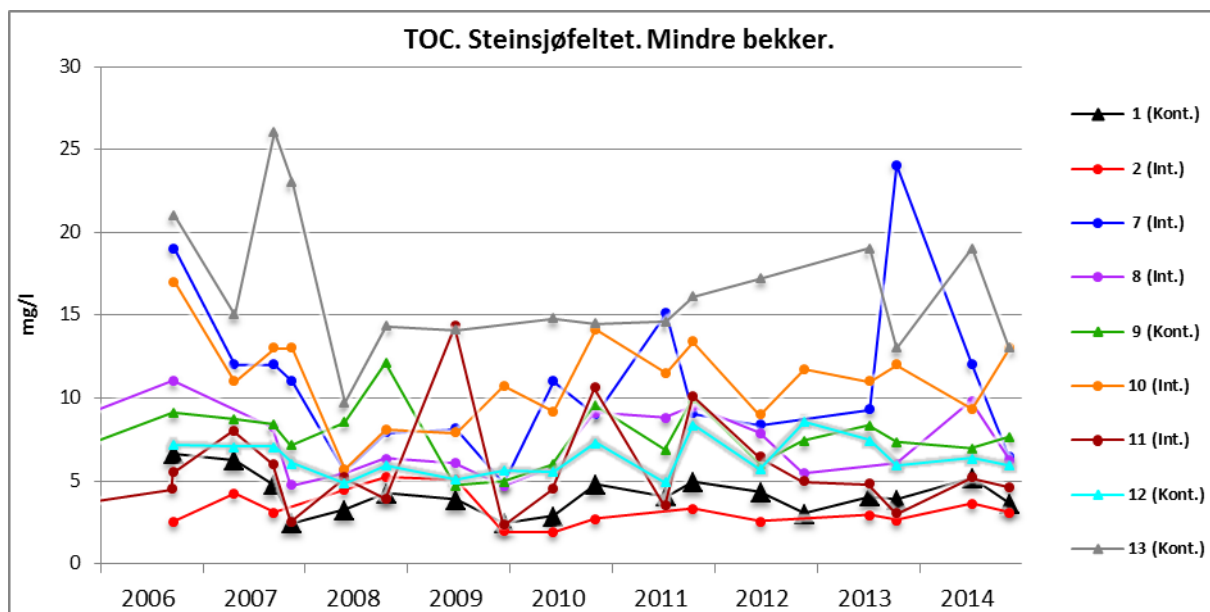
pH har historisk i all hovedsak hele tiden ligget på den sure siden (< 7), med en del variasjon i de mindre bekkene (pH mellom 4,5 og til litt over 7), mens det i de større bekkene måles pH-er hovedsakelig mellom 6 og 7.

Det har tidligere vært utvunnet jernmalm i området rundt feltet (se kapittel), og i flere av punktene (Punkt 1, 2 og 5) er det observert mye jernutfelling I de *minste* bekkene er det punkt 7, 8, 9, 10 og 13 som har de høyeste jernverdiene. Alle disse punktene ligger stort sett på en linje øst for høyderyggen som går nord-sør gjennom feltet. I de *større* vassdragene er verdiene for jern gjennomgående lave.

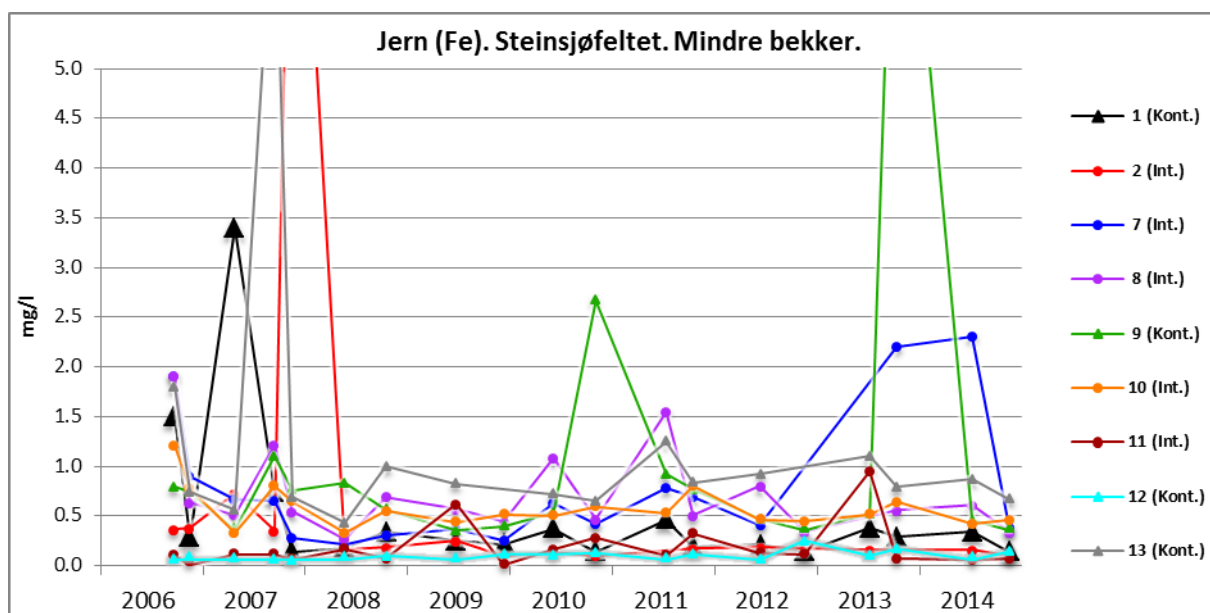
Tilstanden i de mindre bekkene



Figur 24: pH. Steinsjøfeltet. Mindre bekker.



Figur 25: TOC. Steinsjøfeltet. Mindre bekker.



Figur 26: Jern (Fe). Steinsjøfeltet. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Tilstanden for støtteparameterne i de større bekkene er mer stabile, og utelates derfor her.

