



# Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt

## Sluttrapport

### Program Grunnforurensning 2006-2008

Rapport



**RAPPORT**

<b>Rapport nr.:</b> 152030-4	<b>Oppdrag nr.:</b> 152030	<b>Dato:</b> 18.12.2009
<b>Oppdragsnavn:</b> Overvåking av skyte- og øvingsfelt		
<b>Kunde:</b> Forsvarsbygg Utleie Utleietjenester Skyte- og øvingsfelt		
<p><b>Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt</b>  <b>Sluttrapport</b>  <b>Program Grunnforurensning 2006-2008</b></p>		
<b>Emneord:</b> Skytefelt, forurensning, avrenning, tungmetaller, sprengstoff og hvitt fosfor		
<p><b>Sammendrag:</b>          Forsvarsbygg startet opp Program Grunnforurensning (screening) i 2006. Programmet var ment som en utvidelse av tungmetallovervåkingen som hadde foregått i 15 år. En geografisk oversikt over alle felt som er inkludert i Program Grunnforurensninger er gitt i figur 1. Totalt er 47 felt inkludert i programmet, som har pågått i årene 2006 - 2008. Feltene er med enkelte unntak prøvetatt tre ganger ved forskjellige nedbørsforhold (snøsmelting, tørr periode og nedbørrik periode).</p> <p>Det er analysert over 600 prøver for hvitt fosfor uten at det er påvist hvitt fosfor over deteksjonsgrensen på 0,01 µg/l i noen av dem. Det er med unntak av prøver fra Ulven og Mjølfjell ikke påvist kjemikalier fra sprengstoff i de prøvene som er analysert på dette.</p> <p>Resultater fra tungmetallanalysene viser at det er avrenning av varierende grad for de ulike felt. Der det påvises metaller i avrenningen, er det i majoriteten av feltene bly og kobber som har høyeste konsentrasjoner i forhold til SFTs tilstandsklasser for miljøkvalitet i ferskvann.</p> <p>Enkelte felt har forurensningskonsentrasjoner i vann som kan ha miljømessige konsekvenser, mens det i andre felt ikke kan påvises konsentrasjoner over deteksjonsgrensen for den enkelte parameter. For alle felt hvor det er registrert utlekking av overflatevann gjennom bekker eller elver er det beregnet årlig utlekking av metallene antimon (Sb), bly (Pb), kobber (Cu) og sink (Zn), som er hovedbestanddelene i håndvåpenammunisjon.</p>		
<b>Kontaktperson Forsvarsbygg</b> <b>Futura Miljø</b>	<b>Grete Rasmussen</b> (grete.rasmussen@forsvarsbygg.no) <b>Freddy Engelstad</b> (freddy.engelstad@forsvarsbygg.no)	
	<b>Rev.:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Utarbeidet av:</b> Torgeir Mørch Roger Pedersen Stian Sørli Bente Breyholtz Ella Lambertsen Terje Farestveit Lars Været		<i>Bente Breyholtz</i>
<b>Kontrollert av:</b> Amund Gaut Finn Gravem		<i>Amund Gaut</i>
<b>Oppdragsansvarlig:</b>  Lorenzo Lona / Anlegg	<b>Oppdragsleder / avd.:</b> <i>Torgeir Mørch</i> Torgeir Mørch / Anlegg	

## Forord



### Forsvarsbyggs forord

Forsvarsbygg startet i 2006 Program Grunnforurensning, der det samles vannprøver fra alle vannveier som forlater skyte- og øvingsfeltene (SØF). Dette er en avsluttende samlerapport for programmet. Rapporten gir en status på avrenning av forurensning for alle SØF. Dette er et omfattende kartleggingsprogram av SØF, som er unikt på verdensbasis.

Det er tatt tre prøverunder i hvert enkelt SØF i løpet av et år – i slutten av snøsmelting, i nedbørrik periode og tørr periode. Forsvarsbygg har benyttet SWECO Norge AS som konsulent for prosjektet. Tidligere har Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) bistått med overvåkingen av 25 skyte- og øvingsfelt i perioden 1991-2005.

Hensikten med programmet er å avklare hvor mye forurensning som forlater alle aktive skytefelt, både i konsentrasjon og mengde. Alle prøver er analysert for hvitt fosfor, en rekke metaller samt parametere som kan ha betydning for spredning av metaller, f. eks. pH, jern og organisk materiale. Enkelte prøver er analysert for sprengstoff.

I overvåkingen som tidligere er gjennomført av NIVA er resultatene sammenlignet med tilstandsklasser gitt i SFTs klassifiseringssystem for ferskvann fra 1992. I denne rapporten brukes derimot SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann fra 1997 som er ”strengere” enn i klassifiseringen fra 1992. Dette medfører at det feilaktig kan se ut som om utlekkingen av metaller har økt i forhold til tidligere.

Forsvarsbygg har gitt forslag til prøvepunkt. Oppdragstaker har selv måtte gjøre vurdering i felt om det skal tas flere prøver, eller om det er behov for å flytte punkt. SWECO Norge AS stod først for det meste av prøvetakingen, men medarbeidere i Forsvarsbygg har gradvis tatt et større ansvar for dette selv. I enkelte felt har skytefeltadministrasjonen eller miljøvernoffiserer i Regional støttefunksjon stått for prøvetakingen.

Resultatene fra Program Grunnforurensning brukes til å prioritere hvor det er behov for mer grundige undersøkelser, hyppighet av overvåking samt behov for umiddelbare tiltak. Tungmetallavrenning fra alle felt skal overvåkes i fremtiden, men med ulik intensitet.

Alle SØF er nå prøvetatt. Det er ikke funnet spor av hvitt fosfor i de analyserte prøvene. Det er funnet spor av sprengstoff i to sig/bekker som drenerer hhv et blindgjengerfelt i Ulven og et sprengningsfelt i Mjølfjell. Konsentrasjonene er svært lave. Det er forhøyede konsentrasjoner av metaller inni flere av feltene, men ved skytefeltgrensen er konsentrasjonene normalt lave. Resultatene viser at det fra noen felt er utlekkning av metaller.

Denne rapporten gir en oversikt over resultatene fra de tre prøvetakingene fra hvert enkelt SØF, uavhengig hvilket år prøvene er tatt. Feltene overvåkes videre mht metallavrenning, og resultatene rapporteres i årlige rapporter. Resultater fra skytebaner (enkeltanlegg) rapporteres i metallovervåkingsrapportene. I felt med uakseptabel avrenning lages det tiltaksplaner.

Rapporten gir en oversikt over mengde bly, kobber, antimon og sink som forlater feltene, etter ønske fra Miljøverndepartementet. Vi presiserer at det er store usikkerheter knyttet til disse tallene, da beregningene ikke er basert på faktiske målinger av vannføring. Utlekkingsberegningene er basert på NVEs avrenningskart som gir årlig gjennomsnittlig vannføring, og tar ikke hensyn til variasjoner av vannføring over året. Tallene er i tillegg basert på kun tre vannprøver gjennom et år. Mengde utlekkning er sannsynligvis kraftig overestimert i de større elvene.

Forsvarsbygg retter en stor takk til SWECO Norge AS, medarbeidere i Forsvarsbygg samt Regional støttefunksjon i Forsvaret for samarbeidet.

Per Siem  
Oberstløytnant  
Sjef Skyte- og øvingsfelt  
Forsvarsbygg Utleie



## Sammendrag

Forsvarsbygg startet opp Program Grunnforurensning (screening) i 2006. Programmet var ment som en utvidelse av tungmetallovervåkingen som hadde foregått i 15 år. En geografisk oversikt over alle felt som er inkludert i Program Grunnforurensninger er gitt i figur 1. Totalt er 47 felt inkludert i programmet, som har pågått i årene 2006 - 2008.

Målsettingen har vært å kartlegge vannkvalitet mht metaller, sprengstoff og hvitt fosfor i elver og bekker som renner i og ut av Forsvarets aktive skyte- og øvingsfelt. Spesielt skulle det tas prøver i bekker som drenerer nedslagsfelt for krumbanevåpen, som for eksempel bombekastergranater, artillerigranater og missilvåpen. Samtlige felter skulle prøvetas tre ganger ved forskjellige nedbørsforhold (snøsmelting, tørr periode og nedbørrik periode). På dette grunnlaget skulle det gis en vurdering om forurensningssituasjonen ved feltene viste en tilfredsstillende miljøtilstand, eller om det var behov for tiltak og/eller videre overvåking.

Det er analysert over 600 prøver for hvitt fosfor uten at det er påvist hvitt fosfor over deteksjonsgrensen på 0,01 µg/l i noen av dem. Det er med unntak av prøver fra Ulven og Mjølfjell ikke påvist kjemikalier fra sprengstoff i de prøvene som er analysert på dette.

Resultater fra tungmetallanalysene viser at det er avrenning av varierende grad for de ulike felt. Der det påvises metaller i avrenningen, er det i majoriteten av feltene bly og kobber som har høyeste konsentrasjoner i forhold til SFTs tilstandsklasser for miljøkvalitet i ferskvann.

Enkelte felt har forurensningskonsentrasjoner i vann som kan ha miljømessige konsekvenser, mens det i andre felt ikke kan påvises konsentrasjoner over deteksjonsgrensen for den enkelte parameter. For alle felt hvor det er registrert utlekking av overflatevann gjennom bekker eller elver er det beregnet årlig utlekking av metallene antimon (Sb), bly (Pb), kobber (Cu) og sink (Zn), som er hovedbestanddelene i håndvåpenammunisjon.

Alle skyte- og øvingsfelt hvor det anbefales videre overvåking overføres til Forsvarsbyggs Tungmetallovervåkings program, og overvåkes med ulike intensitet avhengig av forurensningsgrad. En oversikt er gitt i Tabell 1.



Tabell 1 Oversikt over vurderte felter og Swecos anbefaling

<b>Markedsområde</b>	<b>Skyte-/øvingsfelt</b>	<b>Screeningsperiode</b>	<b>Anbefaling etter screening</b>
Oslofjord	Steinsjøfeltet	2006 - 2007	Tiltak/Overvåkning
Oslofjord	Hengsvann	2006 - 2007	Overvåkning
Oslofjord	Rauøy	2007	Avslutte
Oslofjord	Regimentsmyra	2007	Tiltak/Overvåkning
Oslofjord	Hauer seter	2007	Avslutte
Oslofjord	Sessvollmoen/Trandum	2007	Avslutte
Oslofjord	Heistadmoen	2007	Overvåkning
Oslofjord	Rygge	2007	Overvåkning
Østlandet	Terningmoen	2006 - 2007	Overvåkning
Østlandet	Lieslia	2007 - 2008	Overvåkning
Østlandet	Rødsmoen og Rena leir	2007	Overvåkning
Stavanger	Evjemoen	2006 - 2007	Tiltak/Overvåkning
Stavanger	Lista flystasjon/Marka	2007	Overvåkning
Stavanger	Vatneleiren	2007	Tiltak/Overvåkning
Stavanger	Vikesdalmoen	2007	Overvåkning
Stavanger	Sikveland/Jolifjell	2007	Overvåkning
Bergen	Mjølfjell og Brandsetdalen	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Remmedalen	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Korsnes fort	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Tittelsnes	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Bømoen	2007 - 2008	Avslutte
Bergen	Ulven	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Skjellanger fort	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Kråkenesmarka	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Øyridalen/Lærdal	2006	Overvåkning
Trøndelag	Setnesmoen	2008	Overvåkning
Trøndelag	Valsfjord	2006	Overvåkning
Trøndelag	Haltdalen	2008	Overvåkning
Trøndelag	Giskås	2006 - 2007	Overvåkning
Trøndelag	Frigård	2007 - 2008	Overvåkning
Trøndelag	Leksdal	2006 - 2007	Overvåkning
Trøndelag	Hitra	2006	Utgikk
Trøndelag	Tarva/Karlsøy	2007	Overvåkning
Trøndelag	Vågan	2006	Avslutte
Bodø	Heggmoen	2006 - 2008	Tiltak/Overvåkning
Bodø	Drevja ekserserplass	2006 - 2008	Overvåkning
Bodø	Mjelde	2006	Avslutte
Hålogaland	Ramnes/Biskaya	2006 - 2007	Overvåkning
Hålogaland	Trondenes	2006 - 2007	Overvåkning
Hålogaland	Storvassbotn/Sørlimarka	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Elvegårdsmoen	2006 - 2008	Overvåkning
Midt-Troms	Setermoen	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Blåtind	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Mauken	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Bardufoss		
Midt-Troms	sentralskytebane	2006 - 2007	Overvåkning
Finnmark	Porsangmoen/Halkavarre	2006 - 2007	Overvåkning
Finnmark	Høybuktmoen	2006 - 2008	Overvåkning

## **Felt med behov for tiltak i tillegg til overvåkning**

Forklaring på tilstandsklasser for ferskvann finnes i Tabell 5.

### **MO Oslofjord Steinsjøfeltet**

Det er funnet utlekking av bly og kobber både inne i og ut fra Steinsjøfeltet. Videre er det påvist utlekking av antimon i enkelte punkt inne på feltet. Utlekkingen må anses å være knyttet til den militære aktiviteten. Det bør derfor vurderes å gjennomføre tiltak for å begrense utlekkingen fra feltet. Det anbefales i tillegg at overvåkingen av feltet fortsettes, for å følge utviklingen av forurensningssituasjonen og effekt av eventuelle gjennomførte tiltak.

Det vil kunne være et behov for å vurdere en endring av hvilke områder som bør benyttes til de forskjellige aktivitetene på Steinsjøfeltet.

### **Regimentsmyra**

Analyseresultatene fra Regimentsmyra viser meget høye nivåer av tungmetaller relatert til metaller fra prosjektiler. Spesielt er nivåene av bly meget høye. Det er i prøver med høye blykonsentrasjoner også påvist høye antimonkonsentrasjoner. Dette tyder på at bekken lokalt er sterkt påvirket av avrenning fra banen (D3). Det bemerkes at referansen også har forhøyde nivåer av blant annet bly. Hagl fra leirduebanen kan derfor påvirke referansen. Basert på at det er de fire metallene (bly, antimon, kobber og sink) som viser betydelige forhøyde nivåer, må dette likevel med stor sikkerhet relateres til skytefeltet. Det anbefales derfor at det utredes tiltak rettet mot avrenning fra skytebanene. Det bør også undersøkes hvilket bidrag den sivile leirduebanen har til utlekkingen. Det anbefales at feltet overvåkes videre både før og etter at tiltak er gjennomført.

### **MO Stavanger Evjemoen**

Konsentrasjoner av tungmetaller i området er på samme nivå som tidligere rapportert, muligens med en viss nedgang for skytebaneområdet, mens det i noen områder er påvist forhøyede verdier ved feltets yttergrenser. Dette varierer imidlertid mye for hver prøvetaking og dels også for hvilke tungmetaller som har forhøyede konsentrasjoner.

De forhøyede konsentrasjoner av metaller i bekker og elver ved skytefeltgrensen viser at metaller renner av fra skytefeltet. Det anbefales å fortsette programmet for overvåking av metaller, da nivåer av bly og kobber som renner ut av feltet de fleste steder er i tilstandsklasse III - V.

Det anbefales at det gjennomføres en undersøkelse for å avklare de forhøyde nivåene av enkelte metaller i referansepunkter. Videre bør det avklares årsaken til høy metallkonsentrasjon av metaller i punkt 6 som drenerer flere baner.

Det kan synes å være behov for å gjenta tidligere gjennomførte tiltak som kan ha sluttet å virke, eller å vurdere nye.

### **Vatneleiren**

Det bør gjennomføres en egen tiltaksrettet undersøkelse som bør omfatte prøvetaking av flere vannprøver fra et utvidet antall stasjoner, som foreslått nedenfor, og at det på sikt bør utredes tiltak. Det anbefales å gjennomføre en utvidet prøvetaking, både mht ant punkter og hyppighet, for å oppnå et bedre vurderingsgrunnlag.

## **MO Bodø**

### **Heggmoen**

Bekkene som drenerer myrområdene på Heggmoen, og som rennet ut i Vatnevatnet fra skyte- og øvingsfeltet, er funnet meget sterkt forurenset (tilstandsklasse V) av bly og kobber. Det anbefales vurdering av tiltak, særlig fordi forurenset vann drenerer ut i en resipient klassifisert som et viktig område (B-område) for biologisk mangfold.

## **Felt med behov for overvåking**

## **MO Oslofjord**

### **Hengsvann**

Det er fortsatt funnet meget sterk forurensning (tilstandsklasse V) av bly og kobber fra skytebane 5 og 6 øverst i Brånebekken. Forurensningen ser ut til å avta nedover i vassdraget. Dette kan skyldes fortykning ved innblanding av vann fra sidebekker og/eller utfelling med påfølgende sedimentering.

Det er funnet konsentrasjoner av kobber og bly som tyder på utlekking fra blindgjengerfeltet og fra feltbanene på Diplemyr på Hengsvann. Ved skytefeltgrensen er konsentrasjonene lave.

Det anbefales at overvåkingen av vannsystemene fortsettes for å følge utviklingen av forurensningssituasjonen og effekt av evt. gjennomførte tiltak. Det er ikke behov for å videreføre analyser av hvitt fosfor og sprengstoff.

### **Heistadmoen**

Selv om det ikke er påvist avrenning av metaller av betydning, er konsentrasjonene forholdsvis høye i enkelte punkt, særlig i punkter tatt inne i feltet. Det anbefales derfor å videreføre overvåking av Heistadmoen. Det er ikke behov for å videreføre analyser av hvitt fosfor og sprengstoff.

### **Rygge**

Selv om avrenningen fra Rygge er liten, og påvirkningen av resipienten (Vansjø) trolig er beskjedent, anbefales det at overvåkingen fortsetter. Dette vil også være i tråd med tillatelse gitt av Fylkesmennene i Østfold for Rygge flystasjon. Siden Rygge nå er underlagt konsesjon, anbefales det at overvåkingen av banene på Rygge overføres til det generelle overvåkingsprogrammet som er knyttet opp til konsesjonen.

## **MO Østlandet**

### **Terningmoen**

Bekker på Terningmoen har et relativt lavt innhold av kalsium, men middels høye konsentrasjoner av TOC og jern, samt surt vann. Dette bidrar til at korrosjonshastigheten av prosjektiler er relativt høy. Nord i feltet er det målt høyere konsentrasjonsnivåer av bly og kobber i 2007 enn tidligere.

Det er ikke funnet noe klare tidstrender i konsentrasjonene for metallene. Det er dog bitt registrert variasjoner i konsentrasjonsnivåer, hvilket antas å skyldes variasjoner i vannføring. Målingene viser utlekking fra den nordlige del av øvingsområdene. Det er også her hvor mesteparten av banene er lokalisert. I 2007 er det påbegynt måling i punkt 33, som mottar avrenning fra flere av banene nord i feltet, hvor det er målt bly- og kobberkonsentrasjoner i tilstandsklasse III i november.

### **Lieslia**

Det er påvist konsentrasjoner av kobber under snøsmelting i 2007 tilsvarende tilstandsklasse V i de tre prøvetatte bekkene inkludert referansebekk. Blykonsentrasjonene ligger under deteksjonsgrensen for begge prøvetakingsrunder, og antimon er ikke påvist.



Referanseprøven viser naturlig bakgrunnsinnhold av kobber. Utlekkingen av tungmetaller kan derfor hovedsakelig skyldes naturlige forekomster.

Det anbefales videre overvåking av Lieslia. Det anbefales å ta prøver oppstrøms skytefelt for å få en indikasjon om det er andre typer påvirkning av vassdragene.

### **Rødsmoen og Rena leir**

På bakgrunn av målingene kan konsentrasjonen av bly og kobber i bekkene på Rødsmoen betraktes som lave. I Ygleklettbecken på Rødsmoen er det funnet en gradvis økning i kobberkonsentrasjonen. I forbindelse med overvåkingen i regi av FB Utvikling Øst er det utført biologiske undersøkelser i Ygla, hvor den økologiske status er klassifisert som god (Forsvarsbygg, 2007).

Det er tatt prøver oppstrøms og nedstrøms alle skytebaner på Rødsmoen og Rena Leir. Her er det funnet høye konsentrasjoner av bly, kobber og antimon. Konsentrasjonene av metaller i avrenningen fra enkelte skytebaner i Rødsmoen er økt i 2007 i forhold til tidligere (Forsvarsbygg, 2007). Det er sannsynlig at mekaniske forstyrrelser (graving m.m.) har medført økning i utlekking av metaller. Denne overvåkingen er et ledd i selvpålagt prøveprogram tett på målområder og omfattes ikke av SFTs grenseverdier for tungmetallkonsentrasjoner.

Konsentrasjonen av kobber er forholdsvis høy i prøvepunktet i bekken som renner ut fra Rena leir (1,5 -2,1 µg/l), og det er i forbindelse med snøsmeltningen påvist antimon. Det må klarlegges om det skjer utlekking fra leirskytebanene til denne bekken, og hvor stort dette bidrag er. Det kan forventes at forurensning fra overflatevann også gir et bidrag til tungmetallinnholdet i bekken som drenerer Rena leir.

### **MO Bergen**

#### **Mjølfjell og Brandset**

Det er ikke behov for tiltak ved Brandset. Det ikke er påvist effekter, og de absolutte verdiene i bekkene har vært svært lave og stabile gjennom mange år. Konsentrasjonen av bly i punkt 9 i august 2008 har et stort avvik fra alle andre verdier og er heller ikke logisk når vi ser på verdiene oppstrøms for samme prøverunde. NIVA konkluderte tidligere med at prøvetaking kunne avsluttes, da ikke noe tydet på at aktivitetene påvirket vassdragene. Det anbefales likevel å fortsette overvåkingen med redusert frekvens ved Brandset.

Man bør fortsette overvåking på Mjølfjell først og fremst for å følge med avrenningen fra sprengningsfeltet hvor det er registrert sprengstoffrester i prøvene. Også verdiene fra august 2008 tilsier at overvåkingen bør fortsette for å kartlegge bedre om det under gitte forhold forekommer utvasking av spesielt kobber.

#### **Kråkenesmarka**

Det er behov for å fortsette overvåkingen for å følge utviklingen etter landsskytterstevnet, ettersom det er registrert en viss økning i forurensningskonsentrasjonene siste år. Om verdiene fort stabiliserer seg og det ikke vil bli økt aktivitet i feltet, vil hyppigheten av overvåkingen kunne begrenses.

#### **Korsnes fort**

Det er behov for videre overvåking av Korsnes fort. Tiltak for å redusere utlekkingen av tungmetaller til prøvepunkt 2 bør vurderes om ikke vider overvåking viser at utlekkingen avtar.

#### **Skjellanger fort**

Det er påvist forhøyede verdier av bly og kobber, både i bekk og ved kortholdsbanen. Det er derfor behov for å fortsette overvåking, spesielt da vi bare har to verdier for kortholdsbanen.

## **Ulven**

Det er fortsatt dels betydelige konsentrasjoner av forurensninger som påvises, selv om dette gjerne er knyttet til lav vannføring og mindre bekker eller sig.

Det anbefales å fortsette med overvåking av feltet, da verdiene er høye og det er stor aktivitet i feltet. Analyser av sprengstoff i prøver fra punkt 7 bør fortsett i noen tid fremover for å sikre at denne avrenningen er varig stoppet.

## **Tittelsnes**

Det er fortsatt behov for å overvåke området. Det er fremdeles uklart i hvilken grad området utenfor feltet påvirkes.

Det er i perioden også blitt stilt spørsmålstegn ved om andre deler av området har vært brukt til øvelser tidligere, samt at det foregår en ukontrollert bruk av banen av sivile. Dette bør avklares og nye prøvetakingspunkt eventuelt etableres for å fange opp denne aktiviteten, om det vurderes som relevant.

## **Øyridalen/Lærdal**

Det er ikke påvist noen direkte effekt av aktivitetene fra skytebanen. De relativt høye verdiene av kobber pga naturlig avrenning og avrenning fra demoleringsfeltet, tilsier likevel at overvåkingen bør fortsette, og det er grunn til å sjekke at det etablerte tiltaket fungerer hensiktsmessig. Oppgradering av etablert tiltak bør vurderes etter at en slik kontroll er gjennomført.

## **MO Trøndelag**

### **Setnesmoen**

Resultatene viser at det er funnet varierende konsentrasjoner (tilstandsklasse III – V) av kobber i vassdragene som renner ut av feltet. Resultatene vurderes å ha meget lav – lav effekt relatert til biologiske effekter. Beregninger viser lav utlekking av metaller ut fra feltet. Det er kun gjennomført to prøvetakinger og vi anbefaler derfor videre overvåking av dette feltet for å få et bedre vurderingsgrunnlag.

Det er ikke påvist antimon over drikkevannsforskriften for Setnesmoen.

## **Valsfjord**

Selv om vannkvaliteten ved Valsfjord skyte- og øvingsfelt varierer, vil konsekvensene for fjorden nedstrøms være av liten betydning. Prøvene viser at feltet er sterkt forurensset av kobber og kanskje også av bly. Selv om resipienten er god anbefales det videre overvåking.

## **Haltdalen**

For metaller som inngår i våpenammunisjon er det funnet stabile konsentrasjoner i tilstandsklasse III i prøvepunkt 3 og 5, og enkelte høye konsentrasjoner av kobber og sink i andre prøvepunkt konsentrasjoner spesielt av kobber og sink. Resultatene vurderes allikevel som å ha meget lav – lav effekt relatert til biologiske effekter.

Beregninger viser at det lekker lite metaller ut av feltet. Det er ikke påvist antimon over drikkevannsforskriften for Haltdalen.

Det anbefales videre overvåking for å få et bedre vurderingsgrunnlag. Vi anbefaler at det gjøres en nærmere vurdering av om metallene i avrenningen skyldes naturlige malmforekomster.

## **Giskås**

Selv om Rokta ikke blir vesentlig påvirket, og mye av avrenningen over skytefeltgransen raskt fortynnes, anbefales likevel at overvåkingen fortsetter, og at man vurderer tiltak for å redusere utlekkingen om avrenningen skulle øke.

I og med at det ikke er påvist hvitt fosfor eller sprengstoff i noen av prøvene i 2006 eller under snøsmeltingen i 2007, antas det ikke å være noen risiko knyttet til hvitt fosfor eller sprengstoff ved Giskås skyte- og øvingsfelt. Videre overvåking av disse parameterene vurderes derfor som unødvendig.

## **Frigård**

Iht SFTs tilstandsklasser er bekken som drenerer håndvåpenbanene på Frigården sterkt til meget sterkt forurenset av bly og kobber. Det er ikke påvist at utlekkingen av metaller fra feltet har noen negativ biologisk effekt. Det anbefales likevel at overvåkingen av feltet fortsettes, for å følge utviklingen av forurensingssituasjonen.

Det er ikke påvist antimon i konsentrasjoner over drikkevannsforskriften på Frigård.

## **Leksdal**

Med unntak av punkt L5T og kobber er det ikke påvist forurensning av miljømessig betydning i vassdragene på Leksdal skyte- og øvingsfelt. Prøvetakingen viser at det ved flere prøvepunkter inne på feltet, inkludert referansepunktet, samt ved punkt L12E som drenerer hele skytefeltet, er påvist varierende konsentrasjoner av kobber. Resultatene bekrefter at det er meget uheldig å grave dreneringsgrøft i myrområder som er benyttet som nedslagsfelt for ammunisjon.

I og med at det ikke er påvist hvitt fosfor eller sprengstoff i noen av prøvene i 2006 eller under snøsmeltingen i 2007, antas det ikke å være noen risiko knyttet til hvitt fosfor eller sprengstoff ved Leksdal skyte- og øvingsfelt. Videre overvåking av disse parameterene ble derfor vurdert som unødvendig. Siden feltet har konsesjonskrav, vil det bli gjennomført videre overvåking av dette.

## **Tarva/Karlsøy**

Selv om det er påvist et innhold av kobber tilsvarende tilstandsklasse IV i prøvepunkt 3 som mottar avrenning fra alle banene, er avrenningen og påvirkningen på resipienten beskjeden. Det anbefales likevel at det ryddes opp i metallrestene som er lagt i grøft nedstrøms målområdet, og at overvåkingen fortsetter for å se effekten av dette tiltaket.

## **MO Bodø**

### **Drevjamoen ekserserplass**

Det ble ved første prøverunde ikke påvist forurensning av miljømessig betydning på Drevjamoen skyte- og øvingsfelt. Dette er i overensstemmelse med resultatene fra tidligere undersøkelser gjennomført av NIVA.

Etter fire prøvetakinger er det tydelig at det transporteres metaller i Komra ut av feltet. Det bør gjennomføres undersøkelser konkret kilde til denne forurensningen mht vurdering av tiltak og påfølgende overvåking.

Forurensningssituasjonen ved de øvrige punkt varierer og overvåkingen anbefales videreført.

## **MO Hålogaland**

### **Ramnes/Biskaya**

Til tross for at det er påvist markert til meget sterk forurensning av bly og kobber i flere punkter i feltet, viser beregningene at det er liten avrenning av metaller fra skytefeltet på Ramnes.



Nivået av metaller i myrdammen (pr 2) på Biskaia, som var svært høy tidligere, nå er betydelig lavere.

Avrenning skjer mot Ramsundet som er en stor resipient med betydelig fortynning. Avrenning vil derfor være uten betydning.

Prøvepunktet (punkt 5) som ble etablert i ny bekk som oppstod i forbindelse med gravearbeider ved skytefeltet, viser at dette er påvirket av metaller fra avrenning fra skytebaner inne på feltet. Det er trolig vann som tidligere rant ned mot punkt 1, som nå blir drenert mot det nye punktet. Dette viser at det bør utvises forsiktighet med å grave og drenere bekkesystemer i skyte og øvingsfelt. Dette viser videre at det er viktig at gjennomføres befaringer av feltene, hvor ulike miljøaspekter kartlegg forkant av planlagte arbeider i SØF knyttet til driften og det aktuelle tiltaket.

Som følge av at det er funnet varierende og til delts høye nivåer av metaller, tilstandsklasse IV og V, samt at det er funnet metaller i nytt (punkt 5), anbefales videre overvåking.

Det er foreløpig ikke noe som tyder på at det er behov for å gjennomføre tiltak.

### **MO Midt-Troms Elvegårdsmoen**

Forurensningstilstanden ved Elvegårdsmoen er generelt god. Det er påvist markert forurensning av kobber i to punkt inne i feltet. Det er ubetydelig transport av kobber ut av feltet. Det er beregnet liten utlekking av forurensningen og har lav biologisk effekt.

På grunn av at feltet ligger på et gammelt utfyllingsområde mener vi likevel at det er grunn til å fortsette overvåkingen av feltet.

### **Mauken**

Det er påvist forurensning av kobber ved to vannsystemer (Bergvatnet og Melkelva) i de østlige delene av feltet, som fører til utlekking av kobber ut av feltet. Forurensningen ser hovedsakelig ut til å stamme fra aktiviteter oppstrøms punktene 10 – 11 og 6. Selv om det er lav vannføring i bekken nedstrøms Bervatnet og utlekkingen dermed er lav, ligger det en drikkevannskilde nedstrøms vassdraget som tilsier at forurensningssituasjonen også her bør overvåkes.

Vi anbefaler derfor tiltaksrettede undersøkelser av forurensningskildene for de nevnte vassdrag og videre overvåking av dagens situasjon, samt effekt av eventuelle tiltak. For de andre vassdragene ser vi ikke behov for videre overvåking.

### **Bardufoss**

Det er påvist forurensninger av kobber inne i feltet og selv om det ikke kan påvises en utlekking av kobber fra feltet anbefales det at overvåkingen fortsetter som grunnlag for å vurdere gjennomføring av tiltak.

Det prøvetatte vassdraget ligger i et myrområde og aktiviteter som kan påvirke et slikt område (skyting, anleggsaktivitet, etc.) kan bidra til ytterligere mobilisering av metaller.

### **MO Finnmark**

#### **Halkavarre/Porsangmoen**

Forurensningstilstanden ved Halkavarre er generelt god, tilsvarende ubetydelig - moderat forurenset. NIVAs tidligere konklusjon at feltet har naturlig høyt innhold av kobber bekreftes ved prøvetakingen i 2006 – 2007.

Det er registrert en rekke gruver og skjerp med kobber som hovedmetall i området mellom prøvepunktet 3 og 6. I dette området ligger også punktene 5, 13 -14 og 15 - 17. Med unntak av punkt 14 har alle disse punktene registreringer av kobber i tilstandsklasse 3 og i et par tilfelle tilstandsklasse IV og V. Derimot er det ikke registrert kobberkonsentrasjoner høyere enn tilstandsklasse 2 i prøvepunktene 4 og 7-12 som ikke ligger i nærheten av registrerte malmforekomster. Dette er et sterkt indisium på at det meste av kobberinnholdet i vannet har naturlige årsaker, men vi kan ikke se bort fra at det også kan være et visst bidrag fra militære aktiviteter.

Det er beregnet liten utlekking av forurensningen og den er sett å ha lav biologisk effekt.

Vi foreslår at man fortsetter overvåkingen av punktene 3 og 6, men det vurderes ellers ikke å være behov for videre overvåking eller tiltak i dette feltet.

### **Høybuktknoen**

Høybuktknoen skytefelt mangler den siste prøverunden for å være gjennomført i henhold til program grunnforurensning. Analyser på hvitt fosfor og sprengstoff skulle vært gjort i 2008, men dette ble ikke gjennomført. Med erfaring fra de gjennomførte analysene i dette og i de andre skytefeltene er det likevel lite som tyder på at det ville blitt påvist rester av verken hvitt fosfor eller sprengstoff.

Det anbefales ingen spesielle tiltak selv om flere punkter har høye konsentrasjoner. Feltet bør likevel overvåkes videre.

## **Felt hvor overvåkingsfrekvensen kan reduseres**

### **MO Bergen**

#### **Remmedalen**

Det foreligger nå resultater fra flere år med overvåking som tyder på at med dagens bruk så kan det ikke eller i svært liten grad dokumenteres påvirkning. Frekvensen av prøvetaking bør derfor kunne reduseres og vurderes løpende ut fra aktivitetsnivå og om det skulle oppstå nye grensedragninger.

### **MO Stavanger**

#### **Vikesdalmoen**

Vannkvaliteten ved Vikesdalmoen ansees generelt som god. Det er imidlertid påvist nivåer av kobber og sink i tilstandsklasse III og IV i enkeltprøver i punkter som renner ut av feltet. På bakgrunn av dette anbefales det at overvåkingen fortsetter for å få et bedre datagrunnlag for slutninger vedrørende avrenning og miljøtilstand. Det anbefales å fortsette med de samme punktene som er etablert.

Analyser av sprengstoff og hvitt fosfor kan avsluttes.

I etterkant av undersøkelsene har vi fått opplyst at de militære aktivitetene ved Vikesdalmoen ble avsluttet i 2009 og feltet ble overført til Skifte.

### **Jolifjell/Sikveland**

Vannkvaliteten ved Jolifjell ansees som god. Det er ikke påvist utlekking av antimon, ei heller utlekking av betydning av bly og kobber. Utlekkingen av sink skyldes høy vannføring, slik at resultater i tilstandsklasse I og II vil resultere i en beregning av urimelig høy utlekking. På bakgrunn av dette anbefaler vi at overvåkingen av Jolifjell fortsettes med redusert hyppighet.

### **Lista**

Det er ingen avrenning av sink, bly og kobber som vil ha målbar effekt på resipienten. Det er imidlertid påvist meget høye nivåer av jern i et punkt (punkt 1). Det anbefales at årsaken til

disse målingene avklares og at eventuelle kilder til jernkonsentrasjonen, f. eks. deponert skrapjern, fjernes. Det anbefales at overvåkningen videreføres med redusert hyppighet.

## **MO Hålogaland**

### **Sørlimarka/Storvassbotn**

Vannkvaliteten ved Sørlimarka ansees som god. På bakgrunn av dette mener vi at det ikke er nødvendig med noen tiltak eller årlig overvåking. Dette er i overensstemmelse med tidligere konklusjon i NIVA rapport 15162-2006: *”Bekkene som drenerer banenene i Sørlimarka var lite forurensset og vannkvaliteten kan beskrives som god til mindre god. Tiltak er ikke nødvendig og årlig overvåking er ikke nødvendig.”* Det anbefales derfor videre overvåking med redusert hyppighet.

## **Trondenes**

Vannkvaliteten ved Trondenes anses generelt som god. Avrenningen er meget beskjeden og resipienten (Bergsvågen) er god. På bakgrunn av dette mener vi at det ikke er nødvendig med noen tiltak ved dette feltet. Det anbefales videre overvåking med redusert hyppighet.

## **MO Midt-Troms**

### **Setermoen**

Forurensningssituasjonen ved Setermoen skytefelt er generelt meget god – god mht tungmetaller i vann. Beregningene viser liten utlekking av metaller ut fra feltet og de påviste konsentrasjoner tilsvarer meget lav – lav effekt.

Generelt mener vi at det ikke er behov for tiltak ved Setermoen. Forsvarsbygg har satt i gang et pilotanlegg ved punkt 16 og vi anbefaler derfor at overvåkningen av feltet fortsettes med redusert hyppighet, men med spesielt fokus på punkt 16.

## **Blåtind**

Forurensningssituasjonen i vassdragene ved Blåtind skytefelt er generelt meget god – god mht tungmetaller. Beregningene viser liten utlekking av metaller ut fra feltet og de påviste konsentrasjoner tilsvarer meget lav – lav effekt.

Resultatene for metaller i drikkevannsuttaget ligger langt under grenseverdiene i drikkevannsforskriften.

Vi mener at det kun er behov for overvåking med redusert hyppighet av dette feltet.

## **Felt hvor det ikke finnes definerte vassdrag**

## **MO Oslofjord**

### **Sessvollmoen**

Det er ikke noen målepunkter som representerer avrenning fra feltet og de resultater som er påvist er gode. Derfor anbefales det at prøvetakingen av overflatepunkter på Sessvollmoen avsluttes. Det anbefales imidlertid at det overvåkes avrenning til grunnvann gjennom prøvetaking ved etablering av nye brønner.

## **Rauøy**

Feltet har ingen samlet overflateavrenning i bekker eller elver. Avrenning fra vollen vil være ut i fjorden, som ikke er hensiktsmessig å ta prøver av.

## **Hauerseter**

Feltet har ingen konsentrert overflateavrenning i bekker eller elver.



## MO Trøndelag Vågan

Feltet har ingen konsentrert overflateavrenning i bekker eller elver. Det ble under befarings med Forsvarsbygg og Sweco (2006) gjort en vurdering om ikke å ta prøver på dette feltet.

## MO Bodø Mjelde

Feltet har ingen overflateavrenning. Det ble under befaringsen av Forsvarsbygg og Sweco (2006) gjort en vurdering om ikke å ta prøver på dette feltet.

## Felt som gikk ut av program grunnforurensning

### MO Trøndelag Hitra

Hitra brukes kun som øvingsfelt, og utgår derfor fra Program Grunnforurensning.

## Felt som er overtatt av Skifte eiendom

### MO Bergen Bømoen

Det er tidligere anbefalt å gjennomføre tiltak mot ukontrollert spredning av blyammunisjon fra skiskytterbanen.

Skytefeltet skal avhendes og det vil være opp til ny eier å avgjøre videre overvåking og tiltak. I forbindelse med salget vil det trolig være kartlegging av forurenset grunn som vil være mest aktuelt.

## Samlet årlig utlekking

I tabellen nedenfor er det gitt en oversikt over samlet årlig utlekking for alle feltene som har vært med i program grunnforurensning.

**Tabell 2** Samlet utlekking fra feltene. Radene markert med grått er sum utlekking fra feltene, mens de hvite radene er utlekking fra referansepunkter.

Markedsoråde	Skytefelt	Antimon	Bly	Kobber	Sink	
MO Oslofjord	Steinsjøen	3,50	5,84	26,60	68,11	Sum
			0,50	2,51	23,18	6 Ref
	Hengsvann	3,75	20,24	35,25	239,95	Sum
			1,12	0,95	12,74	2 Ref
			9,41	2,61	38,12	9 Ref
			3,66	4,29	40,08	11 Ref
	Regimentmyra	1,58	11,65	0,89	1,76	Sum
	Rygge		2,26	4,78	12,17	Sum
			0,09	0,89	1,82	1 Ref
	Heistadmoen	2,49	0,61	4,80	14,25	Sum
			10,28	22,98	80,12	1 Ref
MO Østlandet			7,30	15,96	96,07	3 Ref
	Rødsmoen og Rena	0,37	4,26	8,36	14,43	Sum
	Terningmoen		12,05	15,61	2,92	Sum
			6,79		43,23	34 Ref
	Lieslia			190,14		Sum
		0,17	2,62	2,39	3 Ref	

<b>MO Stavanger</b>	Evjemoen	2,05	24,07	41,81	187,74	Sum
			33,08	21,53	170,67	7 Ref
			0,81	2,43	7,65	8 Ref
	Vikedalsmoen		4,29	18,42	45,79	Sum
				1,16	13,20	4 Ref
				350,83		8 Ref
	Jolifjell		2,90	0,03	195,64	Sum
			0,15	0,26	2,74	7 Ref
	Vatneleiren	7,04	39,23	18,89	37,28	Sum
Lista		0,06	0,41	3,44	Sum	
<b>MO Bergen</b>	Mjølfjell og Brandsetdalen		104,15	522,19	553,80	Sum
			62,14	103,48	85,08	4 Ref
	Kråkenesmarka	2,60	5,55	6,58	61,04	Sum
		0,24	0,19	0,38	1,89	2 Ref
	Korsnes	0,39	4,90	6,29	11,27	Sum
			0,24	0,28	1,42	4 Ref
	Remmedalen		2,01	3,82	18,29	Sum
			1,49	1,72	33,44	2 Ref
	Skjellanger	0,01	0,03	0,13	0,22	Sum
	Tittelsnes		0,06	0,11	0,23	Sum
	Bømoen		518,27	722,86	2048,54	Sum
			379,86	474,83	2048,54	4 Ref
	Ulven	11,89	25,91	27,83	37,81	Sum
		0,22	0,32	0,80	4,76	1 Ref
		7,26	26,41	8,52	8,05	11 Ref
<b>MO Trøndelag</b>	Giskås		3,79	12,33	6,17	Sum
				163,85		16 Ref
	Leksdal	1,03	3,27	9,05	27,29	Sum
			0,01	0,02	0,03	8 Ref
	Valsfjord		0,95	2,10	4,61	Sum
				2,42	106,99	3 Ref
	Haltdalen	0,46	2,58	6,88	3,88	Sum
				0,82	4,18	7 Ref
Setnesmoen		0,77	104,34		Sum	
Frigård	0,99	0,85	2,01	1,98	Sum	
	0,36		2,36	5,27	2 Ref	
<b>MO Bodø</b>	Drevjamoen		21,91	70,41	123,63	Sum
				1,27	4,61	6 Ref
	Heggmoen	3,21	29,55	18,88	12,44	Sum
<b>MO Hålogaland</b>	Ramnes/Biskaia		2,26	1,10	4,02	Sum
<b>MO Midt-Troms</b>	Trondenes	0,35	0,1	0,3	0,64	Sum
	Sørlimarka			3,1	19,37	Sum
			0,17			6 Ref
	Setermoen		28,62	315,25	331,81	Sum
			11,57	103,95		7 Ref
	Blåtind			142,05	267,00	Sum
				0,28		1 Ref
	Mauken		0,54	21,39	36,27	Sum
				0,38		3 Ref
			0,21		8 Ref	
	Bardufoss	0,45	0,66	1,06	Sum	

# Innholdsfortegnelse

RAPPORT .....	1
Forord .....	1
Sammendrag.....	2
Innholdsfortegnelse .....	14
1 Innledning .....	21
2 Bakgrunn .....	23
2.1 Bakgrunn.....	23
2.2 Målsetting.....	24
3 Utført arbeid .....	24
3.1 Feltarbeid .....	24
3.2 Prøvetaking.....	24
3.3 Kjemiske analyser .....	25
3.4 Begrepsavklaring vedrørende bekk og elv.....	25
3.5 Vanntransport, nedbør og beregning av utlekking, .....	26
3.6 Symbolisering i kart .....	26
4 Prøvetakingsparametre.....	28
4.1 Tungmetaller og antimon .....	28
4.1.1 Metaller og toksisitet.....	29
4.2 Hvitt fosfor.....	29
4.3 Sprengstoffkjemikalier .....	30
4.4 Aluminium (Al) .....	30
4.5 Tilleggsparametere – TOC, pH, Fe og Mn.....	31
5 Vurderingskriterier.....	32
5.1 Tilstandsklasser i ferskvann.....	32
5.2 Grenseverdier for drikkevann.....	33
5.3 Tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter.....	33
5.4 Lavest biologisk risikonivå .....	33
5.5 Geologiske forhold.....	34
6 Markedsområde Oslofjord.....	35
6.1 Steinsjøfelt .....	35
6.1.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	35
6.1.2 Nedbør og vanntransport.....	37
6.1.3 Analyseresultater.....	39
6.1.4 Forurensingssituasjon .....	40
6.1.5 Konklusjon og anbefalinger.....	42
6.2 Hengsvann skyte- og øvingsfelt.....	42
6.2.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	42
6.2.2 Nedbør og vanntransport.....	45
6.2.3 Analyseresultater.....	47
6.2.4 Forurensingssituasjon .....	48
6.2.5 Konklusjon og anbefalinger.....	50
6.3 Rauøy.....	51



6.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	51
6.3.2	Nedbør og vanntransport.....	51
6.3.3	Analyseresultater.....	51
6.3.4	Forurensningssituasjonen.....	51
6.3.5	Konklusjon og anbefalinger.....	51
6.4	Haurseter.....	51
6.4.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	51
6.4.2	Nedbør og vanntransport.....	52
6.4.3	Analyseresultater.....	52
6.4.4	Forurensningssituasjonen.....	52
6.4.5	Konklusjon og anbefalinger.....	52
6.5	Regimentsmyra Fredrikstad.....	52
6.5.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	52
6.5.2	Nedbør og vanntransport.....	53
6.5.3	Analyseresultater.....	56
6.5.4	Forurensningssituasjonen.....	56
6.5.5	Konklusjon og anbefalinger.....	57
6.6	Rygge.....	57
6.6.1	Beskrivelse prøvepunkter.....	57
6.6.2	Nedbør og vanntransport.....	58
6.6.3	Analyseresultater.....	61
6.6.4	Forurensningssituasjonen.....	61
6.6.5	Konklusjon og anbefalinger.....	62
6.7	Sessvollmoen/Trandum.....	62
6.7.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	62
6.7.2	Nedbør og vanntransport.....	63
6.7.3	Analyseresultater.....	65
6.7.4	Forurensningssituasjonen.....	65
6.7.5	Konklusjon og anbefalinger.....	66
6.8	Heistadmoen.....	66
6.8.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	66
6.8.2	Nedbør og vanntransport.....	67
6.8.3	Analyseresultater.....	70
6.8.4	Forurensningssituasjonen.....	71
6.8.5	Konklusjon og anbefalinger.....	72
7	Markedsområde Østlandet.....	73
7.1	Lieslia.....	73
7.1.1	Beskrivelse av feltet og prøvepunkter.....	73
7.1.2	Nedbør og vanntransport.....	73
7.1.3	Analyseresultater.....	75
7.1.4	Forurensningssituasjon.....	76
7.1.5	Konklusjon.....	77
7.2	Rødsmoen og Rena leir.....	77
7.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	77
7.2.2	Nedbør og vanntransport.....	79
7.2.3	Analyseresultater.....	81
7.2.4	Forurensningssituasjon.....	82
7.2.5	Konklusjon.....	84
7.3	Terningmoen.....	85
7.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	85