3.2. Kobber, bly, sink og antimon

Kobber

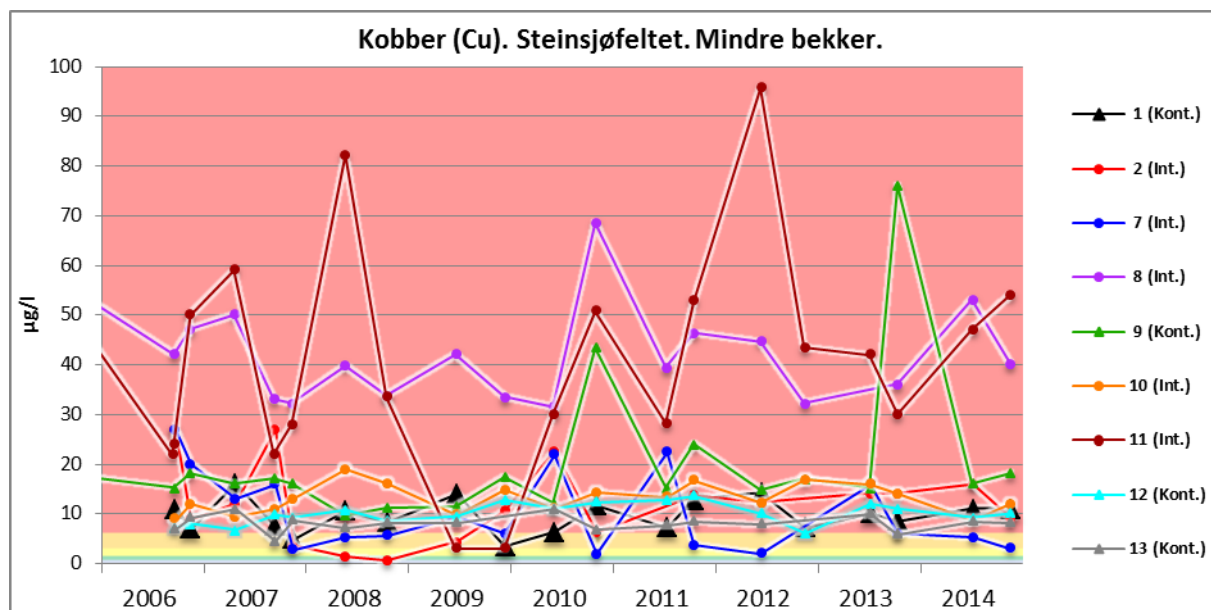
Tilstanden i de mindre bekkene

Verdiene for *kobber* i 2014 er som tidligere veldig høye i mange av punktene i de mindre bekkene. I figur 27 brukes en skala på 0-100 µg/l, mens skalaen som normalt brukes for andre skytefelt og i figur 28 for «større vassdrag» er på 0-16 µg/l.

De høyeste verdiene måles i punktene 8 og 11.

Punkt 8 ligger i Larsmyrbekken nedstrøms bane 5 og 5A (stripe- og målbaner) og bane 6 (skytebane med bevegelige mål). Skytebanene utgjør ca. 13 % av avrenningsområdet som er på ca. 0,4 km². Punktet har vært gjenstand for en del spesielle undersøkelser, bl.a. av avrenningens variasjon i løpet av et år basert på snøsmelting, nedbør og gravearbeider (Strømseng og Ljønes, 2003). Undersøkelsene ga ikke noen nærmere forklaringer på de høye verdiene som måles.

Punkt 11 ligger i en bekk som er så liten, at den nesten ikke er en bekk, men mer et sig. Antagelig er det kun vann i bekken ved regnvær, og vannprøvene er trolig tatt i en liten «kulp» ved utløpet. Ved prøvetakingen kan det da lett følge med en del partikler, og dette vil kunne gi høyere metallkonsentrasjoner fordi det ikke analyseres på filtrert prøve.



Figur 27: Kobber (Cu). Steinsjøfeltet. Mindre bekker. Bemerk spesiell skala (normalt 0-16).

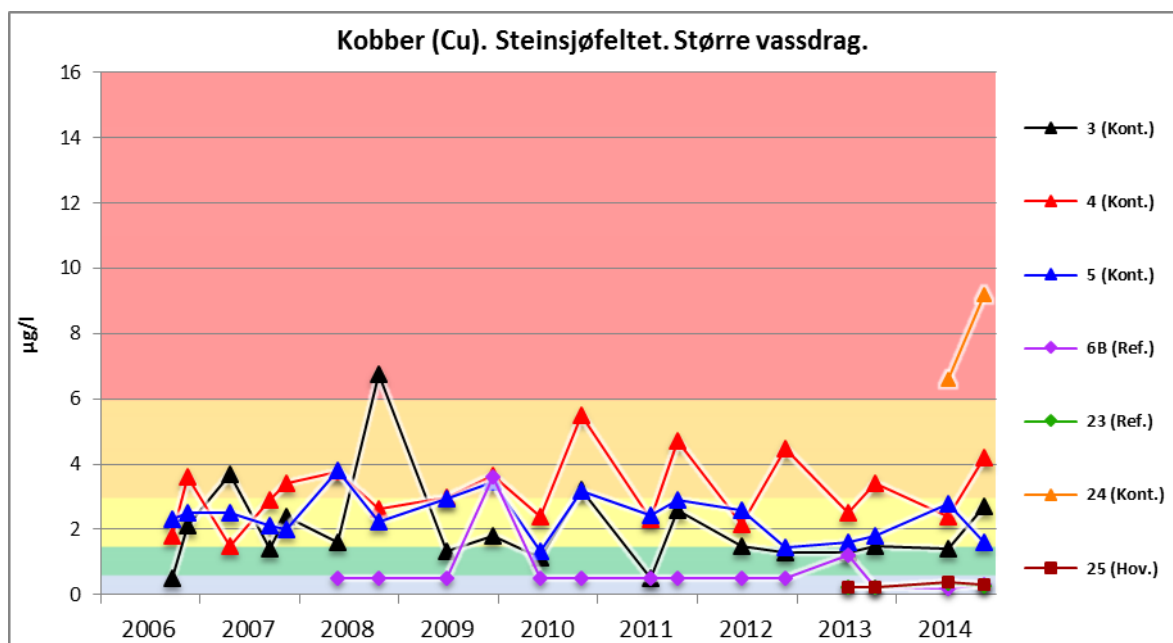
Tilstanden i de større bekkene

I de større vassdragene er kobberverdiene mye lavere, hovedsakelig tilstandsklasse II-IV. Men punkt 24 som er nytt i 2014, ligger i tilstandsklasse V, og har nesten like høye verdier som punkt 12 og 13 oppstrøms. Punktet mottar nesten 50 % av sin avrenning fra punktene 12 og 13, mens resten kommer fra områder øst for skytefeltet. Bidragene oppstrøms fra blir betydelig fortynnet, så bidragene som innvirker på målingene må komme vesentlige fra områdene utenfor skytefelt. Spesielt for kobber, der bidraget fra områdene utenfor skytefeltet må være omkring 6 µg/l, dvs. en konsentrasjon tilsvarende grensen mellom tilstandsklasse IV og V.

Punktet ligger i et område rikt på ertsmineraler. En tidligere jerngruve ligger i umiddelbar nærhet, og en molybdenforekomst ligger innenfor avrenningsområdet. Det er derfor grunn til å anta at det skjer en betydelig naturlig utlekking av metaller i området.

Punktene 3,4 og 5 har i 2014, og historisk, også noe forhøyde kobberverdier (tilstandsklasse III-IV). For alle disse punkter utgjør skytebaner bare en veldig liten del av avrenningsområdet, i størrelsesordenen 2 %. Også for disse punktene er det mest sannsynlig er det naturlige bakgrunnsnivået for kobber også høyt for disse punktene.

I Hersjøelva (punkt 6B) og Steinsjøelva (punkt 23 og 25) er verdiene lave (tilstandsklasse I). Punktene antas derfor ikke å bli påvirket av avrenningen fra skytefeltet.