7.3.2	Nedbør og vanntransport.....	86
7.3.3	Analyseresultater.....	89
7.3.4	Forurensningssituasjon.....	90
7.3.5	Konklusjon.....	92
8	Markedsområde Bergen.....	93
8.1	Mjølfjell inklusive Brandsetdalen.....	93
8.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	93
8.1.2	Nedbør og vanntransport.....	95
8.1.3	Analyseresultater.....	97
8.1.4	Forurensningssituasjon.....	98
8.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	99
8.2	Remmedalen.....	99
8.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	99
8.2.2	Nedbør og vanntransport.....	100
8.2.3	Analyseresultater.....	102
8.2.4	Forurensningssituasjonen.....	102
8.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	103
8.3	Kråkenesmarka.....	103
8.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkt.....	103
8.3.2	Nedbør og vanntransport.....	104
8.3.3	Analyseresultater.....	105
8.3.4	Forurensningssituasjonen.....	106
8.3.5	Konklusjoner og anbefalinger.....	106
8.4	Korsnes fort.....	107
8.4.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkt.....	107
8.4.2	Nedbør og vanntransport.....	108
8.4.3	Analyseresultater.....	109
8.4.4	Forurensningssituasjonen.....	110
8.4.5	Konklusjoner og anbefalinger.....	111
8.5	Skjellanger fort.....	111
8.5.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkt.....	111
8.5.2	Nedbør og vanntransport.....	112
8.5.3	Analyseresultater.....	113
8.5.4	Forurensningssituasjonen.....	114
8.5.5	Konklusjoner og anbefalinger.....	114
8.6	Ulven.....	114
8.6.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkt.....	114
8.6.2	Nedbør og vanntransport.....	116
8.6.3	Analyseresultater.....	119
8.6.4	Forurensningssituasjonen.....	120
8.6.5	Konklusjoner og anbefalinger.....	122
8.7	Bømoen.....	122
8.7.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkt.....	122
8.7.2	Nedbør og vanntransport.....	123
8.7.3	Analyseresultater.....	125
8.7.4	Forurensningssituasjonen.....	126
8.7.5	Konklusjoner og anbefalinger.....	127
8.8	Tittelsnes.....	127
8.8.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkt.....	127
8.8.2	Nedbør og vanntransport.....	127

8.8.3	Analyseresultater.....	129
8.8.4	Forurensningssituasjonen.....	129
8.8.5	Konklusjoner og anbefalinger.....	130
8.9	Øyridalen/Lærdal .....	130
8.9.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	130
8.9.2	Nedbør og vanntransport.....	130
8.9.3	Analyseresultater.....	132
8.9.4	Forurensningssituasjonen.....	132
8.9.5	Konklusjon og anbefalinger.....	133
9	Markedsområde Stavanger.....	134
9.1	Evjemoen.....	134
9.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	134
9.1.2	Nedbørmålinger og vanntransport.....	135
9.1.3	Analyseresultater.....	138
9.1.4	Forurensingssituasjon .....	139
9.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	141
9.2	Vikesdalmoen.....	141
9.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	141
9.2.2	Nedbør og vanntransport.....	143
9.2.3	Analyseresultater.....	146
9.2.4	Forurensingssituasjonen .....	146
9.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	147
9.3	Sikviland/Jolifjell .....	147
9.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	147
9.3.2	Nedbør og vanntransport.....	148
9.3.3	Analyseresultater.....	151
9.3.4	Forurensingssituasjonen .....	151
9.3.5	Konklusjon og anbefalinger.....	153
9.4	Vatneleiren.....	153
9.4.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	153
9.4.2	Nedbør og vanntransport.....	157
9.4.3	Analyseresultater.....	160
9.4.4	Forurensingssituasjonen .....	161
9.4.5	Konklusjon og anbefalinger.....	162
9.5	Lista flystasjon/Marka .....	163
9.5.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter.....	163
9.5.2	Nedbør og vanntransport.....	163
9.5.3	Analyseresultater.....	166
9.5.4	Forurensingssituasjonen .....	166
9.5.5	Konklusjon og anbefalinger.....	167
10	Markedsområde Trøndelag.....	168
10.1	Setnesmoen.....	168
10.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	168
10.1.2	Nedbør og vanntransport .....	168
10.1.3	Analyseresultater.....	170
10.1.4	Forurensingssituasjon .....	170
10.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	171
10.2	Haltdalen.....	171
10.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	171
10.2.2	Nedbør og vanntransport .....	172

10.2.3	Analyseresultater.....	174
10.2.4	Forurensingssituasjon .....	175
10.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	176
10.3	Hitra.....	176
10.4	Valsfjord.....	176
10.4.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	176
10.4.2	Nedbør og vanntransport .....	177
10.4.3	Analyseresultater.....	178
10.4.4	Forurensingssituasjon .....	179
10.4.5	Konklusjon og anbefalinger.....	179
10.5	Giskås .....	180
10.5.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	180
10.5.2	Nedbør og vanntransport .....	181
10.5.3	Analyseresultater.....	183
10.5.4	Forurensingssituasjon .....	184
10.5.5	Konklusjon og anbefalinger.....	185
10.6	Leksdal.....	186
10.6.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	186
10.6.2	Nedbør og vanntransport .....	187
10.6.3	Analyseresultater.....	190
10.6.4	Forurensingssituasjon .....	191
10.6.5	Konklusjon og anbefalinger.....	192
10.7	Frigård .....	192
10.7.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	192
10.7.2	Nedbør og vanntransport .....	193
10.7.3	Analyseresultater.....	195
10.7.4	Forurensingssituasjon .....	196
10.7.5	Konklusjon og anbefalinger.....	196
10.8	Tarva.....	196
10.8.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	196
10.8.2	Nedbør og vanntransport .....	197
10.8.3	Analyseresultater.....	198
10.8.4	Forurensingssituasjon .....	198
10.8.5	Konklusjon og anbefalinger.....	199
10.9	Vågan.....	199
10.9.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	199
10.9.2	Nedbør og vanntransport .....	199
10.9.3	Analyseresultater.....	199
10.9.4	Forurensingssituasjonen.....	199
10.9.5	Konklusjon og anbefalinger.....	199
11	Markedsområde Bodø .....	200
11.1	Heggmoen.....	200
11.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	200
11.1.2	Nedbør og vanntransport .....	201
11.1.3	Analyseresultater.....	204
11.1.4	Forurensingssituasjon .....	204
11.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	205
11.2	Drevja ekserserplass .....	206
11.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	206
11.2.2	Nedbør og vanntransport .....	207

11.2.3	Analyseresultater.....	209
11.2.4	Forurensingssituasjon .....	210
11.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	211
11.3	Mjelde.....	211
11.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	211
11.3.2	Nedbør og vanntransport .....	211
11.3.3	Analyseresultater.....	212
11.3.4	Forurensingssituasjon.....	212
11.3.5	Konklusjon og anbefalinger.....	212
12	Markedsområde Hålogaland.....	213
12.1	Ramnes/Biskaia .....	213
12.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	213
12.1.2	Nedbør og vanntransport .....	214
12.1.3	Analyseresultater.....	216
12.1.4	Forurensingssituasjon .....	217
12.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	218
12.2	Sørlimarka (Storvassbotn) .....	218
12.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	218
12.2.2	Nedbør og vanntransport .....	219
12.2.3	Analyseresultater.....	221
12.2.4	Forurensingssituasjon .....	222
12.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	223
12.3	Trondenes .....	223
12.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	223
12.3.2	Nedbørsmålinger og vannføring.....	223
12.3.3	Analyseresultater.....	225
12.3.4	Forurensingssituasjon .....	226
12.3.5	Konklusjon og anbefalinger.....	226
13	Markedsområde Midt-Troms .....	227
13.1	Setermoen .....	227
13.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	227
13.1.2	Nedbør og vanntransport .....	229
13.1.3	Analyseresultater.....	231
13.1.4	Forurensingssituasjonen.....	232
13.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	233
13.2	Blåtind .....	233
13.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	233
13.2.2	Nedbør og vanntransport .....	236
13.2.3	Analyseresultater.....	239
13.2.4	Forurensingssituasjonen.....	239
13.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	240
13.3	Mauken.....	240
13.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	240
13.3.2	Nedbør og vanntransport .....	242
13.3.3	Analyseresultater.....	245
13.3.4	Forurensingssituasjonen.....	245
13.3.5	Konklusjon og anbefalinger.....	246
13.4	Bardufoss sentralskytebane .....	246
13.4.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	246
13.4.2	Nedbør og vanntransport .....	247

13.4.3	Analyseresultater.....	250
13.4.4	Forurensingssituasjonen.....	250
13.4.5	Konklusjon og anbefalinger.....	251
13.5	Elvegårdsmoen.....	251
13.5.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	251
13.5.2	Nedbør og vanntransport .....	252
13.5.3	Analyseresultater.....	254
13.5.4	Forurensingssituasjonen.....	254
13.5.5	Konklusjon og anbefalinger.....	255
14	Markedsområde Finnmark.....	256
14.1	Halkavarre/Porsangermoen.....	256
14.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	256
14.1.2	Nedbør og vanntransport .....	257
14.1.3	Analyseresultater.....	260
14.1.4	Forurensningssituasjonen.....	260
14.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	261
14.2	Høybuktmoen .....	261
14.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter .....	261
14.2.2	Nedbør og vanntransport .....	262
14.2.3	Analyseresultater.....	264
14.2.4	Forurensningssituasjonen.....	265
14.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	266
15	REFERANSER.....	267

# 1 Innledning

Forsvarsbygg har gitt Sweco Norge i oppgave å kartlegge vannkvalitet, mht metaller, i elver og bekker som renner i og ut av Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Oppgaven har omfattet administrasjon av prosjektet, prøvetaking på Forsvarsbyggs eiendommer over hele landet og vurdering og rapportering av resultater.

47 skyte- og øvingsfelt er befart/prøvetatt i løpet av perioden 2006 – 2008. En oversikt over hvilke skyte- og øvingsfelt som inngikk i Program Grunnforurensning er gitt i tabellen i sammendraget, samt vist geografisk i figur 1.

Prøvetakingen ble gjennomført av Sweco i samarbeid med de respektive Markedsområder i Forsvarsbygg. I denne sammenheng ønsker Sweco å takke følgende personer for velvilighet mht. prøvetaking og befaring:

<b>Person</b>	<b>Enhet</b>
Frode Hansen	Forsvarsbygg, MO Oslofjord
Stein Egil Nylén	Forsvarsbygg, MO Oslofjord
Jan Solhaug	MO Oslofjord, skytefeltforvalter på Hengsvann
Kaj Ingjerdingen	FLO/RSF, Skytefeltoffiser Steinsjøen
Are Vestli	Forsvarsbygg, Utvikling Øst
Gunnar Sætersmoen	FLO Base Østerdalen, miljøseksjonen
Jan Øverby	Forsvarsbygg, MO Østlandet
Anders G. Halland	Forsvarsbygg, MO Østlandet
Hans Ullberg	FLO Base Østerdalen, miljøseksjonen
Egil Magne Raad	Forsvarsbygg, MO Bergen
Trygve Drange	Forsvarsbygg, MO Bergen
Einar Karlsen	Forsvarsbygg, MO Stavanger
Øivind Pettersen	Forsvarsbygg, MO Stavanger
Johan Bakeng	Forsvarsbygg, MO Trøndelag
Jan Morten Sydskjør	Forsvarsbygg, MO Trøndelag
Per Olav Elverum	Skytefeltadministrasjonen i Leksdal
Atle Stortiset	FLO/RSF Ørlandet hovedflystasjon
Jon Jonassen	Forsvarsbygg, MO Bodø
Knut Andreassen	Forsvarsbygg, MO Bodø
Eigil Høgmo	Forsvarsbygg, MO Hålogaland
Karl Kristensen	MO Bodø, skytefeltforvalter på Drevja
Odd Thomassen	FLO/Base Bodø, Skytefeltforvalter Heggmoen
Dag Helge Ribe	FLO/RSF - tidligere miljøoffiser Heggmoen (nå annen stilling)
Thor Eirik N. Bakken	Forsvarsbygg, MO Midt Troms
Lars Dolmseth	FLO/RSF, Skytefeltoffiser Blåtind
Ole Olstad	FLO/RSF, Skytefeltoffiser Setermoen
Bård Pettersen	FLO/RSF, Skytefeltoffiser - Elvegårdsmoen
Ove Andreassen	MO Midt-Troms, Miljøoffiser
Emil Helgesen	Skytefeltadministrasjonen i Porsangmoen/Halkvarre
Anders J. Hamnes	FLO Base Troms Finnmark RSF, Miljøvernoffiser
Øystein Løvli	FLO Base Troms Finnmark RSF, Miljøvernoffiser
Jack Mikkelsen	Forsvarsbygg, MO Finnmark
Jan Persen	Forsvarsbygg, MO Finnmark - Høybuktmoen





Figur 1 Oversikt over prøvetatte skyte- og øvingsfelt 2006 – 2008

## 2 Bakgrunn

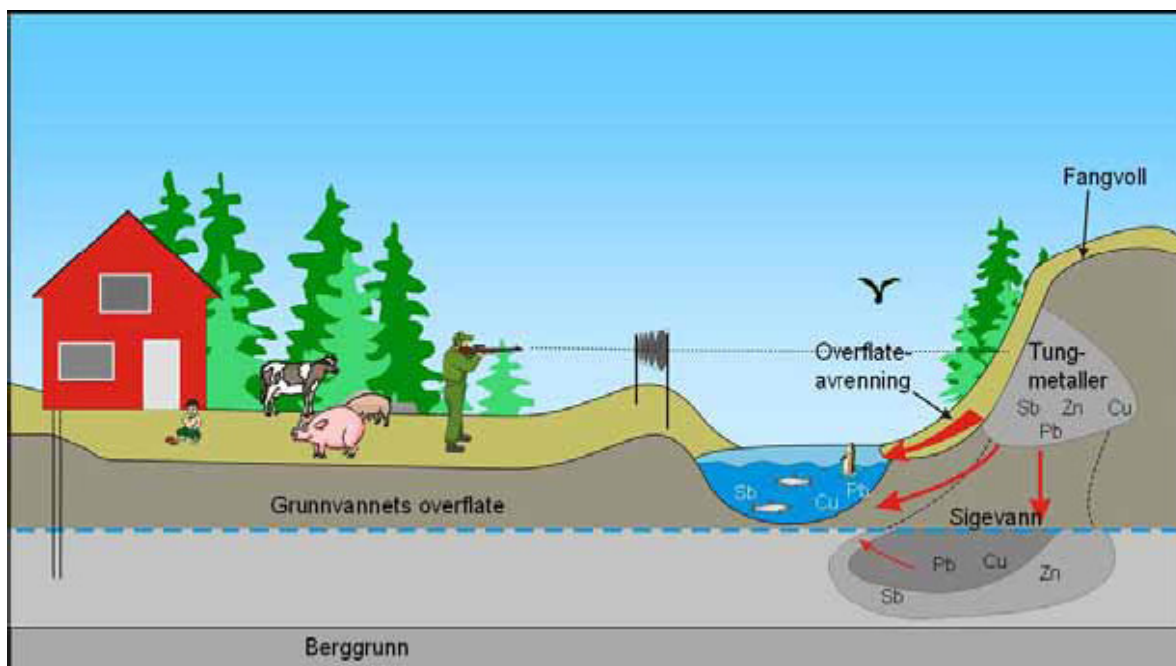
### 2.1 Bakgrunn

Forsvarsbygg (FB) forvalter alle Forsvarets skyte- og øvingsfelt i Norge. Ett felt er under oppbygging, Regionfelt Østlandet, mens de fleste er gamle felt hvor det har vært virksomhet i en årrekke. Av disse skal mange drives videre, mens andre avhendes.

Samfunnet generelt, og miljømyndighetene spesielt, har de senere år satt økt fokus på de miljømessige sidene ved Forsvarets aktiviteter. Det skytes på basisskytebane (skyting på faste skiver med en oppsamlings voll bak) og feltskytebaner (baner med bevegelige oppdukkende mål, hovedsakelig uten kulefangervoller).

Forsvarets bruk av tradisjonell håndvåpenammunisjon fører til akkumulering av tungmetaller på skytebaner og i skytefelt. Prosjektilene i ammunisjonen består som regel av en mantel laget av kobber og sink, og en kjerne laget av bly og antimon. Mengden av tungmetaller i projektiler varierer, men for den mest brukte ammunisjonen (7,62 x 51 mm skarp) inneholder et enkelt prosjektil 5,65 g bly (60 %), 2,75 g kobber (29 %), 0,71 g antimon (8 %) og 0,31 g sink (3 %) (FFI 2004). I henhold til Forsvarets Miljøreddegjørelse for 2006 ble det deponert 126 tonn bly, 55 tonn kobber, 14 tonn antimon og 6 tonn sink i skytefeltene.

Metaller i skytebaner og skytefelt kan skade miljøet ved at vannlevende dyr som fisk og terrestriske dyr, som beitende husdyr, blir eksponert for disse stoffene. Modellen nedenfor er en illustrasjon av de viktigste spredningsveier for tungmetallforbindelser fra fangvoller til overflateresipienter og grunnvann i nær tilknytning til skytebaner (FFI 2004).



Figur 2 Modell av de viktigste spredningsveier for tungmetallforbindelser fra kulefangere (FFI 2004)

For å følge Forsvarets miljøhandlingsplan og Forsvarsbyggs miljøpolicy skal man ha en oversikt over utlekking av miljøgifter fra skytefeltene. Virksomheten ved enkelte skytefelt (Regionfelt Østlandet, Rødsmoen, Leksdal) er regulert i egne tillatelser etter Forurensningsloven og rapporteres årlig iht dette. Rødsmoen og Leksdal omtales kort i denne rapporten.

Forsvarsbygg har av ovennevnte årsaker hatt behov for å kartlegge og overvåke vannkvaliteten i vassdragene som drenerer skyte- og øvingsfelt. Prosjektet for 2006 – 2008 var i hovedsak knyttet til to programmer:

1. Overvåkingsprogram for Regionfelt Østlandet og Rødsmoen skyte- og øvingsfelt
2. Screeningundersøkelse av skyte- og øvingsfelt som Forsvaret skal videreføre. (Program Grunnforurensning).

## **2.2 Målsetting**

Målsettingen med Program Grunnforurensning har vært:

- å kartlegge vannkvalitet, mht metaller, hvitt fosfor, sprengstoff og vannkjemi, i elver og bekker som renner i og ut av Forsvarets aktive skyte- og øvingsfelt.
- å estimere mengde bly, kobber, antimon og sink som forlater skyte- og øvingsfeltene
- at samtlige felter skulle prøvetas tre ganger ved forskjellige nedbørsforhold (snøsmelting, tørr periode og nedbørsrik periode)
- å gi en vurdering om forurensningssituasjonen ved feltene viste en tilfredsstillende miljøtilstand, eller om det var behov for tiltak og/eller videre overvåking

## **3 Utført arbeid**

### **3.1 Feltarbeid**

Sweco har før prøvetaking befart feltene og vurdert plassering av prøvepunkter ut fra faglig skjønn og tilgjengelig informasjon om skyteaktivitet. Feltarbeidet er deretter gjennomført av personell fra Forsvarsbyggs markedsområder eller skytefeltadministrasjon, iht instruksjoner fra Sweco.

I feltarbeidet har det også inngått en beskrivelse av prøvepunktene og av vannføring der hvor dette har vært mulig. Beskrivelse av vannføring gjøres av lokalt personell fra Forsvaret/Forsvarsbygg når de har tatt prøver på egen hånd. Det er utarbeidet en felt instruks med feltskjema, som brukes lokalt av dette personellet.

### **3.2 Prøvetaking**

Prøvetakingen er i det vesentlige utført av Forsvarets eget personell etter innledende befaringer og planlegging i samråd med Sweco Norge AS.

Målsettingen for prøvetakingen har vært å kartlegge vannkvalitet mht metaller, sprengstoff og hvitt fosfor i elver og bekker som renner i og ut av Forsvarets aktive skyte- og øvingsfelt. Hensikten var å kartlegge eventuelle kilder til forurensning, samt å kartlegge om, og hvor mye, metaller fra militær aktivitet som transporteres ut av skytefeltet.

Planen var å prøveta ved tre forskjellige nedbørsituasjoner – snøsmelting, tørr periode og nedbørrik periode. Grunnet begrenset tilgjengelighet til enkelte felter og problemer med kontakten med prøvetakingspersonell har dette ikke alltid latt seg gjøre.

Det er i størst mulig grad tatt prøver i en vannstrøm som er representativ for elva/bekken, om mulig ca 30 cm under overflaten, og etter at evt. sidebekker var godt innblandet.

Den naturlig styrende faktor for transport av metaller vil være vannføringen, som igjen påvirkes av nedbørsituasjonen og nedslagsfeltet. I tillegg kan militær aktivitet, som skyting i myr, og/eller anleggsaktivitet, som graving, ha vesentlig innvirkning på transporten av metaller.

Det må påpekes at en vannprøve representerer den enkeltsituasjonen vannet hadde akkurat da prøven ble tatt. I enkelte tilfelle kan prøvene har fanget opp en hendelse med spesielt høyt eller lavt innhold av metaller.

### **3.3 Kjemiske analyser**

I "program grunnforurensning" analyseres vannprøver mht følgende parametere: Pb, Zn, Sb, Ca, Cu, Cd, Ni, Cr, As, Al, Fe, Mn, pH, ledn.evne, TOC (totalt organisk karbon), hvitt fosfor og sprengstoffrester og -nedbrydningsprodukter. I program "tungmetallovervåking" analyseres det på følgende parametere: TOC, Fe, Ca, Pb, Cu, Sb, Zn, pH, ledn.evne. Analysene utføres på prøven i sin helhet (ufiltrert/homogenisert prøve), dvs at både oppløst og partillekassosiert innhold tas med (totalopplutning).

Analysene mht metaller, vannkjemi og hvitt fosfor ble gjennomført av AnalyCen fra 2006 – 2007 og av ALS Skandinavia i 2008. Begge laboratoriene er akkreditert for metallanalyser, men ikke for analyser av hvitt fosfor. Det finnes pr i dag ingen akkrediterte laboratorier eller akkrediterte metoder for analyse av hvitt fosfor.

Sprengstoffkjemikalierne er analysert av ALS Skandinavia, med analyselaboratoriet GBA, Tyskland som underleverandør. Sprengstoffanalysene er akkreditert av tysk akkreditering DAR.

For prøvetakning av vann for analyse på hvitt fosfor ble det i utgangspunktet brukt glassflasker. Det viste seg at disse lett knuste under transport og det ble besluttet å gå over til teflonflasker. Denne erfaringen har medført at noen mangler av hvitt fosfor analyser i 2006 og begynnelsen av 2007.

### **3.4 Begrepsavklaring vedrørende bekk og elv**

Prøvepunktene i overvåkingsprogrammet er plassert i ulike vannforekomster ved de forskjellige skytefeltene, og begrepene "elv" og "bekk" er nyttige for å beskrive de hydrologiske forholdene ved det enkelte punkt. Det finnes imidlertid ingen klar definisjon av begrepene "elv" og "bekk" i Norge (bekreftet av NVE), og det har derfor vært nødvendig for prosjektet å lage en definisjon som kunne legges til grunn i arbeidet med Forsvarets overvåkingsprogram.