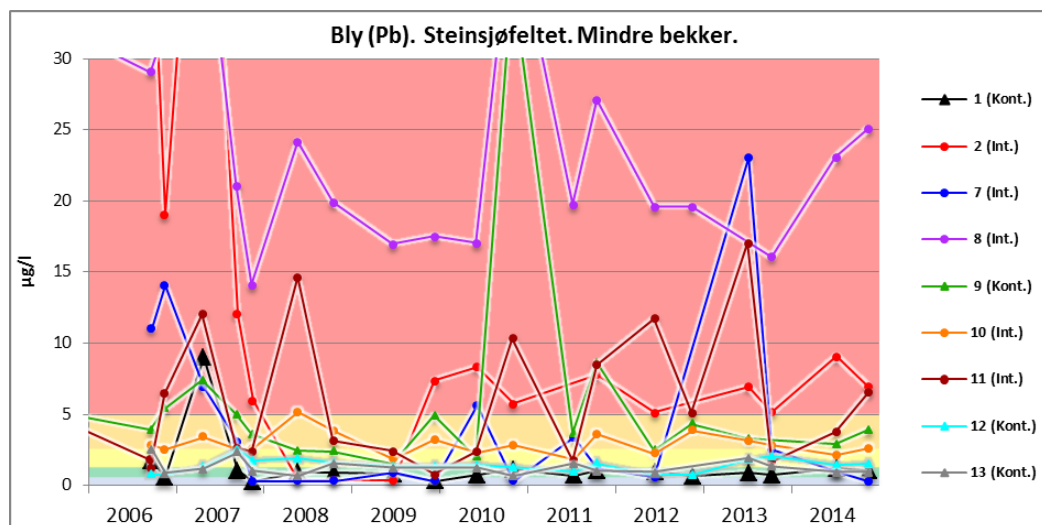


Figur 28: Kobber (Cu). Steinsjøfeltet. Større vassdrag.

Bly

Tilstanden i de mindre bekkene

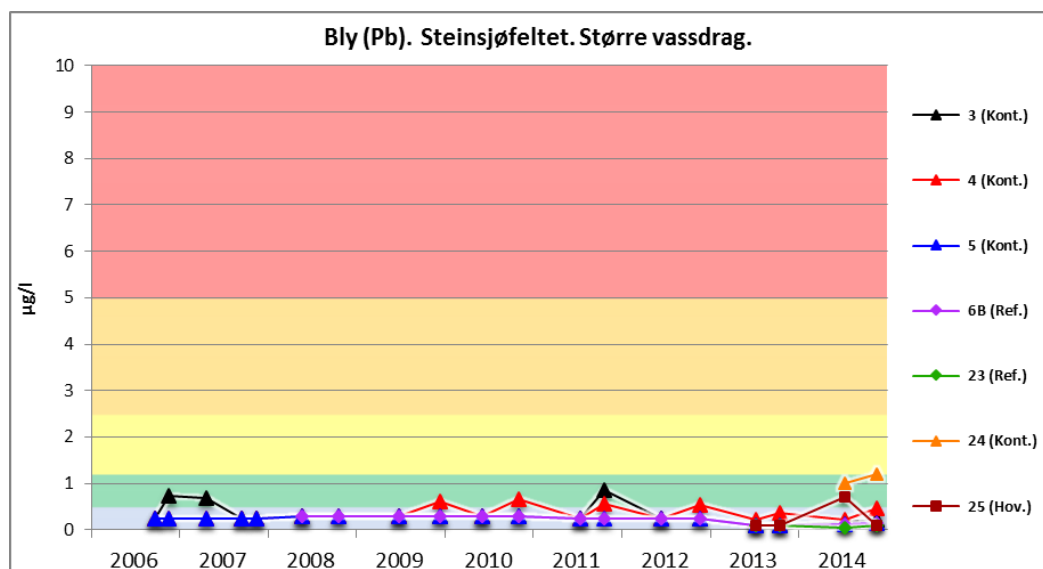
Verdiene for bly i de mindre bekkene er i 2014, og historisk, så høye, at en egen skala (0-30 µg/l) brukes i figur 29. Normalt brukes skalaen 0-10 µg/l. Det er til dels store variasjoner i konsentrasjonene i flere av punktene. Det er primært punkt 8 som faller utenfor med et nivå normalt i størrelsesordenen 15-25 µg/l (tilstandsklasse V, > 5 µg/l). Men også punkt 2 og 11 har jevnlig verdier i tilstandsklasse V. Konsentrasjonen i punkt 2 har ligget på noenlunde samme nivå over flere år, og betydelig lavere enn på midten av 2000-tallet. Punkt 8 svinger mye og mer for bly enn for kobber. I punkt 11 har blykonsentrasjonen også i enkelte tidligere år, vært på samme nivå som i 2014. Som nevnt under kobber vil liten vannføring gi veldig oppkonsentrert avrenning fra baner oppstrøms punkt 11.



Figur 29: Bly (Pb). Steinsjøfeltet. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1. Bemerk spesiell skala (normalt 0-10).

Tilstanden i de større bekkene

I de større vassdragene er blyverdien i 2014, og historisk, stort sett lave (tilstandsklasse I og II). Punkt 24 ved Langtjernet som var nytt i 2014, faller utenfor (som for kobber) med verdier på grensen mellom klasse II og III. Som for kobber antas bidragene oppstrøms fra å komme vesentlige fra områdene utenfor skytefelt.

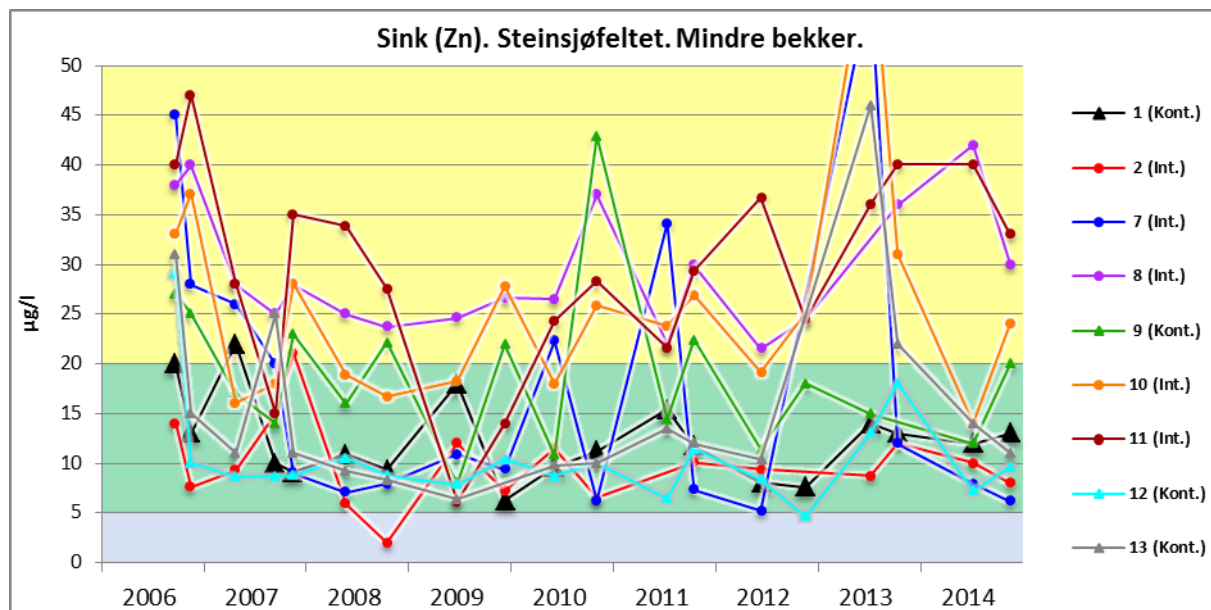


Figur 30: Bly (Pb). Steinsjøfeltet. Større vassdrag. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