Et holdepunkt er gitt av de kartene som benyttes ved rapportering i prosjektet. Kartene er basert på Statens Kartverks N50-base og symboliseringen av vassdrag følger dette. Statens Kartverk opplyser at man i N50-basen klassifiserer vannstrengen i 1-streks og 2-streks elver – der 1-streks elv har bredde mindre enn 15 m, og 2-streks elv har bredde større enn 15 m. I kartene vil 1-streks elv symboliseres som bekk og 2-streks elv symboliseres som elv. Bredden er hentet fra flyfoto. Vi har valgt å bruke Kartverkets inndeling ved beskrivelse av målepunktene, slik at det blir sammenfallende karakteristikk i tekst og kart.

I beskrivelsene av vannforekomstene er det videre ønskelig å skille mellom liten, middels og stor elv eller bekk. For å få en enhetlig beskrivelse av størrelse, er det laget en inndeling basert på middelavrenningen ved målepunktene og de visuelle karakteristikkene som er gitt ved befaring i felt. Tabellen under viser den inndelingen som er benyttet ved beskrivelse av målepunktene. Som inndelingen viser, er det benyttet relativt grove klasser for å angi liten, middels og stor elv/bekk. Dette henger sammen med at "bekk" brukes om alle vannforekomster med bredde mindre enn 15 m, og "elv" brukes om alle vannforekomster med bredde større enn 15 m, noe som gjør at variasjonen i middelvannføring er stor innenfor hver av de to hovedgruppene.

Begrep	Bekk	Elv
	<15m	>15m
Liten	< 50 l/s	<500 l/s
Middels	50 – 100 l/s	500 – 1500 l/s
Stor	>100 l/s	>1500 l/s

Det styrende ved beskrivelse av vannforekomsten er symboliseringen fra Kartverkets N50-base, noe som medfører at man risikerer at en liten elv har lavere middelvannføring enn en stor bekk. Dette skyldes at en vannforekomst kan ha lav middelvannføring *samtidig* som elveløpets bredde er større enn 15 m. En vannforekomst med lav middelvannføring og bredde større enn 15 m er trolig en utpreget flomelv med store sesongvariasjoner, og det er de store flomvannføringene som har formet elvas profil og bredde.

I de tilfeller vannføringen beskrives i forhold til "normal vannføring" vises det til normal vannføring i forhold til den beregnede middelvannføringen. Karakteristikken baserer seg imidlertid på visuell observasjon i felt, og ikke på målt vannføring.

### 3.5 Vanntransport, nedbør og beregning av utlekking,

Utgangspunktet for vanntransportberegningene er arealet på målepunktene nedbørfelt. Avrenning er beregnet som et snitt for perioden 1961-90, og er gitt som l/s pr km<sup>2</sup>. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50, og spesifikk avrenning er beregnet ut fra NVEs digitale avrenningskart for perioden 1961-1990. Utlekkingsberegningene er basert på årlig gjennomsnittlig vannføring, og tar ikke hensyn til variasjoner av vannføring over året. Beregning av avrenning viser hvor mye som renner av feltet, og tar hensyn til magasinering i feltet, og eventuell fordamping før vannet havner i elva eller annen resipient.

Den grafiske fremstillingen av nedbør rundt prøvetakingspunktet er tatt fra [www.met.no](http://www.met.no) hvor nærmeste målestasjon til det enkelte felt er lagt inn. Det er lagt inn pil i grafen som viser når de enkelte prøvene er tatt i måneden det gjelder.

Det er beregnet utlekking av antimon, bly, kobber og sink fra feltene der det er funnet nivåer over deteksjonsgrensen. Det er kun beregnet utlekking for de punkter som representerer avrenning *ut* av feltet. I tillegg er det beregnet mengde aktuelle metaller som transporteres i referansepunktet.

For hvert prøvepunkt eksisterer det flere analyseresultater. Utlekkingen er beregnet på grunnlag av den gjennomsnittlige konsentrasjon for det aktuelle punkt. Ved flere av prøvepunktene er det er det påvist resultater som ligger både over og under deteksjonsgrensen. I slike tilfeller er det i samråd med Forsvarsbygg besluttet å benytte halvparten av deteksjonsgrensen som verdi for beregningen når konsentrasjonen ligger under deteksjonsgrensen.

I de situasjoner hvor alle prøver er under deteksjonsgrensen har man ikke noe grunnlag for beregninger av utlekking. Vi beregner da ikke utlekking, men kommenterer det i rapporten.

Det gjøres oppmerksom på at for kobber ligger deteksjonsgrensen i tilstandsklasse II i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Det er også beregnet utlekking i felt hvor alle nivåene av en parameter ligger innefor tilstandsklasse II (God/Moderat forurenset). Vannet her er av god kvalitet, slik at beregnet utlekking kun vil gi indikasjon på transport av metaller. De vil ikke ha noen miljømessige konsekvenser.

### 3.6 Symbolisering i kart

De målte konsentrasjonene for bly og kobber er symbolisert i egne kart for hvert enkelt skytefelt. Konsentrasjonene er symbolisert med søylediagram i hvert målepunkt, med en

søyle per måling slik at man får frem utvikling over tid. For å forenkle lesingen av kartene og eventuell sammenligning mellom ulike kart/skytefelt, har det vært ønskelig å bruke samme skala for søylene i alle kart. Fordelen med en felles skala er at man får sammenlignbare størrelser på tvers av skytefeltene og raskt vil kunne danne seg et inntrykk av konsentrasjonsnivået ved å se på søylenes høyde i de ulike kartene.

**Tabell 3** Maksimalverdier for målinger av bly- og kobberkonsentrasjonene i alle skytefelt

Felt	Maksimalverdi µg/l		Definert maksimalverdi*	Benyttet skala
	Bly	Kobber		
Bardufoss	44	20	60	1:30
Biskaia	10	11	20	1:10
Blåtind	0,56	7,7	10	1:5
Bømoen**	190	4,7	200/10	1:100/1:5
Drevjamoen**	6,64	48	10/60	1:5/1:30
Elvegårdsmoen	9,8	2,3	10	1:5
Evjemoen**	22	19	40/20	1:20/1:10
Frigård	5,2	10	10	1:5
Giskås	23	31	40	1:20
Halkavarre	<0,5	7,8	10	1:5
Haltdalen	2,25	2,82	10	1:5
Heggemoen**	41	46	60	1:30
Heistadmoen**	250	43	40/60	1:20/1:30
Hengsvann**	11	22	20/40	1:10/1:20
Høybukthmoen	2,07	7,38	10	1:5
Jolifjell	1,6	2,1	10	1:5
Korsnes**	33	31	40	1:20
Kråkenesmarka	1,2	1,2	10	1:5
Leksdal	210	140	60	1:30
Lieslia	1,1	23	40	1:20
Lista	3,9	3,6	10	1:5
Mauken	8,1	8,2	10	1:5
Mjølfjell/Brandsetdalen	3,6	3,7	10	1:5
Ramnes/Biskaia	10	11	10	1:5
Regimentsmyra Fredrikstad	330	23	40	1:20
Remmedalen	2,7	5,8	10	1:5
Rygge**	8,7	13	10/20	1:5/1:10
Rødsmoen	5,1	2,1	10	5
Sessvollmoen	0,73	3,6	10	1:5
Setermoen	48	27	60	1:30
Setnesmoen	0,65	7,40	10	1:5
Skjellanger**	110	125	60	1:30
Steinsjøen	55	59	60	1:30
Sørli	0,56	6	10	1:5
Tarva	0,62	7,5	10	1:5
Terningmoen	25	28	40	1:20
Tittelsnes**	24	170	40/200	1:20/1:100
Trondenes	0,91	2,1	10	1:5
Ulven	141	54,1	60	1:30
Valsfjord	9,55	4,7	10	1:5
Vatneleiren**	51	22	60/40	1:30/1:20
Viksedalsmoen	0,78	4,5	10	1:5
Øyradalen	<0,5	5,1	10	1:5

\* Verdi som må defineres i kartprogrammet for å lage skalaen

\*\*På grunn av stor forskjell mellom verdier for bly og kobber er det benyttet ulik skala i de to kartene

Det viser seg imidlertid at de store variasjonene i målte konsentrasjoner gjør at én felles skala for alle felt gir en dårlig visuell fremstilling for sammenligning av prøvepunkter *internt* i de enkelte skytefelt. Særlig gjelder dette for felt med lave konsentrasjonsmålinger og felt med små variasjoner mellom prøvepunktene. I slike tilfeller vil en skala med for grov oppløsning gi et dempet inntrykk av småskalavariasjonene, og det blir vanskeligere å få et visuelt godt inntrykk av konsentrasjonsvariasjonen mellom de ulike prøvepunktene. En felles skala vil med andre ord forenkle sammenligning mellom ulike skytefelt, mens det samtidig vil gjøre en visuell sammenligning mellom ulike prøvepunkter i samme skytefelt vanskeligere. Det anses som viktig å få frem variasjonene internt i skytefeltene og det er på denne bakgrunn valgt å benytte skalaer tilpasset måleresultatene for det enkelte skytefelt, fremfor å bruke én felles skala.

De valgte skalaene tar utgangspunkt i maksimalverdiene som er målt for bly og kobber i de ulike skytefeltene. Disse er vist i Tabell 3, sammen med valgt skala for hvert felt. På bakgrunn av maksimalverdiene og en visuell vurdering i kart, er skytefeltene gitt en skala som gir god visuell fremstilling. Det er totalt benyttet 4 ulike skalaer. Inndelingen i ulike skalaer er gjort slik at felter med maksimalverdier lavere enn 10 µg/l har skala 1:5, maksimalverdier mellom 10 og 20 µg/l gir skala 1:10, maksimalverdier mellom 20 og 40 µg/l gir skala 1:20 og maksimalverdier mellom 40 og 60 µg/l gir skala 1:30.

For Leksdal og Setermoen er største observerte verdi trolig feilmåling, og i tabellen er det derfor benyttet nest største måleverdi.

## 4 Prøvetakingsparametre

### 4.1 Tungmetaller og antimon

Tungmetaller er metalliske grunnstoffer som kan inngå i flere kjemiske forbindelser. Kvikksølv, som er et giftig metallisk grunnstoff, inngår for eksempel i mange uorganiske og organiske forbindelser, der de organiske er spesielt giftige. Bly, kadmiom og kvikksølv er blant de mest problematiske tungmetallene i miljøsammenheng. Disse stoffene har egenskaper som gjør at de kan skade dyr og mennesker, og de kan lagres svært lenge i levende vev.

I all hovedsak er det fire metaller som inngår i Forsvarets håndvåpenammunisjon, bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn) og antimon (Sb).

Tungmetallene blir i stor grad påvirket av de kjemiske og fysiske forholdene som er i jorda de havner i. Viktig i den forbindelse er den fysiske påvirkningen som nye prosjektiler påfører gamle prosjektiler i skytevoller. Dette fører til en kontinuerlig avskrapning og fragmentering av prosjektilene, som igjen fører til økt korrosjonshastighet fordi overflaten av metallene øker. Det samme kan skje dersom det skytes på stein, fjell eller selvanvisere i massivt stål. Om skytebanen i tillegg har et jordsmonn som er ugunstig, kan det dannes løselige korrosjonsforbindelser av tungmetallene.

Vann fra nedbør og snøsmelting vil deretter kunne vaske ut de løselige korrosjonsforbindelsene som dannes i jorda, hvilket igjen fører til en avrenning av tungmetaller til bekker og elver. Denne forurensingen vil som regel fortynnes relativt raskt, eller metaller felles ut og sedimenteres slik at de får en relativt begrenset utbredelse. Tungmetaller som er bundet til partikler, vil kunne havne i sedimentene nedstrøms skytefeltene. De forhøyede konsentrasjonene av tungmetaller som dette fører til, kan være skadelige for dyr og planter som lever i vassdragene.



#### 4.1.1 Metaller og toksisitet

Metallers giftighet på akvatiske organismer kan inndeles i to grupper, essensielle og ikke-essensielle metaller basert på organismers behov. Essensielle metaller er eksempelvis Cu, Zn, Se, Cr<sup>++</sup>, ikke essensielle er Cd, Hg, Pb, As, Ni. Metallenes konsentrasjon, samt deres kompleksbindingsegenskaper, avgjør fordelingen av metallenes tilstandsform og kompleksstabilitet, og derigjennom deres potensielle effekt på organismer.

Kobber er et essensielt element som kan akkumuleres i organismer, men det oppkonsentreres (biomagnifiseres) ikke i næringskjeden. Kobber er nødvendig for organismenes livsfunksjoner, men et overskudd av kobber kan være giftig. Giftigheten er især avhengig av tilstandsform (spesiering) av metallene. I tillegg er ofte interaksjonen mellom ulike metaller og organiske partikler viktig for opptak. Den potensielt giftige formen av kobber i vann utgjøres i hovedsak av Cu<sup>2+</sup>-ioner eller ioniserte hydroksider (Hylland, 2006).

Giftigheten av kobber er lavere i kalkrikt vann på grunn av dannelsen av kobberkarbonater. I surt humuspåvirket vann er det kompleksdannelsen med humus som reduserer giftigheten av kobber. Det er dog rapportert at også organisk bundet kobber kan være tilgjengelig for fisk og skape akutt giftighet (Roslev, 2005). Generelt sett er kobber langt giftigere for vannplater, alger og sopp enn for fisk og varmblodige dyr. Mennesker har også stor toleranse overfor kobberkonsentrasjoner i vann.

I henhold til NIVA (2001) ser det i midlertidig ut til at konsentrasjoner lavere enn 3 µg/l ikke fører til nevneverdige skader i økosystemet i norske vannforekomster. I mellomområdet vil skadene øke i omfang med økte konsentrasjoner, og i det øvre grensenivå vil kun tolerante arter overleve. Konsentrasjoner over 30 µg/l vil føre til betydelige skader.

Bly er et ikke-essensielt metall, da det ikke har noen kjent biologisk funksjon. Bly kan akkumuleres i organismer, men oppkonsentreres i svært liten utstrekning i næringskjeden. Bly lagres hovedsakelig i lever, nyrer, bein og gjeller, men ikke i kjøtt.

Som for kobber, er interaksjonen mellom bly og organiske partikler i høy grad styrende for opptak, da bly er enda sterkere bundet til partikler enn kobber. I henhold til Roslev (2005) er der liten kunnskap om effekten av humusforbindelser på giftigheten av bly mht. vannlevende organismer. Dette skyldes at det i hovedsak er blitt forsket på organiske blyforbindelser.

Giftigheten av bly kan variere betydelig mellom ulike organismer, men effekter kan forventes i konsentrasjonsområdet 1 – 15 µg/l. Dette er knyttet til løste metallioner. Ved det øvre grenseområde vil kun meget tolerante arter overleve.

#### 4.2 Hvitt fosfor

Hvitt fosfor (WP) inngår i røykgranater som danner en tett tåke/røyk for å skjerme avdelinger for innsyn (FFI 2002).

Hvitt fosfor er meget giftig for alle organismer. I kontakt med luft forbrennes hvitt fosfor umiddelbart og omdannes til ufarlige forbindelser. Dersom partikler av hvitt fosfor havner i vann vil derimot omdanningen foregå sakte. Hvitt fosfor er tyngre enn vann og vil derfor synke til bunns i vannforekomstene.

Før 2003 ble øvelser med hvitt fosfor-granater ofte gjennomført i områder med nedslagsfelt i våte områder, for eksempel myrområder. I slike områder vil omdanningen av hvitt fosfor foregå meget sakte og dette kan ha medført at det er blitt liggende rester av hvitt fosfor i flere år. Halveringstiden for en liten bit hvitt fosfor (ca 1,8 gram) i turbulente vann er beregnet til ca 2,4 år. Halveringstiden kan imidlertid være lengre dersom vannet er oksygenfattig.

Hvitt fosfor er lite vannløselig og det er derfor liten sannsynlighet for at det vil transporteres med vann ut av skytefeltene. Forsvarsbygg har allikevel besluttet at det skal analyseres for hvitt fosfor i alle prøver tatt i forbindelse med Program Grunnforurensning. Eventuelle funn av hvitt fosfor sammenlignes med grenseverdi for godt drikkevann gitt av Mattilsynet (0,7 µg/l) og anbefalt drikkevannsnorm gitt av Vitenskapskomiteen for mattrygghet (0,1 µg/l).

### 4.3 Sprengstoffkjemikalier

Forsvaret benytter et stort antall ammunisjonstyper i sine våpen. Dette inkluderer ammunisjon som benyttes til håndvåpen, granater til kanoner, håndgranater, miner og fjernstyrte raketter. I ammunisjonen inngår mange ulike stoffer både organiske og uorganiske stoffer. De mest benyttede nitroaromatiske forbindelsene i sprengstoff er trinitrotoluen (TNT), pikrinsyre, tetryl og 2,4-DNT.

I dette prosjektet er det valgt å analysere på de vesentligste parametrene i ammunisjon, samt noen nedbrytningsprodukter av disse. Parameterne og deteksjonsgrensen for disse er gitt i Tabell 4. I tabellene for analyseresultater (vedlegg 1), er det angitt "i.p." dersom det ikke er påvist noen av de analyserte parametrene over de gitte deteksjonsgrenser.

I FFI 2005 er toksisitet og risiko for flere av de ulike typene sprengstoff beskrevet.

**Tabell 4** Parametere analysert på eksplosiver

Parameter	Deteksjonsgrense Vann (µg/l)
2-Nitrotoluene	0,1
3-Nitrotoluene	0,1
4-Nitrotoluene	0,1
2,4-Dinitrotoluene	0,1
2,6-Dinitrotoluene	0,1
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	0,1
4-Amino-2,6-Dinitrotoluene	0,1
2-Amino-4,6-Dinitrotoluene	0,1
1,3-Dinitrobenzol	0,1
1,3,5-Trinitrobenzol	0,1
Hexogen	0,1
Octogen	0,1
Hexyl	0,1
Tetryl (attention: fast degradation)	0,1
EGDN Ethylglykoldinitrat	0,1
DEGN Diethylglykolnitrat	0,1
Nitroglycerin	0,1
Nitropenta	0,1

### 4.4 Aluminium (Al)

Aluminium (Al) er det metallet som det er mest av i jordskorpa, og er hovedmetallet i bl.a. granitt og gneis. Generelt er det i dag liten tilførsel av aluminium fra menneskeskapt aktivitet. Innhold av aluminium i overflatevann skyldes i all hovedsak naturlige prosesser, med nedbør, snøsmelting og temperatur som styrende faktorer. Andre menneskelige aktiviteter som kan påvirke utlekking av Al, er f.eks. skoghogst, noe som vil endre syre/basebalansen i jorda og dermed Al i avrenningen.

I tilfellet med skytefelt, tilføres det ikke aluminium via ammunisjon fra håndvåpen. Aluminium kan imidlertid inngå i større våpensystemer som for eksempel rakettvåpensystemer. Enkelte våpensystemer kan avsette syre, som i teorien kan føre til økt surhet og utlekking av aluminium fra berggrunn og jordsmonn, men antas å være av liten betydning.

Høye konsentrasjoner av aluminium i overflatevann skyldes i første omgang lav pH i nedbør/avrenning og/eller høye konsentrasjoner av løst organisk karbon (DOC). I tilfellet med høy DOC, vil det meste av aluminium være kompleksbundet med det organiske og ha lavere biologiske effekter. Dette vil kunne være tilfelle ved avrenning av aluminium fra myr vann. I surt vann med lite DOC, vil aluminium i større grad være tilstede som uorganisk, labilt aluminium (LAI). Disse forbindelsene kan være akutt toksiske for akvatisk liv.

Konsentrasjonen og fordelingen av aluminium -ioner i jord og overflatevann er svært avhengig av pH, temperatur og innholdet av DOC og salter (sulfater, karbonater, etc.). De akutt toksiske formene av aluminium virker å være uorganisk monomere og polymere kationer. Gjelleoverflaten hos fisk er negativt ladet, som positive aluminium -ioner lett kan binde seg til. Høyere kalsiumkonsentrasjoner og/eller høyere ionestyrke reduserer aluminiums toksisitet.

Det er en negativ korrelasjon mellom både total aluminium og uorganisk labilt aluminium (LAI) i forhold til pH, spesielt ved lave konsentrasjoner av totalt organisk karbon (TOC). Ved pH i 4,7 – 5,5 og lav TOC (< 5 mg/l), er det sannsynlig at det kan være toksiske, polymeriserbare Al-specier tilstede. Ved høyere TOC-nivåer (> 10 mg/l), må pH ned mot 4,5 før aluminium vil foreligge på toksiske former. Ved pH > 6 foreligger normalt aluminium som mindre toksiske forbindelser.

Normalt analyseres det på totalt aluminium i laboratorier. Noen laboratorier kan også utføre fraksjonering av aluminium, slik at andelen av de toksiske aluminiumsforbindelsene (LAI) kan bestemmes. Det er kun analysert for labilt aluminium i noen få felt i prosjektet.

#### **4.5 Tilleggsparametere – TOC, pH, Fe og Mn**

Surhetsgraden, eller pH-verdien, er et mål på hvorvidt vannet er surt eller basisk. Det som bestemmer hvorvidt en løsning er sur eller basisk er konsentrasjonen av H<sup>+</sup>-ioner. pH er en logaritmisk skala som går fra 0 til 14. Vann som verken er surt eller basisk kaller man nøytralt og har pH på 7,0. En regner pH under 5 som meget surt, og tilsvarer tilstandsklasse V, ”meget dårlig”, i SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

Den viktigste tilstandsformen for akutt toksisitet er frie metallioner. TOC (totalt organisk karbon) er en viktig faktor å vurdere effekten av metallforurensningen, da organisk stoff ofte danner kompleksforbindelser med metallioner. Akutt toksisitet av organiske metallkompleksforbindelser er ofte ubetydelig, men noen metaller, som for eksempel bly, kan også som kompleksforbindelser ha dødelig effekt etter lengre tids eksponering.

Høy TOC-konsentrasjon bidrar ved dette til å redusere giftigheten av metaller. Fordi humusmolekyler lett transporteres i vassdragene, kan høyt organisk innhold også føre til økt transport av metaller ut fra feltene.

De metallene som har den sterkeste bindingen til organisk materiale, med avtagende bindingsstyrke, er hhv Fe, Pb, Cu, Cr, Hg. Dette gir at bly bindes noe sterkere til jord og humusmolekyler enn kobber. I den grad humusmolekyler holdes tilbake i jordsmonnet, er dette sannsynligvis årsaken til at forholdet Pb/Cu er mindre enn ventet ved flere av målepunktene.

Løseligheten av de fleste metaller øker med synkende pH. Surt myr vann vil derfor ha relativt høy konsentrasjon av metallioner. Under slike forhold er TOC-verdien samtidig oftest høy, slik at metallionene kan kompleksbindes til jord og humus, som det er forklart tidligere under vann fra myrsjøer.

Jern- og manganforbindelser løses opp under anoksiske forhold (lite oksygen). Høy konsentrasjon av disse metallene gir derfor indikasjon på tilførsel av anoksiske vann, for

eksempel fra myrområder. I slike tilfeller endrer ofte vannkjemien seg mye over korte avstander, og disse metallene kan oksideres og felles. Dette fører ofte til co-felling også av andre metaller.

## 5 Vurderingskriterier

### 5.1 Tilstandsklasser i ferskvann

Analyseresultatene vurderes opp mot tilstandsklasser i henhold til SFTs veiledning 97:04, Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (TA 1468/1997), for de parametere som det finnes tilstandsklasser for. I veiledningen er nivåer av metaller inndelt i 5 ulike klasser. Grunnlaget for inndelingen er en kombinasjon av kunnskap om stoffenes effekter på vannmiljøet, samt informasjon og statistikk om stoffenes utbredelse i norske ferskvannsforekomster. Parametrene er gitt i Tabell 5.

Andre parametere vurderes opp mot grenseverdier for kjemiske parametere i drikkevann.