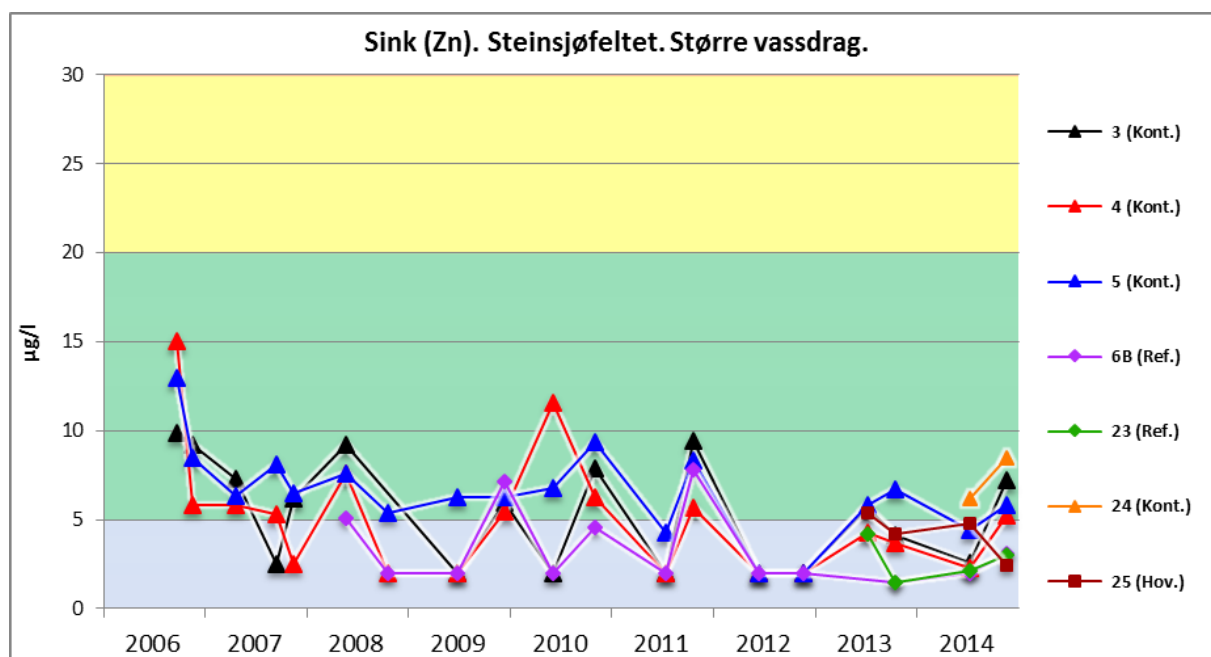
Sink

Verdiene for *sink* er som for kobber og bly i 2014, og historisk, så høye, at en egen skala brukes for de mindre bekkene i figur 31 (0-50 mot normalt 0-30 µg/l). Som for kobber er det primært punkt 8 og 11 som skiller seg ut, med mange verdier over 25 µg/l. Men som det framgår av figuren så er det til dels store variasjoner i konsentrasjonene i flere av punktene gjennom årene.

I de større vassdragene er verdiene gjennomgående lave (figur 32) og varierer i mindre grad enn i de mindre bekkene. Også for sink ligger verdiene i punkt 24 noe over de andre punktene.



Figur 31: Sink (Zn). Steinsjøfeltet. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1. Bemerk spesiell skala (normalt 0-30).

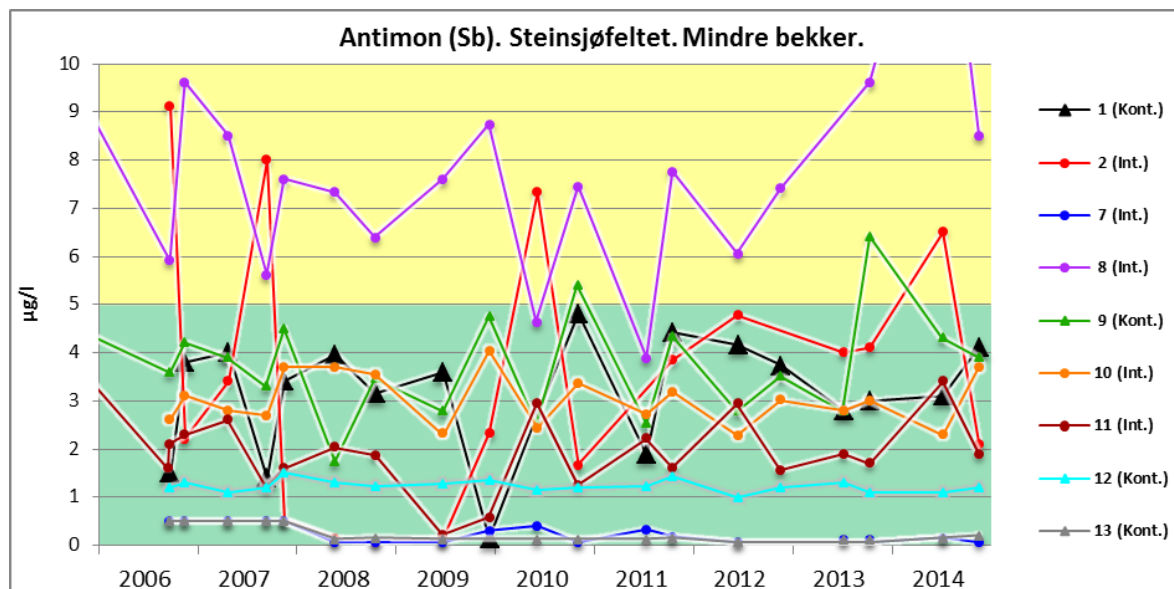


Figur 32: Sink (Zn). Steinsjøfeltet. Større vassdrag. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Antimon

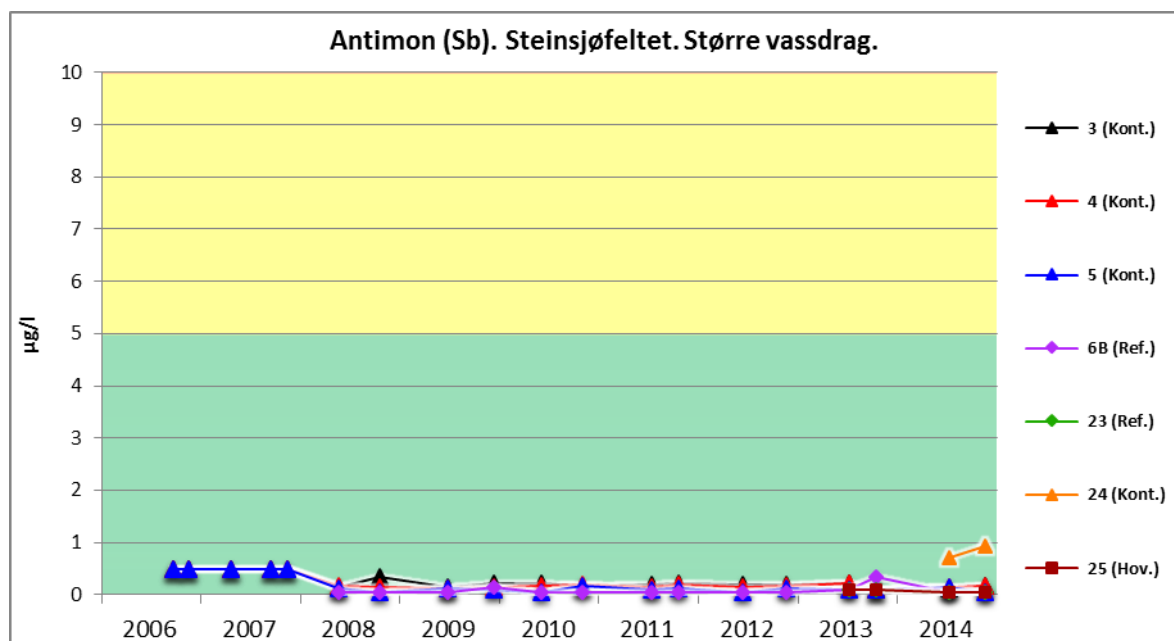
Tilstanden i de mindre bekkene

For antimon er bildet i 2014, og historisk, det samme som for parameterne omtalt i det foregående, med høye verdier i flere av de mindre bekkene (figur 33), og store variasjoner gjennom årene. Igjen har punkt 8 de høyeste verdiene (normalt 5-10 µg/l).



Figur 33: Antimon (Sb). Steinsjøfeltet. Mindre bekker. For verdier utenfor figuren vises det til vedlegg 1.

Av de større vassdragene (figur 34) er det igjen punkt 24 som skiller seg ut med verdier på nesten 1 µg/l. Som for andre parametere er nivået i punkt 24 så høyt i forhold til det oppstrøms punkt 12 (gjennomsnitt 1,2 µg/l), at det indikerer et forhøyd bakgrunnsnivå fra området utenfor skytefeltet.



Figur 34: Antimon (Sb). Steinsjøfeltet. Større vassdrag.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det er i 2014 ikke observert verdier som faller utenfor de variasjonsmønstre som er sett tidligere.

Resultatene fra kontrollpunkt 4 kan tyde på at bakgrunnsnivå er naturlig forhøyd i området, fordi punktet ikke mottar avrenning fra skytebaner.

For bly og kobber er det 3 punkter som jevnlig ligger i klasse V (de interne punktene 2, 8 og 11). For sink ligger de høyeste verdiene i klasse III.

I punkt 8, Larsmyrbekken, ble det gjennomført omfattende undersøkelser i 2001. Resultatene (gjennomsnittsverdiene) i perioden 2006-2014 ligger på samme stabile nivå som resultatene fra 2001.

Punktet 11 i et sig som er så lite, at det antagelig kun har vannføring ved regnvær. Det er derfor tvilsomt, om punktet kan betraktes som representativt for avrenningen i området. Vannkvaliteten avviker også mye fra resten av området, og bidrar ikke til å øke innsikten i avrenningsprosessene for tungmetaller i skytefeltet.

Det anbefales:

- å ta ut punkt 11 av programmet
- å ta ut 6B (bruke punkt 23 videre)
- å vurdere punkt 4 – behov eller ev. punkttype

Referanser

Amundsen, C.-E., Bolstad, M., Gustavson, L. og Rasmussen, G. 2014. Redegjøring av miljøtilstanden i Heistadmoen skyte- og øvingsfelt, og forslag til vannovervåkingsprogram. Forsvarsbygg Futura rapport nr. 530/2014. 27 s.

Bugge, A., 1963. Norges molybdenforekomster. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 217. 134 s.

Gjemlestad, L.J. og S. Haaland 2014. Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning 2013. MO-Viken. Futura rapport: 561/2014, Bioforsk rapport: 9(69) 2014. 53 s.

Hoel, J.E., 2007. Velkommen til Feiring Jernverk. <http://home.broadpark.no/~jahoel/sub104.htm>

Miljødirektoratet 2014. Miljøstatus.no. Folldal Verk. http://www.miljostatus.no/ Tema/Ferskvann/Miljogifter_ferskvann/Avrenning-fra-gruver/Folldal-Verk/

Strømseng, A.E. og M. Ljønes, 2003. Periodisk avrenning av tungmetaller - En feltundersøkelse gjort ved Steinsjøen skytefelt. FFI/Rapport-2003/00715. 34 s.

Vannportalen 2007. Berørte vassdrag bergindustrien.

<http://www2.vannportalen.no/hovedEnkel.aspx?m=63865ogamid=3252472>

Vedlegg 1 - Analysedata 2011-2014

Årets resultater er markert med grå bakgrunn og fet stil. Resultater i parentes er verdier som anses for usikre på grunn av spesielle omstendigheter eller usikkerhet omkring prøvetakingen, eller fordi de er så avvikende, at de mest sannsynlig er feil. Verdier med '<' foran viser at de er lavere enn rapporteringsgrensen.

			Antimon	Bly	Jern	Kalsium	Kobber	Sink	Lednings- evne	pH	TOC	Turbi- ditet
Skytefelt	Prøvepunkt	Prøvedato	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mS/m	-	mg/l	FNU
Heistadmoen	2	15.6.2011	11,6	30,8	2,56	9,8	23,3	34,9	9,02	6,96	3,24	
		6.6.2012	1,39	0,641	6,65	27,2	4,31	30,7	18,8	7,08	6,35	13,6
		6.11.2012	5,11	0,965	2,95	14	15,3	63,7	9,29	6,6	4,56	2,29
		8.5.2013	7,8	4,1	1,8	14	16	44	9,01	6,8	5,1	5,1
		10.7.2014	(16)	(430)	(330)	(65)	(930)	(1500)			(47)	(210)
		1.12.2014	4,3	3,4	4,1	13	22	62	8,91	6,7	5	11
	3	15.6.2011	0,102	0,696	0,558	1,53	1,74	6,22	1,43	5,92	10,7	
		6.6.2012	<0,1	0,747	0,643	2,1	1,7	4,7	1,78	6,45	6,64	0,99
		6.11.2012	0,123	0,964	0,52	1,19	1,22	9,98	1,42	5,2	9,73	0,61
		8.5.2013	<0,2	0,63	0,37	1,1	1	5	1,11	5,6	6,8	0,6
		10.7.2014	<0,1	0,58	0,55	1,5	0,95	5,8	1,31	5,7	11	0,8
		1.12.2014	<0,1	0,82	0,46	1,3	1,4	6,6	1,24	5,6	8,5	0,52
	4	15.6.2011	1,42	1,79	0,793	12,1	8,27	13,7	6,74	7,21	9,19	
		6.6.2012	1,74	1,03	0,236	13,4	4,86	12,1	8,47	7,44	6,79	0,83
		6.11.2012	2,85	1,44	0,228	7,97	5,69	10,8	4,39	6,9	8,37	0,75
		8.5.2013	3,1	0,73	0,21	8,7	6,8	10	5,37	7	7,2	0,81
		4.10.2013	1,2	0,62	0,26	13	4,6	17	8,57	7,2	7,2	0,61
		10.7.2014	1,8	0,39	0,35	15	4,6	5,1	8,92	7,3	7,9	0,76
		1.12.2014	2,3	0,88	0,19	9,6	6,2	14	6,24	7,2	7,4	0,28
	6	15.6.2011	2,17	1,27	0,638	8,92	6,63	9,17	5,48	7,38	5,95	
		6.6.2012	1,74	<0,5	0,255	11	3,57	4,37	7,1	7,54	3,76	0,8
		6.11.2012	3,91	0,79	0,282	6,85	4,7	10,4	4,66	7,3	5,5	0,78
		8.5.2013	3,1	0,7		7,6	4,5	5,4		7,4	4,1	