**Tabell 5** Tilstandsklasser i ferskvann (SFT 97:04)

	Parametere	Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
C/I	TOC	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	pH	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
Metaller i Vann, µg/l	Jern, Fe	<50	50-100	100-300	300-600	>600
	Mangan, Mn	<20	20-50	50-100	100-150	>150
	Kobber, Cu	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink, Zn	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Kadmium, Cd	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	Bly, Pb	<0,5	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	Nikkel, Ni	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	Krom, Cr	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	Kvikksølv, Hg	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

De ulike tilstandsklassene er inndelt som følger:

Tilstandsklasse I: Meget god / Ubetydelig forurenset

Tilstandsklasse II: God / Moderat forurenset

Tilstandsklasse III: Mindre god / Markert forurenset

Tilstandsklasse IV: Dårlig / Sterkt forurenset

Tilstandsklasse V: Meget dårlig / Meget sterkt forurenset

Grenseverdiene er utarbeidet på grunnlag av ufiltrerte prøver. De har i utgangspunktet størst relevans for metallforurensninger i vann av typen oligotrofe innsjøer og elver med relativt klart vann med lite partikler. Klassifiseringssystemet må derfor benyttes skjønnsomt i en miljørisikovurdering av turbid vann, vann med høyt organisk innhold (TOC-innhold) eller høye kalsiumkonsentrasjoner.

For de fleste tungmetaller er det den frie fraksjonen av metallioner eller ioniske hydroksidkomplekser, som virker akutt toksisk. I vann med mye kompleksbindere (leirpartikler, humus) og kalsium (bikarbonat) er fraksjonen av frie metallioner ofte relativt lav, da metallionene i stor grad er adsorbent til partikler eller kan foreligge som karbonater. Kalsium kan også danne komplekse bindinger med andre metallioner som kan virke reduserende på giftighet. Dette betyr at en gitt totalkonsentrasjon av et metall kan være toksisk i én vannkvalitet, mens den er relativt harmløs i en annen.

SFT utviklet i 1992 et system for klassifisering av vannkvalitet. I overvåkingen som er gjennomført av NIVA i 15 år, i regi av Forsvarsbygg, er konsentrasjonene av metaller sammenlignet med tilstandsklasser gitt i dette klassifiseringssystemet. I og med at

resultatene fra overvåkingen fra starten ble sammenlignet med disse tilstandsklassene, anbefalte NIVA Forsvarsbygg å fortsette med samme system. Dette klassifiseringssystemet ble revidert i 1997, med klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann 97.04. I denne rapporten blir dataene sammenlignet med tilstandsklassene gitt i 97:04, som er "strengere" enn i klassifiseringen fra 1992. Dette medfører at det feilaktig kan se ut som om utlekkingen av metaller har økt i forhold til tidligere.

## 5.2 Grenseverdier for drikkevann

For de parametre der det ikke finnes tilstandsklasser i veilederen til SFT, er resultatene vurdert opp mot Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Helse- og omsorgsdepartementet 2004 - Drikkevannsforskriften). De utvalgte parametrene som er aktuelle å sammenligne med, er gitt i Tabell 6.

**Tabell 6** Grenseverdier for drikkevann

Parameter	Enhet	Grenseverdi
Aluminium, Al	µg/l	200
Antimon, Sb	µg/l	5
Arsen, As	µg/l	10
Konduktivitet	mS/m (25 °C)	250

## 5.3 Tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter

Lydersen m.fl. (2002) har publisert et klassifisjonssystem av metallkonsentrasjoner i vann i forhold til biologiske effekter, se Tabell 7. Dette systemet er basert på erfaringer fra skandinaviske undersøkelser og er derfor relevant for denne undersøkelsen. Ved å sammenlikne metallkonsentrasjoner i bekkene med verdier gitt i Tabell 7 kan en få indikasjon på mulige biologiske effekter.

Tilstandsklasse I: Ingen effekt på biota/humant konsum

Tilstandsklasse II: Enkelte følsomme arter kan påvirkes, ingen effekter på fisk

Tilstandsklasse III: Effekter på laksefisk, artsreduksjoner, tolerable arter dominerer

Tilstandsklasse IV: Ingen laksefisk, betydelig effekter på mange arter. Økosystem struktur ødelagt.

**Tabell 7** Tilstandsklasser metaller i ferskvann relatert til biologiske effekter

Tilstandsklasse		I	II	III	IV
Parameter	kons	Meget lav	Lav	Middels	Høy
Sink (Zn)	µg/l	<30	30-60	61-100	>100
Bly (Pb)	µg/l	<1	1-5	6-15	>15
Kobber (Cu)	µg/l	<3	3-15	16-30	>30
Kadmium (Cd)	µg/l	<0,2	0,2-0,5	0,6-1	>1
Nikkel (Ni)	µg/l	<10	10-30	31-100	>100

## 5.4 Lavest biologisk risikonivå

I utslippstillatelsene for Rødsmoen og Leksdal, er utslippskravene for metaller i utvalgte vannforekomster gitt mht laveste biologiske risikonivå (Lowest Biological Risk Level – LBRL), se Tabell 8. Dette er det laveste nivået som antas ikke å gi risiko effekter på biologisk liv, for eksempel fisk (lakseyngel). Innhold av metaller må ligge over de gitte grenseverdiene i lengre perioder for å gi effekter på biologisk liv (Lydersen, pers med 2006).

Det er tatt utgangspunkt i de mest sårbare vannforekomster som finnes i Norge, der konsentrasjoner av totalt organisk karbon (TOC) og kalsium er lave. Nivåene ligger i den øvre grensen av tilstandsklasse III i SFTs klassifiseringssystem (Tabell 5).

**Tabell 8** Grenseverdier for Lowest Biological Risk Level

Element	LBRL, µg/l
Sink, Zn	50
Kadmium, Cd	0,2
Kobber, Cu	3,0
Bly, Pb	2,5
Nikkel, Ni	5
Krom, Cr	10
Arsen, As	20
Labilt Aluminium, Al	50

Det er ikke etablert tilstandsklasse for labilt aluminium. Innhold av labilt aluminium vurderes derfor opp mot LBRL.

## 5.5 Geologiske forhold

Ettersom metallinnholdet i vassdragene også kan påvirkes av naturlige metallforekomster, er de geologiske forholdene kort vurdert for hvert skytefelt. Berggrunn og løsmasser er beskrevet ved hjelp av <http://www.ngu.no/kart/arealisNGU>, mens mutings-/utmålsområder for bl.a. basemetaller (omfatter sulfider av Cu, Zn, Pb, Fe og As, Sb, Bi, Sn) er funnet ved hjelp av <http://www.ngu.no/kart/mutinger/> og [www.prospecting.no](http://www.prospecting.no). Noe tilleggsmateriale er hentet fra <http://alun.uio.no/geomus/leksis/> og Poulsen (1964).

Forekomst av kobber finnes i det vesentlige i to ulike malmtyper. Den ene er de klassiske kismalmene ofte sammen med sinkblende og til dels blyglans, dannet ved havbunnsvulkanisme i tilknytning til spredningssonene. Det andre er magmatisk dannede malmer av Cu-Ni-sulfider, vanligvis tilknyttet mafisk/ultramafiske komplekser (gabbro/peridotitt mm). Kobbersulfider forekommer også i hydrotermale ganger i og omkring Oslofeltet.

Bly finnes vanligvis som blyglans (blyglans) som oftest dannet ved hydrotermale prosesser, og kan forekomme som sekundært mineral i malmer med svovelkis som viktigste ertsmineral, eller som mineralkorn i sandsteiner. Blyglans er vanlig forekommende i hydrotermale mineralganger over hele landet. I Oslofeltet opptrer det i kalkstein langs kontaktsonen mot dypbergartene. I den kaledonske fjellkjede er blyglans bestanddel av kismalmene sammen med svovelkis og kobberkis. Blyglans er også påvist som mineralisering i kaledonske og senprekambriske sedimenter, f.eks. langs randen av den kaledonske fjellkjede i Norge og Sverige.

Viktigste kilde til sink er sinkblende. Sinkblende er dannet hydrotermalt av oppløsninger fra magma, ofte sammen med blyglans. I Oslofeltet er det særlig dannet i kalkstein nær kontakten til de permiske dypbergartene. Innen den kaledonske fjellkjede er det kjent flere hundre større og mindre forekomster, hvorav mange har vært eller er i produksjon (f.eks. Bleikvassli og Mofjellet ved Rana i Nordland). I sandsteinene langs fjellkjederanden er det også mange forekomster av sinkblende sammen med blyglans.

Det viktigste antimonmineralet er antimonglans (stibnitt el. spydglans). De fleste forekomstene er i hydrotermalganger. Mineralet er bl.a. funnet i Svenningdalen gruve i Vefsn kommune og flere andre steder i Nordland. Forekomsten av antimon i norsk berggrunn er så vidt liten at høye konsentrasjoner i vann med liten sannsynlighet kan tilskrives naturlig forekomster.

## 8 Markedsområde Bergen

### 8.1 Mjølfjell inklusive Brandsetdalen

#### 8.1.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Mjølfjell skyte- og øvingsfelt ligger i Voss kommune. Skytefeltet ble anlagt på slutten av 1950-tallet og har blitt utviklet i flere etapper. Feltets størrelse er 126 km<sup>2</sup>.

Berggrunnen er sammensatt, og på NGUs kart er det inntegnet diorittisk til granittisk gneis og migmatitt i SV, ellers hovedsakelig anortositt, samt mangerittsyenitt med innslag av båndgneis. Det er også innslag av kvartsitt. Løsmassene består av tynn morene, torv/myr og forvittringsmateriale, og det er områder med bart fjell.

Både hæren, sjøforsvaret, luftforsvaret og heimevernet bruker området til nasjonale øvelser, også sammen med de allierte. Det skytes med de fleste infanteri- og artillerivåpen, inkludert trådstyrte raketter (TOW) mot bevegelige mål. Det benyttes håndvåpen i sidedalene Grodjuvet og Såtedalen. Feltet består av øvingsområdene Mjølfjell og Brandsetdalen.

Kartfestede prøvepunkt gitt av Forsvarsbygg er vurdert under befaringer. Feltet er tidligere undersøkt av NIVA. En oversikt over prøvepunkter, beskrivelse, hva elvesystemene drenerer og evt. kommentarer og observasjoner er gitt i Tabell 50.

Punktene i Mjølfjell (punkt 1-6) er prøvetatt i september 2006 og i juli, august og oktober 2008. I 2007 ble det ikke tatt prøver, da det ikke var mulig å komme inn i feltet pga store snømengder. Det ble i 2008 gjort noen justeringer av prøvesteder på Mjølfjell for bedre å fange opp avrenning, samt for å ta egne prøver fra et sprengningsfelt. Det ble av disse grunner besluttet å ta tre prøveserier på Mjølfjell i 2008, en runde mer enn opprinnelig planlagt. De fleste prøvene er tatt av MO Bergen, mens Sweco deltok i prøvetakingen i juli 2008.

For Brandset er det tatt prøver i oktober og november 2006, juni og september 2007 og i juli og august 2008. I 2006 ble det der tatt prøver som avviker noe fra det planlagte, på grunn av stor vannføring i punkt 8, og at det var usikkert hvor punkt 7 var avmerket. Det ble derfor tatt ut to prøver, som siden er kalt 7a (opprinnelig punkt) og 7b (nytt punkt i myr like ved, men med et noe annet tilrenningsområde). Det er svært liten påvirkning fra aktiviteter i punkt 7B, selv om det kan forekomme litt avrenning fra banene 21, 25 og 26 og påvirkning fra eventuelle mobile aktiviteter. Punkt 9 ligger på grensen av feltet, men her er det imidlertid svært stor vannføring, og punktet mottar avrenning fra et stort nedslagsfelt, hvor en betydelig andel ikke er fra skytefeltet.

I 2008 ble prøvepunktene justert noe, basert på en befaring i juli. Det ble da sikret at eventuell påvirkning av drikkevann ble fanget opp, samt at det ble tatt prøver for å fange opp avrenning fra sprengningsfelt. I tillegg ble referansepunkt funnet, gammelt punkt 5, kuttet ut, da det ikke eller svært sjelden vil være avrenning der, samt at et mer representativt punkt for avrenning ut fra felt ble funnet.

Tabell 49 viser hvilke aktiviteter som foregår på Mjølfjell, inkludert Brandsetdalen.



**Tabell 49** Aktiviteter på Mjølfjell

Baner	Våpen	Start	Kommentarer	Status
Bane 1	M72 og 84mm kalde granater og øvingssystem, håndvåpen opptil 12,7 BALL, ikke Multi Purpose	Ca 1950	Brukes lite. Alle baner på Mjølfjell er feltbaner	
Bane 2	Håndvåpen opp til 7,62mm	1950	Brukes ikke, ombygges til 30 m kortholdsbane	Midlertidig stengt
Bane 3	MG, 7,62 og pistol		Feltmål i terreng	
Bane 4a	Sommertid øves med plast 40 med mer			
Bane 4b	Vinter: Innskyting, nærstrid, håndvåpen			
Bane 5	Ikke i bruk		Konflikt med bane 6	Stengt
Bane 6	Innskytingsbane opptil 100 m håndvåpen		Sommer: Brukes lite pga terrenget	Mye brukt vinterstid
Bane 7	Lag i forsvar. Håndvåpen øving, system			Åpen
Bane 8	Samme som 7. Håndvåpen opp til 7,62		Skarpskyting <7,62, øving for øvrige, blåplast	Stengt fra 2007. ombygges i 2008.
Bane 9	Samme som 8			Tilrettelagt for SAAB-mål
Bane 10	Blindgjengerfelt 12,7 MP, 84mm, M72, håndgranat og 40mm skarp, skarp panservernvåpen			Åpen
Bane 10b				
Bane 11	TOW tidligere, tropp i angrep			Ombygges
Bane 14	FA-skyting, indirekte skyting mot målområde. BK for skyting opp mot fjellet		Skyting med BK	
Bane 16	Sprengningsfelt. Grodjuvet, 25 kg ladning, kurssammenheng inntil 100kg			
Bane 17a	Artilleri		Grodjuvet. Skytes over mot Fennebu mot fjell	Ikke i bruk
Bane 17b	MG og 12,7 bane. Ikke MP ammunisjon		Krever ny godkjenning	Sperret
Bane 19	Grodjuvet. MG miter, ikke MP ammunisjon			
<b>Brandset</b>				
Bane 21	Lag i forsvar		Fjernet bane, ikke god	Må ombygges
Bane 22	MG Miterbane			
Bane 23	Håndvåpen og PV øvingssystemet. 40 mm Carl Gustav		Faste skiver SAAB-mål Håndvåpenbane	
Bane 24	Håndvåpen, ikke MG. Opptil 12,7			
Bane 25	Lag i angrep. Håndvåpen og øvingssystemet til håndvåpen		Skarpskyting	Stengt fra 2007

Det skal ikke ha vært brukt hvitt fosfor ved Mjølfjell/Brandset. Det er tidligere analysert for hvitt fosfor i tre av prøvepunktene, to på Brandset og ett på Mjølfjell.

**Tabell 50** Oversikt over prøvepunkter, Mjølfjell inkl. Brandsetdalen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
<b>Mjølfjell</b>					
1	Stor elv	Rjoåni, like nedstrøms sideelv for prøvepunkt 2		X	Ved vegbom, ut av feltet
2	Middels elv	skytebaner 5, 6, 17a, 17b og 19		X	erstatte gammel 5
4	Stor elv	Såtefoss, øverst i feltet		X	
3	Liten bekk/sig	Sprengningsfelt	S	X	Nytt punkt
5	Liten bekk	Sidebekk, oppstrøms 1		X	Bane 6 og 17
6 ref	Stor bekk	Utkanten av feltet		X	Referansepunkt
<b>Brandset</b>					
7A	Liten elv/myr	Baner 22, 23 og 24		X	Fra Bjørndalsvatnet
7B	Liten bekk (sig)	Mulig påvirkning fra bane 21, 25 og 26			Østlig del med flere mindre bekker/sig
8	Middels elv	Det meste av den aktive delen av feltet		X	Ådnakkaelvi like før samløp med Brandsetelvi
9	Stor elv	Hele Brandsetdalen			Brandsetelvi

\* Punkter som er med i beregningene av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift

\*\* S = sprengstoff

### 8.1.2 Nedbør og vanntransport

Figur 40 og 41 viser nedbørsdata fra prøverundene i 2008, samt historiske nedbørsdata. De er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no) for nærmeste målestasjon, Brandset.

Det var tørt vær dagene før og under prøvetakingen i juli 2008, og derfor var vegetasjonen i området generelt tørr. Bekker og elver var til en viss grad preget av snøsmeltingen som pågikk i spredte områder, og som var inne i en avslutningsfase. Vannføringen var derfor middels eller noe lavere.

I august var vannføringen moderat idet det hadde vært tørt en lang periode før prøvetaking, mens det i dagene rett før prøvetaking var kommet noe nedbør.

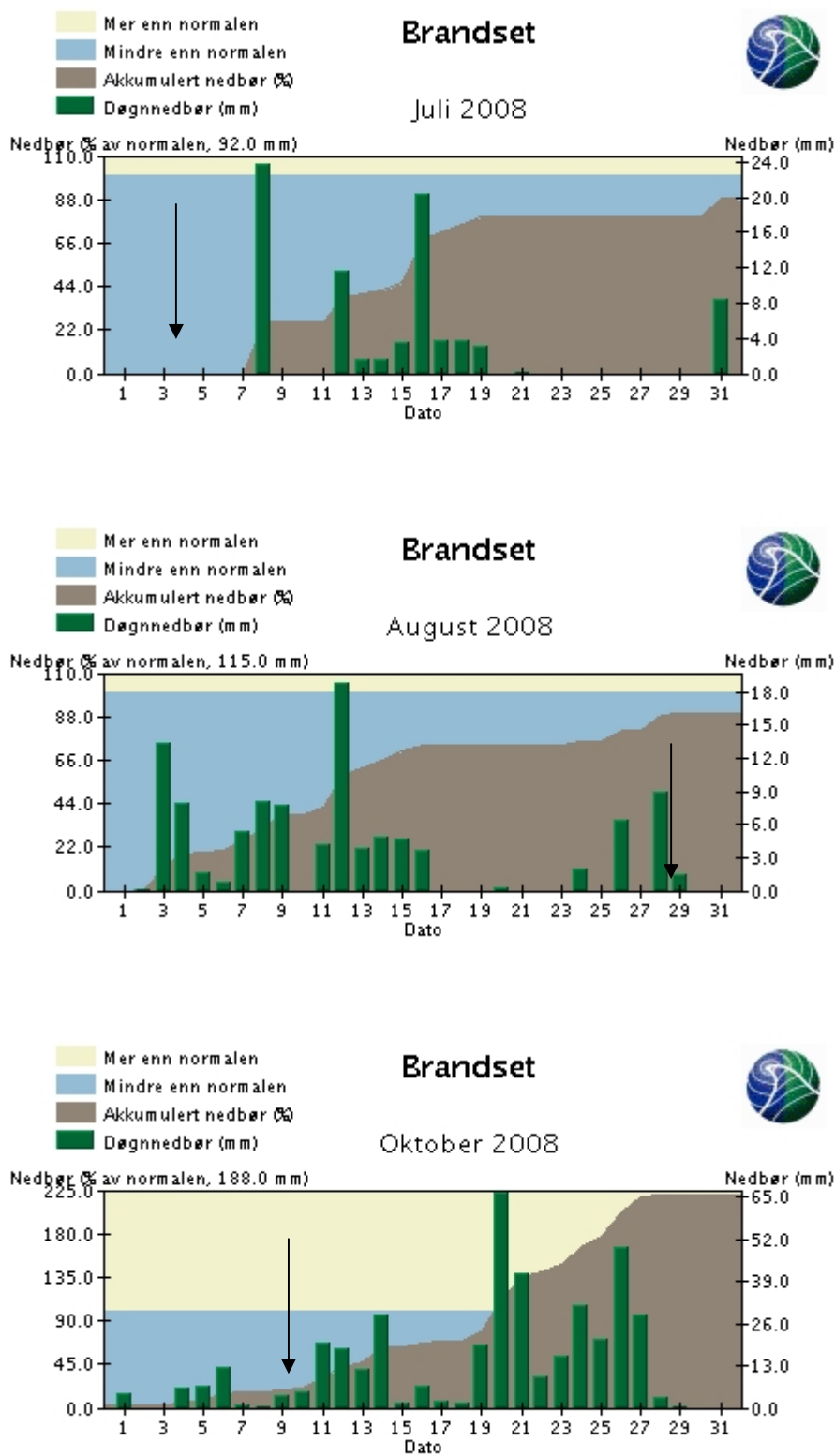
I oktober var det normal til noe større nedbør, og generelt noe mer fuktig i bakken som følge av tidligere nedbør.

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 51. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

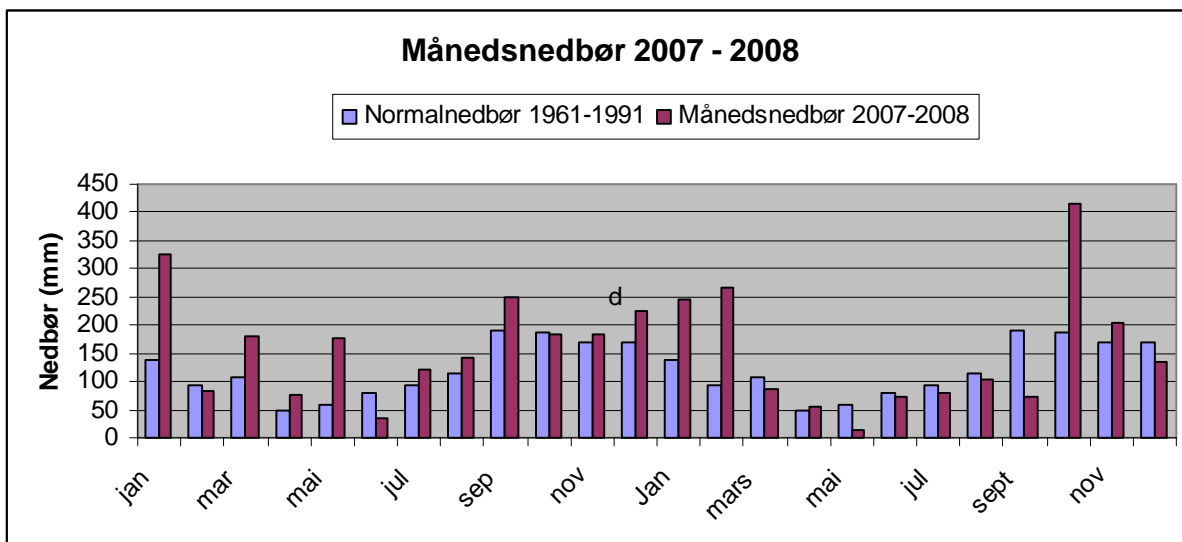
**Tabell 51** Beregnet normalavrenning for Mjølfjell inkl. Brandsetdalen

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1	130	67	8691
2	13	68	902
4	32	71	2273
3	0,3	59	18
6	1,6	65	104
7A	7	66	453
7B	0,06	45	3
8	16	61	965
9	51	54	2751

Nærmeste målestasjon for Mjølfjell inkl. Brandsetdalen er Brandset i Voss kommune, som ligger i umiddelbar nærhet til skytefeltet.



Figur 40 Månedssdata av nedbør i juni, august og oktober 2008 for Brandset - Mjølfjell



Figur 41 Nedbørsdata for Brandset, Voss, månedsverdier 2007 – 2008 og månedsnormaler (1961 – 1991).

Prøvetakingen i juli dekket snøsmeltingsperioden rimelig godt, selv om det var lite nedbør i dagene før og på prøvetakingsdagen i 2008, mens prøven i august ble tatt like etter ett døgn med betydelig nedbør.

Ved prøvetakningen ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene, se Tabell 52 og Tabell 53.