			Antimon	Bly	Jern	Kalsium	Kobber	Sink	Lednings- evne	pH	TOC	Turbi- ditet
Skytefelt	Prøvepunkt	Prøvedato	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mS/m	-	mg/l	FNU
		4.10.2013	0,77	0,27	0,31	14	2,2	6,5	8,51	7,8	3,8	0,7
		10.7.2014	1,5	0,36	0,29	12	4	5,7	7,5	7,4	5,2	0,64
		1.12.2014	2,8	0,54	0,27	7,5	4,5	11	5,08	7,3	4,4	0,6
	7	10.7.2014	2,7	1,5	1	17	7,9	9,1	9,98	7,2	6,2	1,4
		1.12.2014	4,3	0,84	0,3	9,2	5	12	5,85	7,2	4,2	0,58
	11	15.6.2011	0,943	<0,5	0,171	6,22	3,58	6,86	3,84	7,19	7,28	
		6.6.2012	0,783	<0,5	0,104	6,63	2,86	5,22	4,67	7,3	4,47	0,55
		6.11.2012	2,4	<0,5	0,163	4,7	5,71	9,13	3,08	6,9	7,2	0,46
		8.5.2013	1,8	0,21	0,11	4,9	3,9	5,2	3,4	6,9	5,2	0,5
		10.7.2014	0,87	0,14	0,16	7,4	3,1	6,2	4,9	7	5,5	0,3
Heistadmoen (forts.)	11 (forts.)	1.12.2014	1,6	0,7	0,13	5,1	6,1	14	3,52	7	6,2	0,19
	12	15.6.2011	11,5	4,12	3,74	13,6	11,4	43	8,84	6,94	3,65	
		6.6.2012	6,02	1,02	3,13	21,1	3,97	12,8	14,4	7,32	2,53	5,29
		6.11.2012	36,4	3,86	1,79	14,2	12,4	38,4	9,94	6,9	3,18	3,17
		8.5.2013	12	5,1	1	15	8	24	10,1	7,2	2,4	2,2
		10.7.2014	8,3	2,1	1,9	22	4,4	11	13,8	7,1	3,4	2,7
		1.12.2014	17	7,3	2,2	16	17	36	10,3	6,8	3,3	2,7
	13	15.6.2011	1,27	<0,5	0,242	6,87	2,13	4,67	4,41	7,34	4,64	
		6.6.2012	1,8	<0,5	0,2	6,15	2,61	4,5	4,35	7,34	4,54	0,52
		6.11.2012	2,67	0,937	0,39	6,17	4,39	10,1	3,9	7	6,71	0,96
		8.5.2013	1,4	0,53		5,2	2,8	9		6,9	4,7	
		4.10.2013	1,1	0,39	0,86	14	3	6,9	8,63	7,3	4,1	2
		10.7.2014	1,4	0,35	0,22	6,8	2	2,8	4,58	7,3	5,3	0,38
		1.12.2014	2,4	0,79	0,25	5,4	4,8	13	3,67	7	6,9	0,59
	26	10.7.2014	2,3	3,1	5,9	23	5,1	12	12,8	7	6,2	11
		1.12.2014	7,7	0,4	0,33	14	3,4	13	8,36	7,1	3,9	1,1
	27	10.7.2014	0,4	0,075	0,24	11	1,3	2,6	6,83	7	5,9	0,54

			Antimon	Bly	Jern	Kalsium	Kobber	Sink	Lednings- evne	pH	TOC	Turbi- ditet
Skytefelt	Prøvepunkt	Prøvedato	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mS/m	-	mg/l	FNU
		1.12.2014	0,53	0,14	0,11	6,8	1,8	6	4,81	7	6,2	0,18
		10.7.2014	<0,1	0,74	0,47	1,6	1,3	5,8	1,44	6	10	1,1
	28	1.12.2014	0,13	0,51	0,36	2,4	1,6	5,8	1,8	6,4	7,3	0,57
		1.12.2014	<0,1	0,26	0,14	5,1	2,3	11	3,37	6,9	8,2	0,26
	29	1.12.2014	<0,1	0,26	0,14	5,1	2,3	11	3,37	6,9	8,2	0,26
		10.7.2014	7,6	1,8	0,07	6,7	17	25	4,18	6,7	6,1	0,24
	30	1.12.2014	9,5	5,7	0,12	4,4	27	33	3,06	6,9	7,3	0,15
Hengsvann	1	3.7.2011	10,1	20,1	0,595	2,37	35,8	24,8	2,1	6,62	8,87	
		17.10.2011	7,18	9,45		2,57	25,8	30,5		6,67	6,71	
		11.5.2012	5,98	9,83	0,179	1,83	27,4	19,3	2,32	6,89	6,28	0,37
		7.11.2012	7,68	9,81	0,249	2,25	27,6	29,4	2,22	6,3	6,24	0,35
		4.7.2013	6,2	13	0,39	2,3	39	29	1,9	6,4	8	0,28
		17.10.2013	7,8	11	0,35	2,6	26	32	2,54	6,4	6,6	0,75
		3.7.2014	3,8	16	1,9	2,8	29	27	2,94	6,3	8,2	1,9
		18.11.2014	4,3	12	0,25	1,9	26	20	1,96	6,2	7,6	0,36
	2	3.7.2011	<0,1	0,543	0,221	1,59	<1	5,47	1,23	6,1	9,18	
		17.10.2011	<0,1	0,637		2,66	<1	7,29		6,56	9,17	
		11.5.2012	<0,1	<0,5	0,38	1,78	<1	<4	1,66	6,69	6,54	0,94
		7.11.2012	0,121	<0,5	0,44	2,1	<1	4,49	1,5	6,1	8,97	0,55
		3.7.2014	<0,1	0,26	0,14	1,5	0,8	3,2	1,35	6,3	5,7	0,46
		18.11.2014	<0,1	0,54	0,39	1,9	0,32	5,9	1,46	5,8	9,7	0,59
	5	3.7.2011	0,757	5,33	0,508	0,445	14,1	10,5	1,3	4,85	12,4	
		17.10.2011	0,471	3,72		0,55	9,26	10,8		5,36	7,87	
		11.5.2012	0,507	5,58	0,34	<0,6	12,2	6,91	1,26	5,28	9,42	0,71
		7.11.2012	0,402	3,45	0,421	0,428	8,3	11,7	1,42	4,8	8,18	0,35
		4.7.2013	0,42	4,5	0,52	0,41	11	12	1,32	4,7	9,1	0,23
Hengsvann (forts.)	5 (forts.)	17.10.2013	0,43	3,1	0,5	0,5	8,1	9,3	1,35	5,1	7,6	0,26
		3.7.2014	0,54	2,8	1,1	0,8	6,2	5,5	1,41	5,6	6	2,2
		18.11.2014	0,39	3,3	0,33	0,41	9,1	8,9	1,64	4,7	9,5	0,32

			Antimon	Bly	Jern	Kalsium	Kobber	Sink	Lednings- evne	pH	TOC	Turbi- ditet
Skytefelt	Prøvepunkt	Prøvedato	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mS/m	-	mg/l	FNU
	10	3.7.2011	0,387	1,51	0,23	1,58	2,38	8,15	1,28	5,96	8,24	
		17.10.2011	0,368	1,23		2,29	2,24	9,21		6,54	7,93	
		11.5.2012	0,271	2,09	0,294	1,31	1,26	4,93	1,5	6,3	7,74	0,64
		7.11.2012	0,366	1,51	0,351	1,68	1,62	8,03	1,48	6,1	7,61	0,51
		4.7.2013	0,35	1,6	0,35	1,5	2,2	10	1,34	6,3	7,4	0,37
		17.10.2013	0,31	1,2	0,26	2	0,87	6,2	1,75	6,5	6,2	0,43
		3.7.2014	0,41	0,62	0,4	2,5	2,4	3,4	2,51	6,4	5,5	0,63
		18.11.2014	0,26	1,9	0,28	1,6	2,2	10	1,52	5,6	9,3	0,4
Steinsjøfeltet	1	14.7.2011	1,88	0,672	0,465	2,05	7,2	15,4	2,01	6,73	4	
		19.10.2011	4,41	1	0,192	1,27	12,8	11,7	1,4	6,55	4,92	
		13.6.2012	4,16	0,964	0,209	1,3	14,2	8,05	1,5	6,58	4,29	0,38
		19.11.2012	3,73	0,609	0,139	1,22	7,19	7,58	1,23	6,3	2,94	0,26
		9.7.2013	2,8	0,88	0,38	1,8	10	14	1,73	6,5	4	0,37
		15.10.2013	3	0,71	0,29	1,8	8,6	13	2,02	6,4	3,8	0,4
		9.7.2014	3,1	1,2	0,34	1,8	11	12	1,88	6,3	5,1	0,27
		20.11.2014	4,1	1	0,15	1,3	11	13	1,58	6,1	3,6	0,13
	2	19.10.2011	3,84	7,73	0,159	4,02	13,6	10,1	3,4	7,09	3,24	
		13.6.2012	4,77	5,07	0,173	4,02	12,2	9,35	3,66	7,25	2,47	0,8
		9.7.2013	4	6,9	0,14	4	14	8,7	3,25	7	2,9	0,34
		15.10.2013	4,1	5,1	0,14	4,7	14	12	3,77	6,9	2,6	0,27
		9.7.2014	6,5	9	0,14	4,5	16	10	3,64	6,9	3,6	0,69
		20.11.2014	2,1	6,9	0,09	3,4	9,2	8	3,1	6,8	3	0,3
	3	14.7.2011	0,194	<0,5	0,117	2,32	<1	<4	2	6,98	4,69	
		19.10.2011	0,207	0,851	0,619	1,8	2,58	9,46	1,61	6,43	8,08	
		13.6.2012	0,195	<0,5	0,195	1,65	1,47	<4	1,71	6,67	5,81	1,77
		19.11.2012	0,197	<0,5	0,249	1,67	1,29	<4	1,41	6,3	6,66	0,55
		9.7.2013	0,21	<0,2	0,16	2	1,3	5,7	1,69	6,9	6	0,37
		15.10.2013	<0,2	<0,2	0,25	2,1	1,5	4,1	1,98	6,5	6,2	0,26
		9.7.2014	0,12	0,17	0,12	1,5	1,4	2,6	1,54	6,5	6	0,4

			Antimon	Bly	Jern	Kalsium	Kobber	Sink	Lednings- evne	pH	TOC	Turbi- ditet
Skytefelt	Prøvepunkt	Prøvedato	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mS/m	-	mg/l	FNU
	4	20.11.2014	0,18	0,21	0,25	1,7	2,7	7,2	1,73	6,2	6,6	0,46
		14.7.2011	0,155	<0,5	0,0645	2,43	2,3	<4	2,1	6,89	3,99	
		19.10.2011	0,204	0,556	0,293	2,06	4,71	5,68	2,13	6,66	7,03	
		13.6.2012	0,133	<0,5	0,135	2,1	2,15	<4	2,12	6,8	4,34	0,55
		19.11.2012	0,174	0,529	0,264	1,9	4,46	<4	1,75	6,2	6,4	0,69
		9.7.2013	0,23	0,23	0,11	2,1	2,5	4,3	1,91	6,7	4,8	0,19
		15.10.2013	<0,2	0,36	0,22	2,3	3,4	3,7	1,96	6,5	4,8	0,23
		9.7.2014	0,14	0,22	0,1	2,1	2,4	2,3	1,97	6,5	5,4	0,24
		20.11.2014	0,18	0,46	0,22	1,8	4,2	5,2	1,87	6,3	5,6	0,45
	5	14.7.2011	0,102	<0,5	0,363	2,68	2,45	4,3	2,5	6,8	5,88	
Steinsjøfeltet (forts.)	5 (forts.)	19.10.2011	0,129	<0,5	0,269	1,86	2,92	8,29	1,89	6,61	6,61	
		13.6.2012	<0,1	<0,5	0,273	2,13	2,57	<4	2,22	6,85	4,83	0,39
		19.11.2012	0,112	<0,5	0,201	1,85	1,44	<4	1,76	6,4	4,27	0,4
		9.7.2013	<0,2	<0,2	0,34	2,8	1,6	5,8	2,68	6,6	4,4	0,31
		15.10.2013	<0,2	<0,2	0,27	2,5	1,8	6,7	2,56	6,4	4,9	0,17
		9.7.2014	0,15	0,13	0,21	2,2	2,8	4,4	2,21	6,4	7,3	0,3
		20.11.2014	<0,1	0,15	0,22	1,9	1,6	5,8	1,98	6,3	4,7	0,26
	6B	14.7.2011	<0,1	<0,5	0,16	2,4	<1	<4	2,01	7,05	5,22	
		19.10.2011	<0,1	<0,5	0,339	1,68	<1	7,79	1,46	6,5	9,91	
		13.6.2012	<0,1	<0,5	0,167	1,63	<1	<4	1,58	6,73	6,07	0,51
		19.11.2012	<0,1	<0,5	0,236	1,84	<1	<4	1,63	6,5	7,31	0,52
		9.7.2013	<0,2	<0,2	0,21	2,2	1,2	(38)	2,12	6,8	5,9	0,26
		15.10.2013	0,34	<0,2	0,25	2,2	<0,5	<3	1,88	6,8	6,5	0,38
		9.7.2014	<0,1	0,12	0,15	1,4	0,18	2	1,38	6,4	7,3	0,43
		20.11.2014	<0,1	0,14	0,24	1,9	0,3	3,1	1,67	6,4	7,2	0,34
	7	14.7.2011	0,319	3,37	0,78	2,85	22,4	34,1	2,19	6,14	15,1	
		19.10.2011	0,165	1,18	0,691	2,21	3,66	7,33	1,78	6,54	9,1	
		13.6.2012	<0,1	0,535	0,404	3,06	2,02	5,2	2,32	6,94	8,38	0,89