Tabell 52 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007- 2008 Brandset

Punkt	Vannføring			
	Juni -07	September -07	Juli -08	August -08
7 A	Middels	Middels	Liten/middels	Middels
7 B	Middels/liten	Middels	Liten/middels	Middels
8	Stor	Stor	Liten/middels	Middels
9	Stor	Stor	Liten/middels	Middels

Tabell 53 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2008 Mjølfjell

	Juli	August	Oktober
1	Liten/middels	Middels	Middels
2	Liten/middels	Middels	Middels
3	Liten/middels	Middels	Stor
4	Liten/middels	Middels	Stor
6	Liten/middels	Middels	Middels

\* Det ble ikke tatt prøver i 2007 da det ikke var mulig å komme til pga snømengder

### 8.1.3 Analyseresultater

De fleste konsentrasjoner er fortsatt lave (jfr tidligere rapporter fra NIVA) for alle parametere og ligger i tilstandsklasse I. Det er imidlertid noen unntak, spesielt etter at det ble tatt prøver også like ved sprengningsfeltet på Mjølfjell, men også noen analyser for 2008 viser høyere verdier enn tidligere.

Verdiene av TOC er lave, og pH-verdiene ligger mellom 6,5 og 7,8.

#### Mjølfjell

Verdiene av kobber for 2008 er høyere enn tidligere. Konsentrasjonene i flere punkt i august og oktober 2008 var i tilstandsklasse III og IV. Dette er 5-10 ganger høyere enn hva som tidligere er påvist. Verdiene av bly og andre metaller er lave, inkludert jern og aluminium, med unntak for aluminium i sprengningsfeltet.

Det er funnet rester av sprengstoff i alle prøver tatt i sigevannet fra sprengningsfeltet i 2008. I august ble det målt 0,35 µg RDX/l og 5,3 µg HMX/l mot 18 µg RDX/l og 1,0 µg HMX/l i oktober. De øvrige analyser var negative. I juli ble det målt en HMX på 3 µg/l, mens de øvrige var negative.

Det er bare i 2007 tatt prøver mht analyse av hvitt fosfor. Det ble ikke påvist konsentrasjoner over gjeldende deteksjonsgrense.

#### *Brandset*

De aller fleste analyseverdier for Brandset er lave. I punkt 7A ble det målt kobber- og blykonsentrasjoner hhv. i tilstandsklasse II og III i juli 2008. På samme dato ble det også påvist en verdi av bly ut av feltet i tilstandsklasse III (punkt 9 i Brandsetelvi).

I oktober 2006 ble det måltkonsentrasjoner av kadmium og nikkel i tilstandsklasse 3, men senere har alle konsentrasjoner av disse metaller vært i tilstandsklasse 1 eller under deteksjonsgrensen.

Det er gjennomført ni analyser for hvitt fosfor og to analyser av sprengstoff ved Brandset, uten at det ble påvist innhold av disse parametrene.

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av labilt-aluminium som overskrider LBRL.

### **8.1.4 Forurensningssituasjon**

NIVA har overvåket området ved måling av opptak i mose siden 1992. Det er i oppsummeringsrapporten fra NIVA sagt at verdiene av kobber, bly, sink og antimon har vært lave og avrenningen stabil. Det konkluderes også med at mobiliseringen av tungmetaller er liten og at "militær aktivitet medfører ingen metallforurensning og årlig overvåking er ikke nødvendig". Målingene for 2006 til 2008 bekrefter langt på vei denne konklusjon fra NIVA, selv om enkelte resultater fra august og oktober 2008 avviker fra dette bildet når det gjelder kobber. Selv om disse konsentrasjonene avviker fra tidligere målinger tyder samsvaret i verdier i august på at verdiene er reelle.

Det er i tillegg påvist sprengstoffrester i bekk tatt på utsiden av blindgjengerfeltet på Mjølfjell i alle tre prøverunder. Dette er imidlertid knyttet til svært lav vannføring.

Utlekkingsberegninger for Mjølfjell, inklusive Brandset er vist i Tabell 54. Utlekkingen av bly og kobber er til en viss grad preget av høye enkeltverdier og at vannføringen ut av feltet fra Brandset er svært stor i forhold til hva som renner av fra feltet.

**Tabell 54** Årlig utlekking fra Mjølfjell, inkludert Brandset

Punkt	Utlekking, [kg/år]			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1		46,59	411,13	338,04
9		57,55	111,06	215,76
Sum		104,14	522,19	553,80
6 ref		0,97	1,75	5,60

Tabell 54 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i det prøvepunktet som representerer utlekking fra feltet vurdert opp mot tilstandsklasser for biologiske effekter. I 2008 er det for første gang påvist en blykonsentrasjon over tilstandsklasse I ut av feltet ved Brandset. Denne verdien er imidlertid langt høyere enn verdien for punkt 8. I punkt 9 har en stort sett bare en fortykning fra ny sideelv, hvor sannsynlig påvirkning fra feltet er svært liten. Denne analyseverdien virker derfor lite logisk, og er heller ikke i samsvar med noen tidligere analyser. Den kan skyldes et tilfeldig bidrag eller at det er andre kilder enn skytefeltet her.

**Tabell 55** Resultater for metaller for Brandset, Mjølfjell, 2007-2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1		9			
Parameter	Enhet	03.07.2008	03.07.2008	01.06.2007	11.09.2007	03.07.2008	28.08.2008
Bly, Pb	µg/l	0,21	0,21	< 0,5	< 0,5	1,34	0,4
Kobber, Cu	µg/l	0,34	0,34	< 1	1,3	1,46	1,08
Sink	µg/l	0,5	0,5	< 5	< 5	4,27	0,69

### 8.1.5 Konklusjon og anbefalinger

Det er ikke behov for tiltak ved Brandset. Det er ikke påvist effekter, og de absolutte verdiene i bekkene har vært svært lave og stabile gjennom mange år. Konsentrasjonen av bly i punkt 9 i august 2008 har et stort avvik fra alle andre verdier og er heller ikke logisk når vi ser på verdiene oppstrøms for samme prøverunde. NIVA konkluderte tidligere med at prøvetaking kunne avsluttes, da ikke noe tydet på at aktivitetene påvirket vassdragene. Det anbefales likevel å fortsette overvåkingen med redusert frekvens ved Brandset.

Det er ikke påvis hvitt fosfor med konsentrasjoner høyere enn rapporteringsgrensen i skytefeltet.

For sprengstoff er grenseverdiene for kroniske effekter henholdsvis på 500 og 20 µg/l for RDX og HMX. Det vil si at utslippene fra sprengningsfeltet er små i forhold til grenseverdier og at de vil bli fortynnet før de kommer i kontakt med beitende dyr, som trolig er de som kan drikke vann nærmest dette området. Det er mulig noe av denne avrenningen ledes til drikkevann, men den vil da være svært fortynnet.

Det kan derfor være hensiktsmessig å fortsette med overvåking på Mjølfjell først og fremst for å følge med avrenningen fra sprengningsfeltet. Også verdiene fra august 2008 tilsier at overvåkingen bør fortsette for å kartlegge bedre om det under gitte forhold forekommer utvasking av spesielt kobber.

## 8.2 Remmedalen

### 8.2.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Remmedalen skyte- og øvingsfelt ligger i Eid kommune, nord for Eidsfjorden, som er en del av Nordfjord i Sogn og fjordane. Skytefeltet ligger i fjellterreng ca 800 m.o.h., nord for selve Remmedalen ved fjellet Holevassegga, og dekker et areal på ca 1 700 mål.

Området er preget av fjell og mindre myrer som drenerer via bekker sørover mot Eidsfjorden. Berggrunnen består diorittisk til granittisk gneis stedvis dekket av tynt morenedekke. Drift på berg- eller mineralforekomster i området er ikke kjent.

Området ble tatt i bruk i ca. 1982. Det er etablert fem skytebaner, hvorav fire er håndvåpenbaner og er en kanonbane (det er på noen dokumenter tegnet inn skisser til to baner til). Det skytes stort sett med øvelsesammunisjon. Det har tidligere vært brukt noe skarp ammunisjon, selv om omfanget trolig har vært lite. Også på en av håndvåpenbanene, bane 4, er det brukt, eller lagt til rette for, noe bruk av granatkastere og mindre raketter (kaliber 12,7 og 30x173 mm). Området benyttes stort sett bare om sommeren av heimevernet, og for tiden brukes trolig kun håndvåpen.

Det kan se ut fra kartet som det er tatt prøver utenfor skytefeltet. Dette skyldes imidlertid at grensene ikke er endelig definerte og alle prøvepunkt er inne i det området som i praksis benyttes av Forsvaret.

Forsvarsbygg gjennomførte en undersøkelse av området i 2003 og 2004 (Forsvarsbygg 2005 a). Det ble foretatt en risikovurdering i tillegg til miljøundersøkelsen. Det er gjennomført screeningundersøkelser i 2006 og 2007 basert på prøvetaking utført av MO Bergen og en befaring i 2007 hvor også Sweco medvirket. Prøvene i 2008 ble tatt i juni og september av MO Bergen. Blindgjengerfeltet lengst inne i feltet er prøvetatt litt ulikt siden 2006.

**Tabell 56** Oversikt over prøvepunkter, Remmedalen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk	Øverst i felt, nedstrøms blindgjengerfelt (bane 4 og 5)	S	-	Myrsig
2 Ref	Middels bekk	Utkanten av felt, referansepunkt		-	Like nedstrøms foss
3	Middels bekk	Ved bane 1, mellom bane og målområde. Nedstrøms bane 1 og 2		-	
4a	Stor bekk	Bekk fra blindgjengerfelt (bane 4 og 5) og bekk fra bane 3		-	Øvrige tidspunkt. Disse to fanger i mindre grad opp avrenningen på sidene av blindgjengerfeltet
4b	Stor bekk	Bekk fra blindgjengerfeltet		-	Juni 2007. Fanger opp blindgjengerfelt, ikke de øvrige
5	Stor bekk	Utkanten av feltet. Avrenning fra banene 3, 4 og 5		-	Sau på beite. Jernutfelling

\* Punkter som er med i beregningene av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift

\*\* S = sprengstoff

## 8.2.2 Nedbør og vanntransport

Figurene 42 - 45 viser nedbørsdata fra prøverundene i år, samt historiske nedbørsdata. De er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no) for nærmeste målestasjon, Nordfjordeid - Nymark.

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 57. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

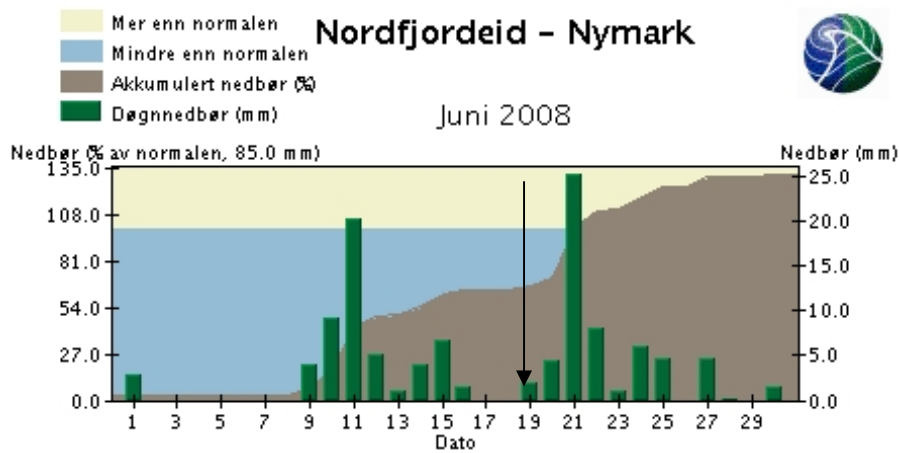
**Tabell 57** Beregnet normalavrenning fra Remmedalen

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1	0,21	93	19
2 Ref	0,75	103	77
3	1,2	76	87
4a	2,66	88	236
4b	1,41	75	106
5	3,1	65	262

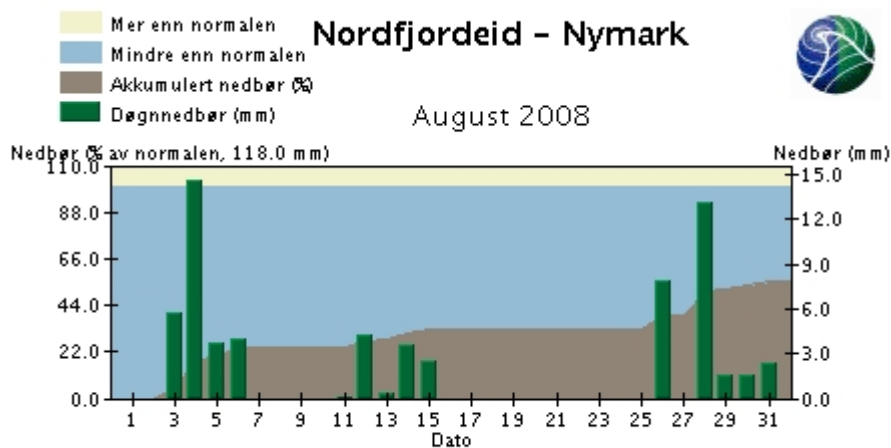
Nærmeste målestasjon er Nordfjordeid, hvor dataene er hentet fra. Under prøvetakingen i juni var det oppholdsvær, men det hadde regnet noe natten før. Det var også snøsmelting som påvirket vannføringen, som kan betegnes som middels eller noe i overkant av middels. I september var det mer eller mindre samme forhold, men avrenning var da ikke påvirket av snøsmelting.

Gjennom de tre årene denne overvåkingen har foregått har en dekket opp ulike klimatiske forhold, tørt, smelting og mer eller mindre tydelig nedbør.

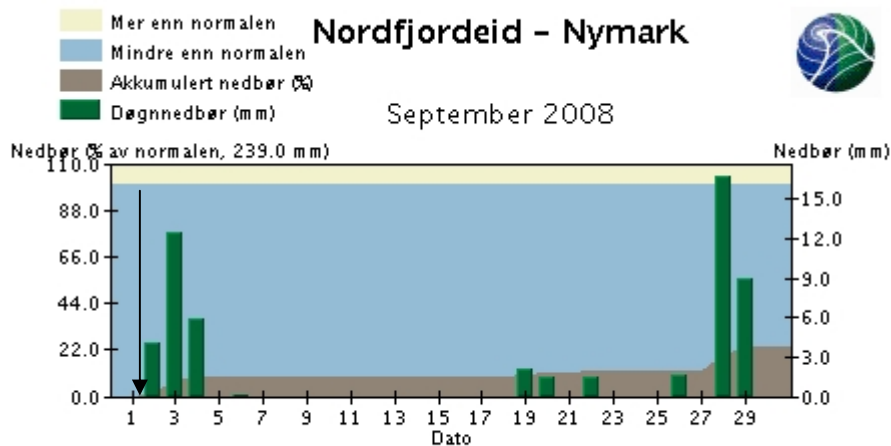
Ved prøvetakningen i 2008 ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene gjengitt i Tabell 58.



Figur 42 Nedbørsdata for Remmedalen, juni 2007

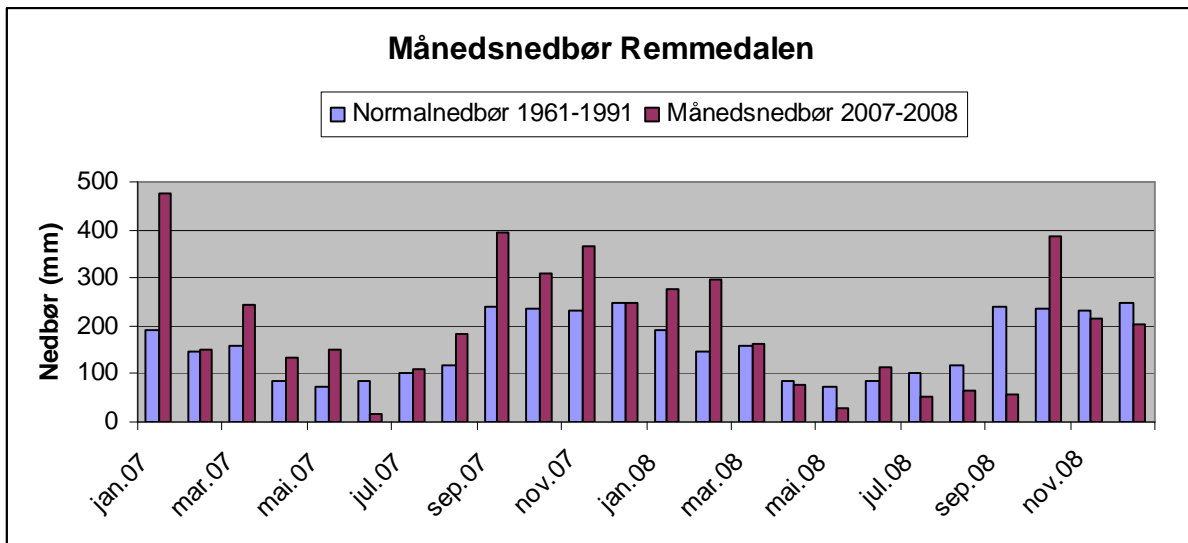


Figur 43 Nedbør for Remmedalen, august 2008



Figur 44 Nedbør for Remmedalen, september 2008





Figur 45 Nedbørsdata for Nordfjordeid – Nymark, månedsverdier 2006 – 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Tabell 58 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007-2008, Remmedalen

Punkt	Vannføring			
	Juni -07	September -07	Juni -08	September -08
1	Litt sig fra smelting	Middels	Sig fra smelting	Middels
2 Ref	Høy pga smelting	Middels	Middels/liten	Middels
3	Høy pga smelting	Middels	Middels	Middels/Høy
4	Høy pga smelting	Middels	Middels/liten	Middels/Høy
5	Høy pga smelting	Middels	Middels	Middels/Høy

### 8.2.3 Analyseresultater

Det er, med unntak av to prøvetakinger, ikke påvist konsentrasjoner av metaller over tilstandsklasse II. Unntakene er prøvetakingen i oktober 2006 hvor det ble påvist 5,8 µg/l kobber, tilsvarende tilstandsklasse IV, i punkt 4 og prøvetakingen i september 2008 hvor det i referansepunktet, punkt 2 Ref, ble påvist 2,7 µg/l bly og 2,2 µg/l kobber, tilsvarende hhv tilstandsklasse IV og III.

Konsentrasjonene av THC i vassdragene ved Remmedalen er gjennomgående lave som tidligere, og pH-verdiene er stabile mellom 6 og ca 7. Begge parametre tilsvarer tilstandsklasse I – II, meget god – god tilstand.

Det er ikke påvist hvitt fosfor eller sprengstoffrester. Det ble ikke påvist konsentrasjoner som overskrider LBRL.

### 8.2.4 Forurensningssituasjonen

Målingene i 2008 bekrefter tidligere konklusjoner som tilsier at det er liten forurensningstransport ut av feltet. Det er heller ikke påvist sprengstoffrester fra blindgjengerfeltet i noen prøve.

All avrenning fra feltet har med unntak av enkelt konsentrasjoner av krom vært i tilstandsklasse I eller under deteksjonsgrensene for alle metaller.

Utlekkingsberegninger for Remmedalen er vist i Tabell 59.

**Tabell 59** Årlig utlekking fra Remmedalen

	Utlekking, [kg/år]			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
3		0,64	1,22	6,24
5		2,01	3,82	18,29
Sum		2,65	5,04	24,53
2 Ref		1,49	1,72	33,44

Tabell 60 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i det prøvepunktet som representerer utlekking fra feltet vurdert opp mot tilstandsklasser for biologiske effekter. Alle konsentrasjoner ligger i tilstandsklasse I – meget lav effekt

**Tabell 60** Resultater for metaller fra Remmedalen, 2007-2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		3				5			
Parameter	Enhet	01.06.07	13.09.07	19.06.08	01.09.08	01.06.07	13.09.07	19.06.08	01.09.08
Bly, Pb	µg/l	<0,5	0,7	0,16	<0,6	<0,5	<0,5	0,09	< 0,6
Kobber, Cu	µg/l	<1	<1	0,27	<1	<1	<1	0,16	< 1
Sink	µg/l	<5	<5	1,27	<4	<5	<5	1,59	< 4

## 8.2.5 Konklusjon og anbefalinger

Det foreligger nå resultater fra flere år med overvåking som tyder på at dagens bruk ikke, eller i svært liten grad medfører påvirkning på avrenningen fra skytefeltet. Det anses derfor ikke å være behov for å fortsette prøvetakingen. Dette kan vurderes løpende ut fra aktivitetsnivå og om det skulle oppstå nye grensedragninger for feltet.

## 8.3 Kråkenesmarka

### 8.3.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkt

Kråkenesmarka skyte- og øvingsfelt ligger i Førde kommune i Sogn og Fjordane, og dekker et areal på ca 1 500 mål.

Berggrunnen består hovedsakelig av diorittisk til granittisk gneis, migmatitt, samt et mindre område med granitt og grandioritt. Skytefeltet er delvis dekket av tynn morene, mens det mot sør er bart fjell stedvis med tynt overdekke.

Feltet består av skytebaner med ulike hold. Her er stort sett bruk gevær (7,62 mm), samt 12,7 mm skarp- og 21 mm øvingsammunisjon. Det er ikke bygd opp fangvoller eller baner, da mål har vært satt for de ulike øvelsene. Det er stort sett skutt mot fjell på avstander ca 200 meter eller mer. Banene ble tatt i bruk av forsvaret på slutten av 1970-tallet, og som nå har forsvaret rett til å bruke banen i inntil 50 øvingsdøgn pr. år.

Det har vært liten aktivitet de seinere år og hovedårsaken til undersøkelsene nå er at det har vært aktuelt å oppgradere banen. Etter 2-års kontroll som ble utført i 2007, vil det likevel bli innført begrensning på bruk. Banen ble brukt under landskytterstevnet i 2008 og det ble da brukt blyammunisjon. Stevnet ble arrangert av det frivillige skyttervesen og heretter vil det bli liten eller ingen aktivitet, slik det nå ser ut.

Det ble gjennomført to prøverunder i juni og september både i 2007 og 2008 av Trygve Drange MO Bergen.

**Tabell 61** Oversikt over prøvepunkter, Kråkenesmarka Førde

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt	Kommentarer
1	Stor bekk	Nedstrøms alle "baner"		-	Midt i feltet
2 Ref	Liten bekk	Nederst i aktiv del av felt, fanger opp det meste av tidligere aktiviteter		-	Referansepunkt
3	Liten elv	Like ved hovedveg, fanger opp all aktivitet		-	Grense av felt

\* Punkter som er med i beregningen av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift

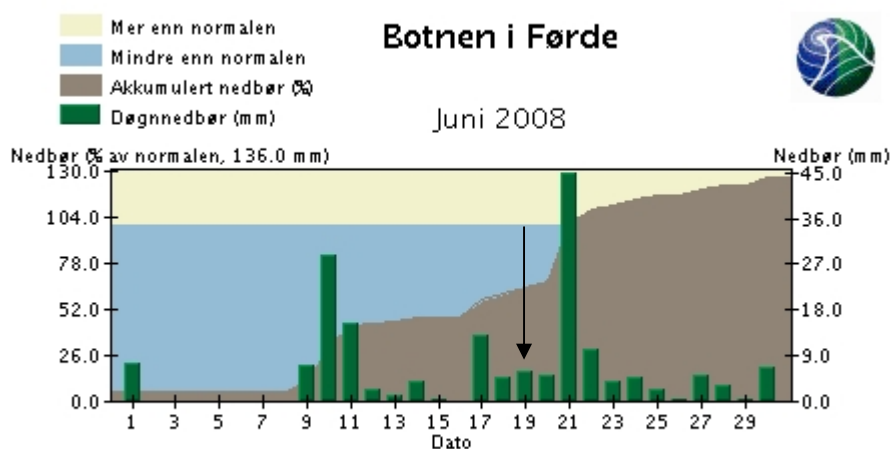
### 8.3.2 Nedbør og vanntransport

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 62. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

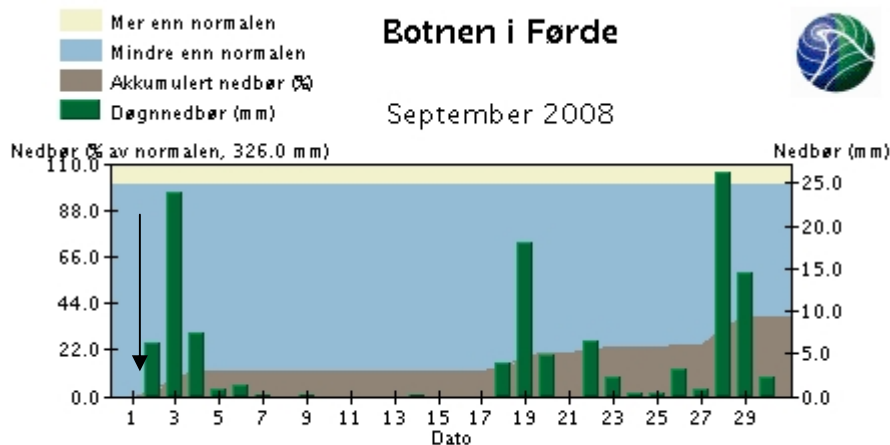
**Tabell 62** Beregnet normalavrenning for Kråkenesmarka

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1	1,71	102,75	175,34
2 Ref	0,28	100,75	28,56
3	3,03	98,04	296,86

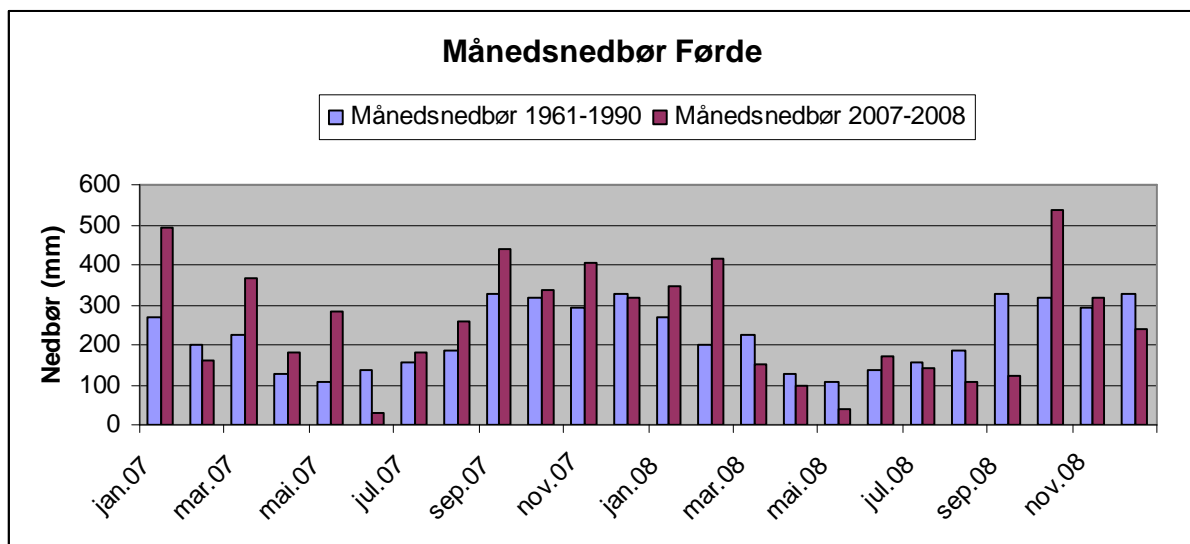
Figurene 46 og 47 viser nedbørsdata fra prøverundene i år, samt historiske nedbørsdata. De er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no) for nærmeste målestasjon, Botnen i Førde.



**Figur 46** Nedbør for Kråkenesmarka, juni 2008



Figur 47 Nedbør for Kråkenesmarka, juni 2008



Figur 48 Nedbørsdata for Førde, månedsverdier 2007 – 2008 og månedsnormaler (1961 – 1990).

I juni 2008 var forholdene noe preget av snøsmelting, men ellers var det tørt og avrenningen var lav eller normal. I september hadde det vært litt nedbør i perioden før prøvetakingen, men det var likevel tørt slik at vannføringen var normal til lav.

Tabell 63 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007-2008 Kråkenesmarka

Punkt	Vannføring			
	Juni -07	September -07	Juni -08	September -08
1	Middels	Lav	Lav	Middels
2 Ref	Middels	Lav	Middels	Middels
3	Middels	Lav/normal	Middels	Middels/Høy

### 8.3.3 Analyseresultater

Det er generelt påvist lave konsentrasjoner, tilsvarende tilstandsklasse I – II (meget god – god) av metaller i vassdragene ved Kråkenesmarka. I 2008 er det funnet noe høyere verdier av bly og kobber ved punkt 1, men konsentrasjonene er fremdeles innefor tilstandsklasse II.

Det er hovedsakelig påvist meget god til god vannkvalitet mht pH (6,0 – 6,63), tilsvarende tilstandsklasse I – II. I september -07 ble det ved punkt 1 dog sett pH-verdi på 5,8, tilsvarende dårlig vannkvalitet.

Ved punktene 1 og 2 er det hovedsakelig påvist meget god til god vannkvalitet mht TOC (1,5 – 3,4 mg/l), tilsvarende tilstandsklasse I – II. Det er dog påvist en konsentrasjon av TOC på 7 mg/l ved punkt 1 i september -07. For punkt 3 ligger konsentrasjonen hovedsakelig på 4 – 5,1 mg/l, tilsvarende tilstandsklasse III, mindre god, men det er også påvist en konsentrasjon på 1,6 mg/l (juli -07) tilsvarende tilstandsklasse I.

Det ble ikke påvist konsentrasjoner som overskrider LBRL.

### 8.3.4 Forurensningssituasjonen

Konsentrasjonene av metaller i vassdragene ved Kråkesmarka er som tidligere lave og overskrider ikke tilstandsklasse II, god tilstand.

Verdiene av TOC har vært moderate, og verdiene av jern har vært lave eller moderate.

Landskytterstevnet ble arrangert på denne banen fra 25. juli 2008. At det ble påvist noe høyere konsentrasjoner av bly i juni (tilstandsklasse II), kan muligens skyldes at arbeider med banen har hatt en påvirkning.

Utlekkingsberegninger for Kråkesmarka er vist i Tabell 64. Den viser at utslippene er små, selv om mengden bly er nesten like stor som kobber.

**Tabell 64** Årlig utlekking fra Kråkesmarka

Punkt	Utlekking, [kg/år]			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
3	2,60	5,55	6,58	61,04
2 Ref	0,24	0,19	0,38	1,89

Tabell 65 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i det prøvepunktet som representerer utlekking fra feltet. For alle verdier svarer dette til tilstandsklasse I (meget lav effekt).

**Tabell 65** Resultater for metaller fra Kråkesmarka ved Førde, 2007-2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		3		
Parameter	Enhet	01.06.07	19.06.08	01.09.08
Bly, Pb	µg/l	<0,5	0,62	<0,6
Kobber, Cu	µg/l	<1	0,71	<1
Sink	µg/l	<5	8,5	9,8

### 8.3.5 Konklusjoner og anbefalinger

Forurensningstilstanden i alle prøvepunktene fra Kråkesmarka er generelt meget god. Det er ikke påvist konsentrasjoner av metaller som overskrider tilstandsklasse II.

Det er likevel behov for å fortsette overvåkingen i minst ett år, for å følge utviklingen etter landsskytterstevnet, ettersom det er registret en viss økning i forurensningskonsentrasjonene siste år. Om verdiene fort stabiliserer seg og det ikke vil bli økt aktivitet i feltet, vil trolig overvåkingen kunne avsluttes.

## 8.4 Korsnes fort

### 8.4.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkt

Korsnes fort er et skyte- og øvingsfelt som ligger i Fana bydel i Bergen.

Berggrunnen består av granitt og granodioritt, og ligger i dagen eller er dekket av et tynt lag løsmasser.

Feltet ble etablert ca 1940 og har hatt én 100 og én 200 meter geværskytebane, samt en pistolbane og en 25 -110 meter feltbane. Det har også vært en håndgranatbane her. Feltbanen og pistolbanen ble nedlagt 1993/4, mens 100 meterbanen ble nedlagt i 1990., Håndgranatbanen ble nedlagt i 1993. Her er det etablert en grusflate som også er tilvokst.

På feltbanen har det vært brukt skarp M72, og på håndgranatbanen har også skarpe granater vært brukt.

Det er fortsatt jevn aktivitet på 200 meterbanen, som brukes til øvelser.

Tabell 66 Aktiviteter på Korsnes fort

Baner	Våpen	Start	Kommentarer	Status
Bane 1	Gevær 100 meter, 7,62 skarp	Ca 1940	Målområde i myr	Nedlagt 1990
Bane 2	Gevær 200 meter, 7,62 skarp	Ca 1940	Avrenning til bekk	Åpen bane
Bane 3	Feltbane, 25-110 meter	Ca 1950	Feltmål i myr	Stengt 1993
Bane 4a	Pistolbane, 9 mm skarpt	Ca 1940	Målområde i myr	Stengt 1994
Bane 5	Håndgranatbane, skarp og øving	Ca 1950	Tilvokst flate med grus	Stengt 1993

Feltet ble prøvetatt for screening i juli 2007 og juni og september 2008 av MO Bergen. I juli deltok også Sweco.

Punktene 1 og 2 ligger i to forskjellige vassdrag lengst vest i feltet, i et område preget av myravrenning. Her er det nokså hurtig avrenning i små bekker (regnværsbekker).

Punkt 1 fanger opp avrenning fra en feltbane (gevær og pistol) som er i bruk. Punkt 2 skal fange opp avrenning fra en eksisterende geværbane og kan muligens være noe påvirket av nedlagt 100 meter geværbane og 50 meter kortholdsbane. Avstanden mellom prøvepunkt og standplass er ca 200 meter, og området dreneres via en bekk som gir relativt rask avrenning. Totalt er det ca 400 meter fra baner til sjø. I området nær prøvepunktene 1 og 2 har det også muligens foregått øvelser hvor skyting har forekommet mer spredt.

Punkt 3 ligger ca 600 meter øst for punkt 2 og fanger opp avrenning fra nedlagt håndgranatbane og sprengningsfelt, samt aktive gevær- og pistolbaner. Avstanden fra banene til bekk er ca 3-400 m. Avrenningen er noe mer utjevnet og eventuell partikulær forurensning vil bli noe mer sedimentert i bekken sammenlignet med punktene 1 og 2.

Punktene 3 og 4 ligger i innløp til vann som dels har mer preg av myr under tørre perioder. Utløpet av disse myrene/tjernene ligger 150 – 200 meter fra sjø. Punkt 4 er et referansepunkt og skal ikke være påvirket av militære aktiviteter.

Det er sjelden snø i området, da feltet ligger ut mot kysten.

**Tabell 67** Oversikt over prøvepunkter, Korsnes fort

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk	Pistol og geværbaner		-	Nedlagte og aktive
2	Liten bekk	Gevær- og kortholdsbane		-	Aktiv
3	Liten bekk	Pistol- og geværbane, håndgranatbane og sprengningsfelt		-	Aktiv gevær- og pistolbane
4 Ref	Liten bekk	Referansepunkt		-	

\* Punkter som er med i beregningen av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift

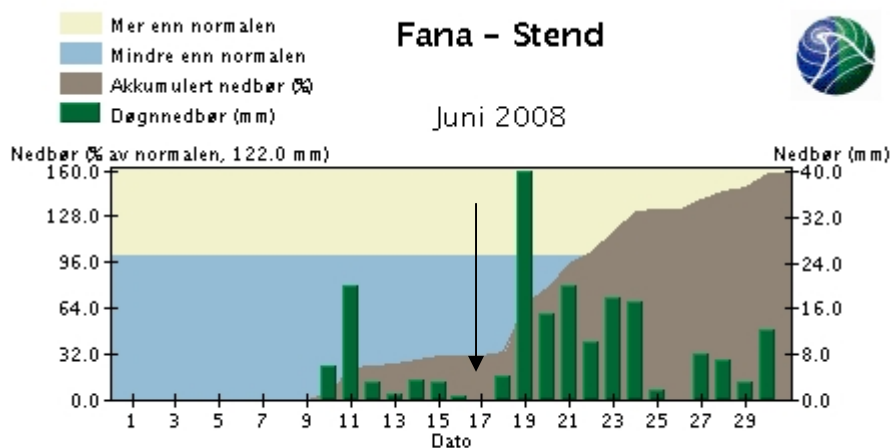
### 8.4.2 Nedbør og vanntransport

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av 17. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

**Tabell 68** Beregnet normalavrenning for Korsnes fort

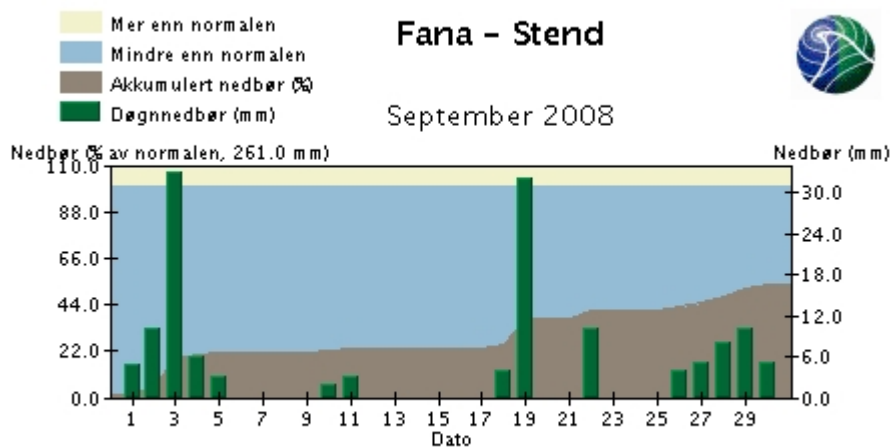
Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1	0,32	61,32	19,47
2	0,10	60,07	5,78
3	0,08	58,25	4,70
4 Ref	0,06	57,24	3,40

Figurene 49 - 51 viser nedbørsdata fra prøverundene i år, samt historiske nedbørsdata. De er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no) for nærmeste målestasjon, Fana - Stend.

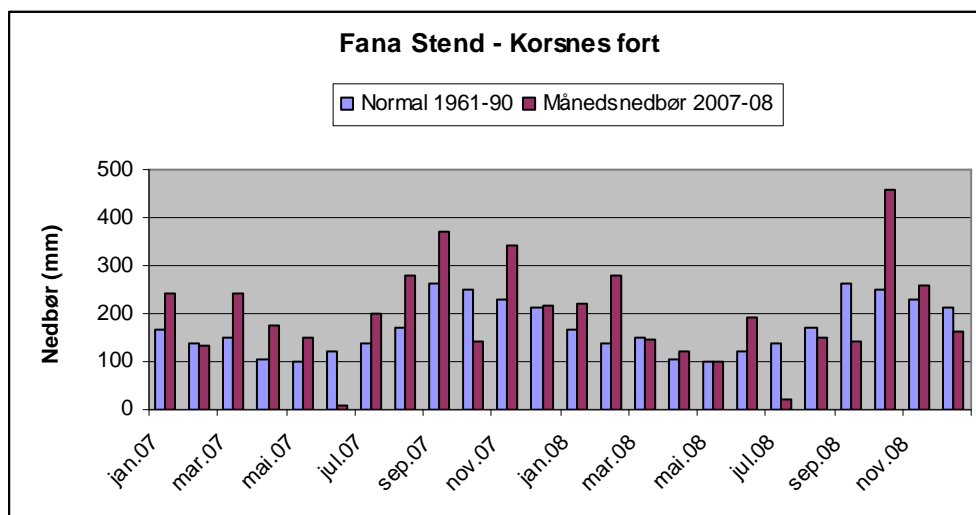


**Figur 49** Nedbør i juni 2007 for Stend, nærmest stasjon til Korsnes fort





Figur 50 Nedbør i juni og juli 2007 for Stend, nærmest stasjon til Korsnes fort



Figur 51 Nedbørsdata for Fana, Bergen, månedsverdier 2007 – 2008 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Det var lett nedbør og liten/normal vannføring i bekkene under prøvetakingen i juni, mens det var lav vannføring i september, da det hadde vært tørt noen dager i forveien og under prøvetakingen. Det vil si at det var normal vannføring i bekkene hvor prøvepunktene 1 og 2 er, mens det var nokså lav vannføring i punktene 3 og 4, da vannføringen her er mer utjevnet fordi nedbør dels er fanget opp av vegetasjonen.

Tabell 69 Estimert vannføring Korsnes fort, 2007-2008

Punkt	Vannføring		
	Juni -07	Juni -08	September -08
1	Middels	Normal	Lav
2	Middels	Normal	Lav
3	Middels/Høy	Normal/lav	Lav
4 Ref	Middels/Høy	Normal/lav	Lav

### 8.4.3 Analyseresultater

I prøvepunkt 2 er det funnet konsentrasjoner av bly og kobber i tilstandsklasse IV og V og sink i tilstandsklasse II og III, men også punktene 1 og 3 har høye konsentrasjoner av bly og kobber i tilstandsklasse III - V, selv om de er lavere enn for punkt 2. Også referansepunktet har de fleste konsentrasjoner av bly og kobber i tilstandsklasse III - IV.



Spesielt punktene 2 og 4, og dels 1, er preget av myravrenning med høye verdier av jern og aluminium. Det siste er naturlig, da myrområder også drenerer til bekken.

Det er hovedsakelig påvist meget god til god vannkvalitet mht pH (6,1 – 6,9), tilsvarende tilstandsklasse I – II. I juli -07 ble det ved punkt 1 og 2 dog sett pH-verdi på hhv. 5,6 og 5,9 – tilsvarende dårlig vannkvalitet.

Vannkvaliteten mht TOC (5,8 – 11 mg/l) tilsvarer tilstandsklasse III – IV, mindre god – dårlig. De høyeste konsentrasjonene er påvist ved punkt 2 (11 – 15 mg/l). Likeledes er det generelt påvist høye konsentrasjoner av jern tilsvarende tilstandsklasse IV – V (dårlig – meget dårlig vannkvalitet). Det er sett noe lavere konsentrasjoner for punktene 2 og 4 ref ved prøvetakingen i juni -08. Det er videre sett til dels høye konsentrasjoner av aluminium.

Det er ikke påvist hvitt fosfor. Det ble ikke påvist konsentrasjoner av labilt Al som overskrider LBRL.

#### 8.4.4 Forurensningssituasjonen

Det kan se ut som tidligere aktiviteter i området fremdeles kan påvirke vannkvaliteten. Høye konsentrasjoner av bly og kobber i referansepunktet tyder imidlertid på at deler av metallene kan ha en naturlig opprinnelse. Det er spesielt høye forurensningskonsentrasjoner i punkt 2.

For andre metaller er konsentrasjonene lave, stort sett tilstandsklasse I eller lavere enn deteksjonsgrensene. Det er noen få unntak fra dette når det gjelder nikkel, men her følger også referansepunktet samme mønster.

Bekkene i punkt 1 og 2 går direkte til sjø, selv om avstanden er så lang at en viss sedimentering vil kunne skje. Bekken hvor punkt 3 er, ender i myr som trolig vil fange opp mye av forurensingene og dels fortynde avrenningen, som etter myr vil renne dels diffust til sjø.

Utlekkingsberegninger for Korsnes fort er vist i Tabell 70. Den viser at utslippene er moderate. Dette til tross for at konsentrasjonene er nokså høye, spesielt for punkt 2.

**Tabell 70** Årlig utlekking fra Korsnes fort

	Antimon	Utlekking, [kg/år]		
		Bly	Kobber	Sink
1	0,25	1,60	1,92	3,46
2	0,10	2,76	3,92	5,31
3	0,03	0,54	0,45	2,50
Sum	0,38	4,90	6,29	11,27
4 Ref		0,24	0,28	1,42

Tabell 71 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i det prøvepunktet som representerer utlekking fra feltet vurdert opp mot biologiske effekter. For sink er de fleste verdier i klasse I, meget lav effekt, mens de fleste andre verdier ligger i tilstandsklasse II – lav effekt. Tabellen viser imidlertid klare unntak for prøvene tatt i begynnelsen av juni for punkt 2 og for september for punkt 2 og 3, hvor bly og kobber er i tilstandsklasse III og IV.

**Tabell 71** Resultater for metaller, Korsnes fort, 2007-2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Parameter	Enhet	1			2		
		04.06.07	26.06.08	17.09.08	04.06.07	26.06.08	17.09.08
Bly Pb	µg/l	2,1	3,8	1,8	8,7	3,8	32,8
Kobber Cu	µg/l	3,2	3,1	3,1	22	11	31
Sink Zn	µg/l	<3	7,1	7,2	23	15	48

Parameter	Enhet	3		
		04.06.07	26.06.08	17.09.08
Bly Pb	µg/l	1,7	1,0	8,2
Kobber Cu	µg/l	4	1,4	3,7
Sink Zn	µg/l	19	11	19

### 8.4.5 Konklusjoner og anbefalinger

For bekken hvor prøvepunkt 2 er børt tiltak vurderes. Man kan f.eks. i større grad fange opp og holder tilbake avrenning fra feltene som drenerer til bekken.

Konsentrasjonen i punktene 1 og 3 avviker ikke vesentlig fra referanseprøven, og sammenlignet med den er det ikke sikkert grunnlag for å si prøver fra disse punkt representerer forurensning fra aktivitetene i feltet.

Siden forurensningskonsentrasjonene er høye, er det naturlig å fortsette overvåkingen for å se om det er avtagende trend framover.

## 8.5 Skjellanger fort

### 8.5.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkt

Skjellanger fort ligger i Meland kommune, og dekker et areal på ca 1 000 daa. Feltet har hatt en 300 meters skytebane for gevær og M 72, og en kortholdsbane siden tidlig på 1950-tallet. I sjøen like ved kortholdsbanen er det også en standplass for sjøfelt. Det er ingen aktivitet for tiden, banene ble stengt i 2006 og det er ikke aktuelt å åpne igjen. Det har vært jevn aktivitet over mange år, slik at det likevel er av interesse å undersøke eventuell utlekking fra tidligere aktiviteter.

Berggrunnen består hovedsakelig av mangeritt, gabbro og gneis, med innslag av anortositt mot sør. Hovedsakelig er det bart fjell, og i et mindre område finnes hav- og fjordavsetninger, mest silt og leire.

Det ble gjennomført prøverunder i juni 2007, samt juli og oktober i 2008 av MO Bergen. Det var under befaring mye synlige prosjektiler nær vollen bak målområdet på geværbanen.

Det ble tatt prøver fra avrenning fra en nedlagt 300-meterbane for gevær. Det ble skutt fra standplass mot en kulefangervoll. Det ligger en myr mellom standplass og voll, og avrenning skjer via myr tilbake mot standplass og forbi denne til en bekk som kommer fra myra. Punkt 1 ligger i bekken nedstrøms banen, 5-600 m fra vollen.

Det ble i 2008 håndgravd en liten forsenking/grop som skulle fange opp litt sigevann like ved kulefangervollen hvor det sjelden er vannføring. Gropen ble kalt punkt 2, men det er vurdert at denne prøven ikke er relevant mht avrenning av metaller fra feltet og er derfor ikke tatt med i denne rapporten.

Punkt 3 ligger like ved sjøen nedenfor en tidligere kortholdsbane (50 meter), og avrenning skjer via en liten regnbekk til sjø. Det er kun vannføring i bekken når det regner.