			Antimon	Bly	Jern	Kalsium	Kobber	Sink	Lednings- evne	pH	TOC	Turbi- ditet
Skytefelt	Prøvepunkt	Prøvedato	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mS/m	-	mg/l	FNU
		9.7.2013	<0,2	23	(13)	5	16	58	2,7	6,4	9,3	0,53
		15.10.2013	<0,2	2,5	2,2	3	6,1	12	2,46	6,2	24	(38)
		9.7.2014	0,14	0,93	2,3	3,6	5,3	7,9	2,57	6,2	12	1,4
		20.11.2014	<0,1	0,28	0,38	1,9	3,1	6,2	1,85	6,1	6,4	0,2
	8	14.7.2011	3,87	19,7	1,54	4,87	39,3	22	3,53	6,86	8,77	
		19.10.2011	7,75	27	0,491	2,13	46,2	29,9	1,86	6,47	9,49	
		13.6.2012	6,04	19,5	0,785	2,86	44,6	21,5	2,74	6,88	7,86	1,02
		19.11.2012	7,4	19,5	0,327	1,84	32	24,4	1,59	6,2	5,4	0,41
		9.7.2013	(0,35)	(9,3)	(0,78)	(3,9)	(2,8)	(2000)	(2,86)	(6,4)	(7,9)	(0,74)
		15.10.2013	9,6	16	0,55	3	36	36	2,6	6,3	6	0,53
		9.7.2014	15	23	0,6	2,9	53	42	2,56	6,2	9,8	0,56
		20.11.2014	8,5	25	0,33	2	40	30	1,92	6,1	6,2	0,25
	9	14.7.2011	2,52	3,67	0,923	2,94	15,1	14,4	2,28	6,95	6,84	
		19.10.2011	4,33	8,62	0,767	2,27	23,9	22,4	1,89	6,61	9,9	
		13.6.2012	2,8	2,46	0,471	2,39	14,7	11,4	2,25	6,93	6	0,54
		19.11.2012	3,5	4,31	0,381	1,9	16,8	18	1,65	6,3	7,36	0,83
		9.7.2013	2,8	3,3	0,52	2,4	15	15	2	6,6	8,3	0,6
		15.10.2013	6,4	(93)	8,6	3,3	76	(150)	2,42	6,8	7,3	0,58
		9.7.2014	4,3	2,9	0,46	2,5	16	12	2,23	6,7	6,9	0,82
		20.11.2014	3,9	3,9	0,37	2,1	18	20	1,97	6,4	7,6	0,58
	10	14.7.2011	2,72	1,81	0,531	1,27	13,4	23,8	1,4	5,72	11,5	
		19.10.2011	3,19	3,59	0,803	1,28	16,8	26,9	1,5	5,45	13,4	
		13.6.2012	2,28	2,23	0,464	0,938	12,2	19,1	1,31	5,69	8,98	1
		19.11.2012	3,01	3,86	0,447	0,989	16,9	25	1,47	5	11,7	1,27
Steinsjøfeltet (forts.)	10 (forts.)	9.7.2013	2,8	3,1	0,52	1,2	16	64	1,27	5,7	11	1
		15.10.2013	3	2,8	0,64	1,7	14	31	1,79	5,6	12	0,69
		9.7.2014	2,3	2,1	0,42	1,1	8,7	14	1,42	5,4	9,3	0,66
		20.11.2014	3,7	2,6	0,46	1,1	12	24	1,87	4,8	13	0,49

			Antimon	Bly	Jern	Kalsium	Kobber	Sink	Lednings- evne	pH	TOC	Turbi- ditet
Skytefelt	Prøvepunkt	Prøvedato	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mS/m	-	mg/l	FNU
	11	14.7.2011	2,22	1,7	0,105	6,8	28,2	21,6	5,18	7,11	3,5	
		19.10.2011	1,61	8,43	0,32	0,92	52,9	29,3	1,34	5,32	10,1	
		13.6.2012	2,94	11,7	0,125	1,33	95,7	36,7	1,53	6,29	6,44	0,52
		19.11.2012	1,56	5,06	0,118	1,06	43,4	24,4	1,3	6	4,96	0,37
		9.7.2013	1,9	17	0,94	5,2	42	36	4,32	6,6	4,8	1,6
		15.10.2013	1,7	1,6	0,07	2,3	30	40	2,42	6,4	3	0,76
		9.7.2014	3,4	3,7	0,06	2	47	40	2,2	6,2	5,2	0,31
		20.11.2014	1,9	6,5	0,07	1,1	54	33	1,44	5,9	4,6	0,14
	12	14.7.2011	1,22	0,951	0,0753	2,17	12,7	6,44	1,78	6,79	4,88	
		19.10.2011	1,42	1,53	0,116	2,53	13,6	11,4	1,85	6,72	8,33	
		13.6.2012	0,984	0,9	0,0726	1,98	10,1	8,4	1,79	6,73	5,67	0,55
		19.11.2012	1,19	0,736	0,244	1,6	5,94	4,61	1,42	5,8	8,5	0,51
		9.7.2013	1,3	1,8	0,1	2	12	13	1,6	6,4	7,4	0,82
		15.10.2013	1,1	2	0,17	2,7	11	18	2,08	6,8	5,9	0,6
		9.7.2014	1,1	1,4	0,09	2,1	9,1	7,2	1,73	6,6	6,3	1,4
		20.11.2014	1,2	1,5	0,14	2,5	10	9,6	2,01	6,6	5,9	0,41
	13	14.7.2011	0,105	1,49	1,25	2	7,7	13,5	1,87	5,18	14,6	
		19.10.2011	0,132	0,921	0,84	1,26	8,44	12	1,88	4,85	16,1	
		13.6.2012	<0,1	0,848	0,923	1,16	8,02	10,4	1,82	4,77	17,2	1,13
		9.7.2013	<0,2	1,9	1,1	1,7	10	46	1,69	5	19	3,5
		15.10.2013	<0,2	1,3	0,79	2,1	5,9	22	2,15	5,1	13	1,6
		9.7.2014	0,14	0,89	0,87	1,7	8,5	14	2,54	4,8	19	0,29
		20.11.2014	0,18	0,84	0,67	1,2	8,2	11	2,18	4,7	13	0,41
	23	9.7.2013	<0,2	<0,2	0,06	1,5	<0,5	4,2	1,52	6,6	5,9	0,42
		15.10.2013	<0,2	<0,2	0,06	1,5	<0,5	<3	1,52	6,3	5,5	0,3
		9.7.2014	<0,1	0,052	0,04	1,4	0,35	2,1	1,47	6,5	5,4	0,32
		20.11.2014	<0,1	0,095	0,1	1,6	0,28	3	1,57	6,4	5,7	0,46
	24	9.7.2014	0,72	1	0,45	2	6,6	6,2	1,79	6,4	7,8	0,9

			Antimon	Bly	Jern	Kalsium	Kobber	Sink	Lednings- evne	pH	TOC	Turbi- ditet
Skytefelt	Prøvepunkt	Prøvedato	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mS/m	-	mg/l	FNU
		20.11.2014	0,94	1,2	0,18	2,3	9,2	8,5	1,93	6,6	6,5	0,46
	25	9.7.2013	<0,2	<0,2	0,08	1,6	<0,5	5,4	1,56	6,5	4,5	0,5
		15.10.2013	<0,2	<0,2	0,03	1,7	<0,5	4,2	1,57	6,2	4,4	0,26
		9.7.2014	<0,1	0,72	0,39	1,6	0,4	4,8	1,66	6,3	4,6	1,4
		20.11.2014	<0,1	0,087	0,09	1,6	0,32	2,4	1,58	6,4	5,2	0,32

Forsvarsbygg utleie/Golder Associates AS