Det ble under befaringene anbefalt av en representant for MO Bergen å følge opp et punkt som ikke er relatert til skytebanene, men til et gammelt deponi som ble kort inspisert (punkt 4). Det ble opplyst at deponiet stammer fra 1945 og ble avsluttet på 1980-tallet. Det så ut til å være mest skrot igjen og det meste som kan ha vært av oljer og lignende er trolig rent av eller omsatt naturlig. Punkt 4 er ikke relatert til aktivitetene ved skytefeltet og er derfor ikke tatt med i denne rapporten.

**Tabell 72** Oversikt over prøvepunkter, Skjellanger fort, Meland kommune

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk nedstrøms myr	Voll 300 meterbane, renner mot myr		-	
3	Liten bekk	Ved kortholdsbane		-	Regnbekk

\* Punkter som er med i beregningen av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift.

### 8.5.2 Nedbør og vanntransport

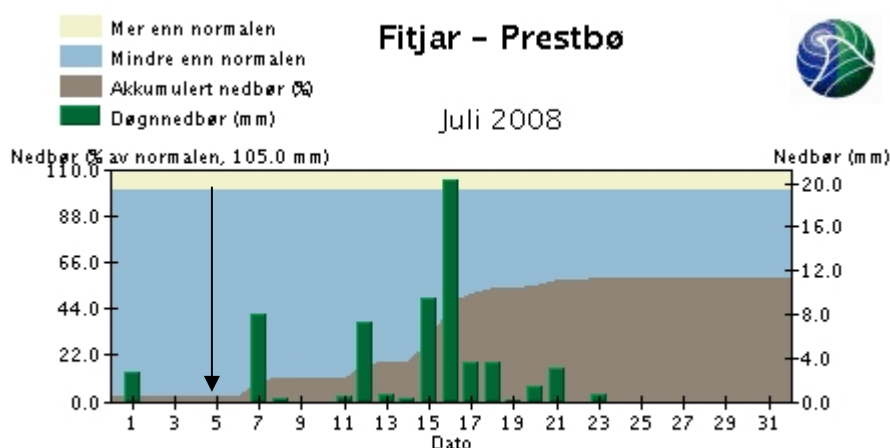
Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 73. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50. Det er sjelden snø i området.

**Tabell 73** Beregnet normalavrenning for Skjellanger Fort

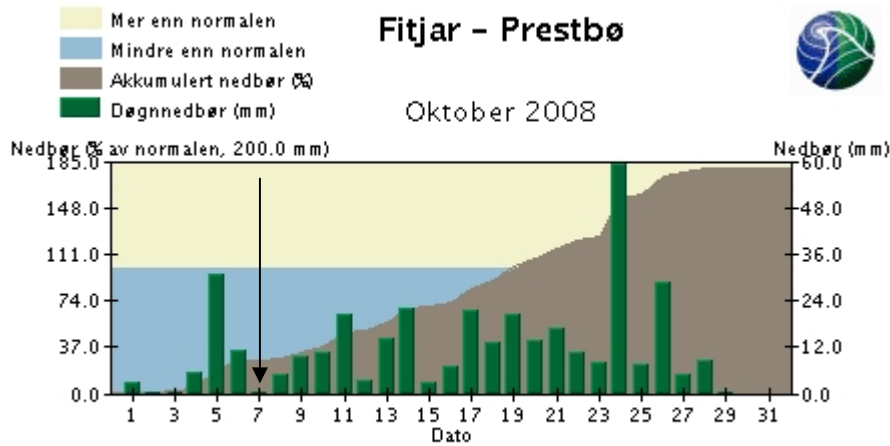
Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1	0,01	42,98	0,59
3	0,01	42,98	0,57

Figurene 52 - 54 viser nedbørsdata fra prøverundene i år, samt historiske nedbørsdata. De er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no) for nærmeste målestasjon, Fitjar -Prestbø.

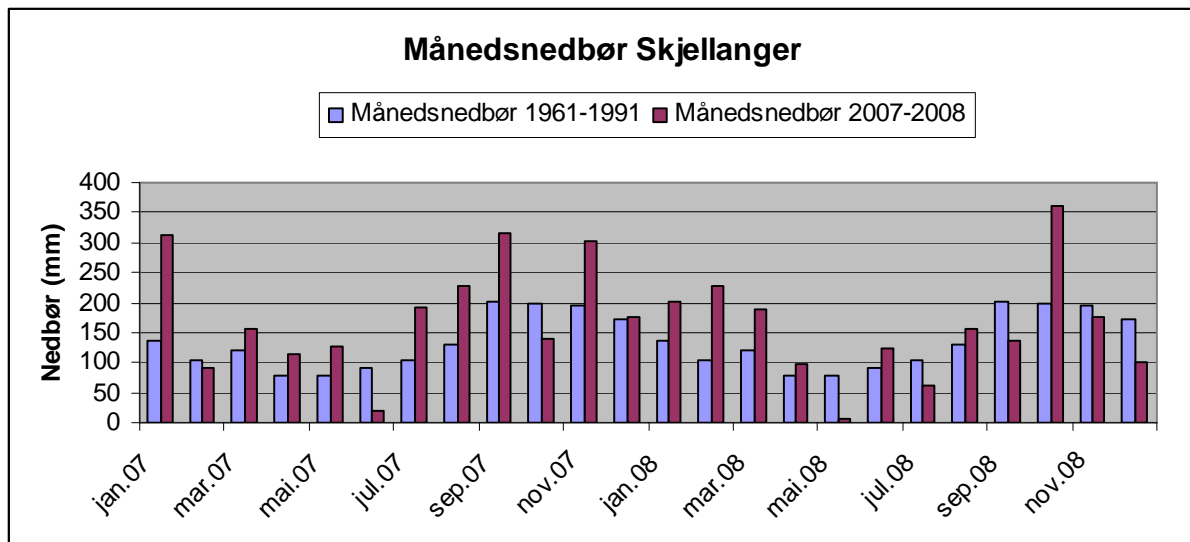
I juli var det oppholdsvær under prøvetakingen og liten vannføring i bekkene, mens det var noe større vannføring i oktober. I 2008 var det i motsetning til i 2007 mulig å ta prøve ved kortholdsbanen.



**Figur 52** Nedbør juli 2008 for Fitjar, nærmeste stasjon til Meland



Figur 53 Nedbør oktober 2008 for Fitjar, nærmeste stasjon til Meland



Figur 54 Nedbørsdata for Meland, månedsverdier 2006 – 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Tabell 74 viser registrert vannføring ved prøvetakingen i i juni 2007 og i juli og oktober 2008.

Tabell 74 Estimert vannføring Skjellanger fort 2007-2008

Punkt	Vannføring		
	Juni -07	Juli -08	Oktober -08
1	Middels	-	-
2	Middels	Lite	Middels
3	Middels/Høy	Lite	Middels

### 8.5.3 Analyseresultater

Det er påvist konsentrasjoner av bly tilsvarende tilstandsklasse II – IV (moderat – sterkt forurenset) og av kobber tilstandsklasse IV – V (sterkt – meget sterkt forurenset) ved Skjellanger fort. I tillegg ble det ved prøvetakingen i juni -07 påvist nikkel og sink, tilsvarende hhv. tilstandsklasse IV og III, i bekken som leder bort fra 300-metersbanen (punkt 1).

Det er påvist er dårlig – meget dårlig vannkvaliteten mht jern og TOC tilsvarende tilstandsklasse IV – V (hhv. 0,36 – 2,3 og 6,2 – 32 mg/l), hvor de høyeste konsentrasjonene er påvist ved prøvetakingen i juni -07. Det er påvist meget god – god vannkvalitet, tilsvarende tilstandsklasse I – II, mht pH (6,2 – 7,4).

Det ble analyser mht hvitt fosfor i 2007, men ikke påvist konsentrasjoner over gjeldende deteksjonsgrense. Det er ikke gjennomført sprenstoffanalyser da det kun har vært en skytebane her.

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av labilt aluminium som overskrider LBRL.

#### 8.5.4 Forurensningssituasjonen

Det kan se ut som tidligere aktiviteter i området fremdeles påvirker vannkvaliteten. Avrenningen fra 300 meterbanens kulefangervoll påvirker bekken som renner ut av feltet. Da det er høye verdier i bekken etter at avrenningen har passert myra, tyder dette på at området nær vollen er betydelig forurenset. Verdiene av TOC, jern og aluminium er høye for den avrenning som skjer via myr, og noe lavere i avrenningen fra kortholdsbanen.

Regnbekken nedstrøms kortholdsbanen har også høye konsentrasjoner av bly og kobber. Utlekkingsberegninger for Skjellanger fort er vist i Tabell 75. Den viser at utslippene er svært små, noe som til dels skyldes at nedbørsfeltene er små.

Tabell 75 Årlig utlekking fra Skjellanger fort

Punkt	Utlekking, [kg/år]			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1	0,01	0,03	0,13	0,22
3	0,01	0,04	0,06	0,24
Sum	0,02	0,07	0,19	0,46

Tabell 76 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i de prøvepunkter som representerer utlekking fra feltet vurdert opp mot biologiske effekter. For sink er alle verdier i tilstandsklasse I, meget lav effekt, mens alle bly- og kobberverdier ligger i tilstandsklasse II - lav effekt.

Tabell 76 Resultater for metaller fra Skjellanger fort 2007-2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon	Parameter	Enhet	1			3		
			04.06.07	04.07.08	07.10.08	04.06.07	04.07.08	07.10.08
	Bly, Pb	µg/l	3,6	1,10	0,95	i.a.	2,39	1,89
	Kobber, Cu	µg/l	12	4,97	3,55	i.a.	3,59	3,38
	Sink	µg/l	21	8,21	6,25	i.a.	16,5	10,8

#### 8.5.5 Konklusjoner og anbefalinger

Det er påvist konsentrasjoner av bly og kobber i tilstandsklasse II - V i bekken ved geværbane og ved kortholdsbanen ved Skjellanger fort. Det er behov for videre overvåking av feltet, spesielt med tanke på at det kun er gjennomført to målinger for kortholdsbanen.

### 8.6 Ulven

#### 8.6.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkt

Ulven skyte- og øvingsfelt i Os kommune i Hordaland er ett område på ca 2 km<sup>2</sup> hvor det har foregått, og stadig foregår, øvelser med både skytevåpen og tyngre skyts over et stort område. En skissemessig oversikt over aktivitetene er gitt i tabellen nedenfor.

Berggrunnen i området er sterkt foldet med foldeakse i retning NØ-SV. Bergartssammensetningen er variert med metabasalt, diorittisk til granittisk gneis, migmatitt, gabbro, amfibolitt og kvartsitt. Størstedelen av skytefeltet har ikke, eller har kun ettynt overdekke, mens det i mindre deler av området finnes breelvavsetninger og tynt morenedekke.

**Tabell 77** Aktiviteter på Ulven

Baner	Våpen	Start	Kommentarer	Status
Bane 1	Gv / < 7.62	Ca 1970	Skarpskyting	Stengt fra 2007
Bane 2	Spreng.felt	1970	Ladning opptil 0,5kg	Åpen
Bane 3	M72, 40mm, 84mmRFK øving, 12,7Mitr	Ca 1970	Skyting mot blindgjenger felt	Stengt fra 2007
Bane 5	Våpen <9mm	1988	Skarpskyting	Stengt fra 2007
Bane 6	Våpen <11,25mm	1992	Skarpskyting	Åpen
Bane 7	Våpen <11,25mm	Ca1950	Skarpskyting	Åpen
Bane 8	Pistol/revolver <11,25mm	ca 1950	Skarpskyting	Åpen
Bane 9	Gv bane < 9mm	1950	Skarpskyting	Åpen
Bane 10	12,7mm, 40mm granat, 21mm, M72, 63mm		Skarpskyting <7,62, øving for øvrige, blåplast	Stengt fra 2007. ombygges i 2008.
Bane 11	MG bane <7,62	1875	Skarpskyting	Stengt fra 2007. ombygges 2008
12,13,14,	Gv baner	1950	Os skytterlag	Åpne
Bane 15	Gv bane < 7,62mm	1875	Skarpskyting, militær og sivil	Åpen
Bane 16	Gv bane <7,62mm	1900	Skarpskyting, endret standplass flere ganger, samme målområde	Stengt fra 2007. åpning vurderes, da med redusert bruk
Bane 17	12,7mm, PV våpen	Ca 1980	12,7 blåplast, PV øving	Stengt fra 2007
Bane 18	Alle våpen < 11,25mm	Ca 1970	Kun blåplast	Stengt fra 2007
Bane 19	Luftmålbane, nedlagt	1990	Det gamle målområde for bane 19 er ombygd og inngår nå i målområde for bane 20 (utvidet i 1998) Masser er gjenbrukt på stedet.	Bane20
Bane 20	Skarpskyting <9mm	1990	Målområde utvidet og omfatter område fra bane 19	Åpen
Bane 21	Feltbane <9mm	2003	Felt/ Saabmål, inne i leiren	Stengt
Bane 22	12,7mm Mitr all ammo og 84mm RFK-panser, røyk og øvingsgranat	Ca 1970	Målområde er blindgj. felt	Stengt fra 2007
Bane 23	Gevær, MG og Mitr, kaliber <7,62 og 12,7mm skarpskytter	Ca 1970		Stengt fra 2007

**Tabell 78** Oversikt over prøvepunkter, Ulven

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1 Ref	Liten bekk	Utkant av felt			
2	Myr	Landsskytterstevne 1998			Myr med lite vann prøven ble da tatt ca midt mellom voll og standplassen
3	Liten bekk	bane 7-12 og terreng rundt sivil skytebane, bane 12	S		Tvers ovenfor flyplassen,
4	I sjøkanten	Standplass ved skytebane 22			observert noe skrot i området
5	Liten bekk	Bane 16, sivil bane (600m) og 20			
6	Liten bekk	Bane 7-10			Påvirket av drenasjegrøft
7	lite sig i en myr	Sprenggrop bane 2A	S		
8	Myr	Innslag fra bane 22A, i blindgjengerfelt.	S		
9	Liten bekk	Innslag bane 23			Sig, lav vannføring
10	Vannkant av tjern	avrenningen fra et lite område som ligger like foran mål fra bane 17			Kalde M72 er brukt, i tillegg til gevær. Noe skrot ble observert i området
11 ref	Liten bekk	utenfor felt grensen			Søvik, har del av nedslagsfeltet i skytefeltet, men langt fra aktiviteter og skal ikke være påvirket av forsvarets aktiviteter

\* Punkter som er med i beregningen av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift

\*\* S = sprengstoff

Punkt 1 Ref. Punktet ligger like bak et lager (Lidl) og andre lager/industribygg i et område med mindre bekker. Punktet med avrenning fra utkanten av skytefeltet ble på grunnlag av kartstudier plukket ut til å representere ett av to referansepunkt. Dette skal ikke være påvirket av aktiviteter og har sammenlignbare naturlige forhold som denne delen av feltet.

Punkt 3. MO Bergen har i 2008 brukt betydelige ressurser på å legge om overvann i bakkant av kulefangere, slik at dette ledes i rør utenom målområdene for de respektive baner.

Punkt 5. Her er det en liten bekk som renner ut i Ulvenvatnet. Bekken har sitt utspring i terrenget bak og ved siden av målområde for bane 16 og målområde for bane 20. i tillegg er overvann fra området rundt bane 20 ledet ut i sidebekk til hovedbekken. Bekken renner gjennom Ulven leir, hovedsaklig i lukket kanal og rør. Det er i årenes løp skutt store mengder mot bart fjell, noe som vises godt på vegetasjonen i området bak mål for bane 16.

Punkt 6. ligger like på nedsiden av flystripas østre del. Her pågikk det anleggsarbeider under prøvetaking i 2007, i forbindelse med oppgradering av flyplassen og store mengder svart torvjord var fylt ned mot en liten bekk hvor det ble tatt ut en prøve.

### 8.6.2 Nedbør og vanntransport

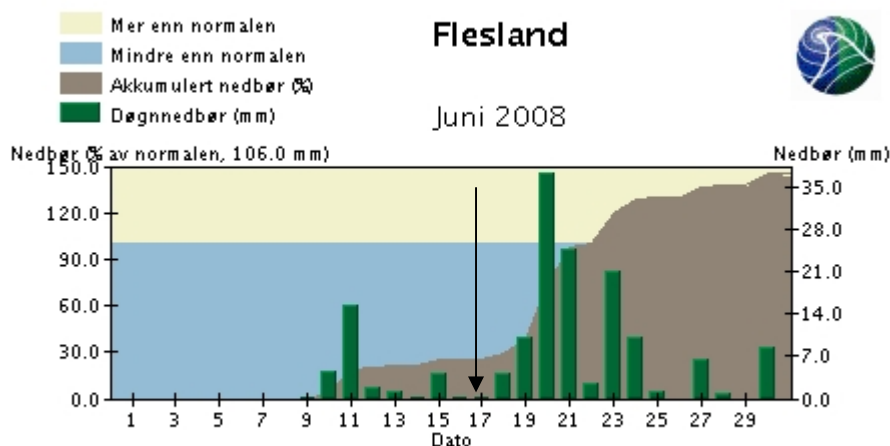
Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 79. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

**Tabell 79** Beregnet normalavrenning for Ulven

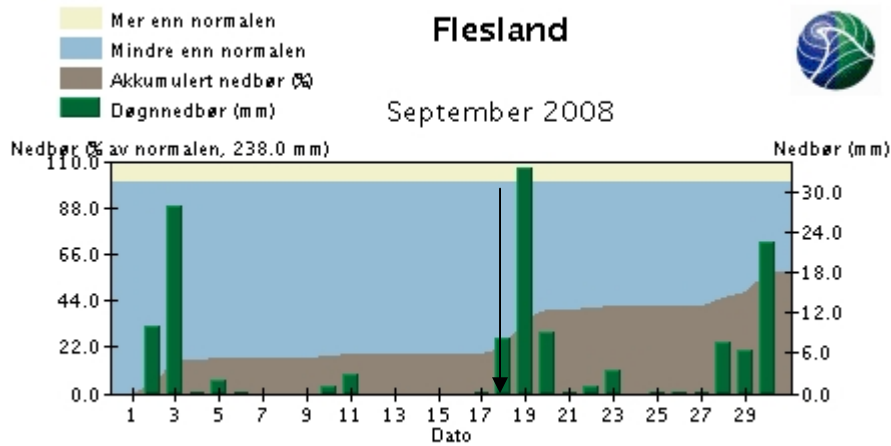
Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1 Ref	0,29	65,96	19,39
2	0,06	60,03	3,61
3	0,36	67,59	24,57
4	1,07	67,29	71,73
5	0,97	67,58	65,40
6	0,88	64,85	56,99
7	0,01	60,03	0,41
8	0,10	60,03	5,86
9	0,002	60,03	0,16
10	0,56	71,12	39,55
11 ref	1,33	67,88	90,31

Figur 55 – 57 viser nedbørsdata fra prøverundene i 2008, samt historiske nedbørsdata. De er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no) for nærmeste målestasjon, Flesland.

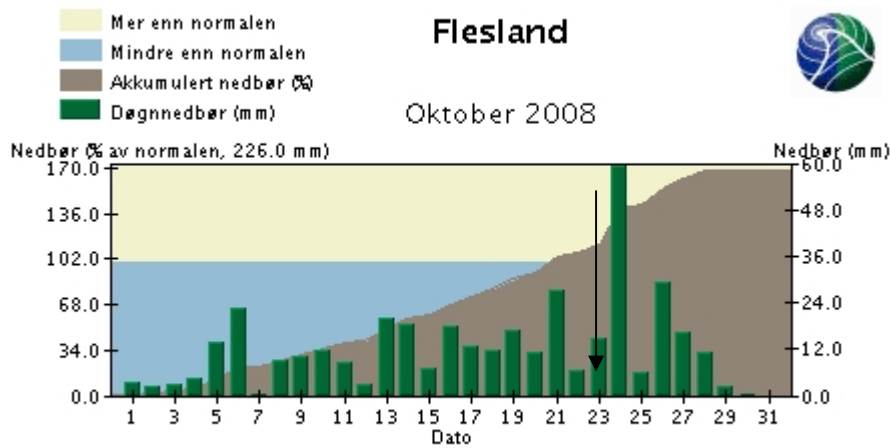
I juni var det lett eller ingen nedbør under prøvetakingen og hadde regnet litt dagene før. Det var normal vannføring i bekkene i området. Situasjonen i september var nokså lik, mens det var litt større avrenning i oktober, da det også hadde regnet i lang tid, selv om nedbørsintensiteten hadde vært moderat.

**Figur 55** Nedbør i juni 2008 Flesland, nærmeste stasjon til Ulven

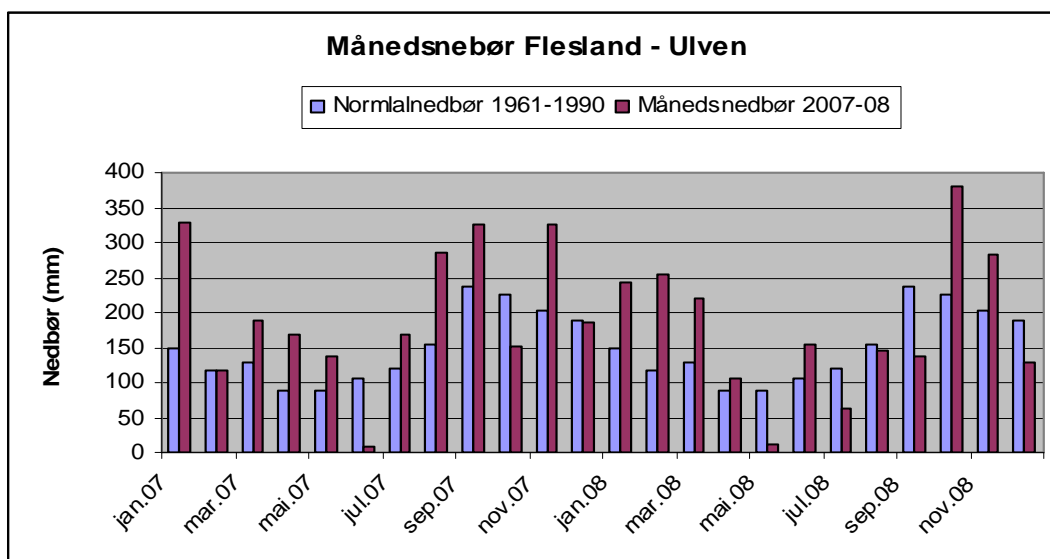




Figur 56 Nedbør i september 2008 Flesland, nærmeste stasjon til Ulven



Figur 57 Nedbør i oktober 2008 Flesland, nærmeste stasjon til Ulven



Figur 58 Nedbørsdata for Flesland, månedsverdier 2007 – 2008 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Tabell 80 viser registrert vannføring ved prøvetakingen i jan 2008.

**Tabell 80** Estimert vannføring, 2007-2008, Ulven

Punkt	Vannføring			
	Juni -07	Juni -08	September -08	Oktober -08
1 Ref	Middels	Middels	Middels	Middels/høy
2	Lav	-	-	-
3	Middels	Lav	Lav	Middels/høy
4	Middels	- (sjøkant)	-	-
5	Middels	Middels	Middels	Middels/høy
6	Middels/lav	Lav	Lav	Middels
7	Lav	Lav	Lav	Middels
8	Lav	Lav	Lav	Middels
9	Lav	Lav - sig	Lav - sig	Middels
10	Lite	Lite sig	Lite sig	Sig - nedbørspåvirket
11	Middels	Middels	Middels	Middels/høy

### 8.6.3 Analyseresultater

De påviste metallkonsentrasjoner i referansepunktene 1 Ref og 11 Ref er i tilstandsklasse I eller II, med unntak av én prøve fra 1 Ref for september 2008 hvor kobber er tilstandsklasse IV. Konsentrasjonene av jern og aluminium er lave, mens konsentrasjonen for aluminium og TOC varierer en del som i de andre prøvepunktene i feltet. pH varierer mellom 5,6 og 7,2.

Punkt 2 ble ikke prøvetatt i 2008. Det ble i 2007 påvist noe kobber nikkell og sink (henholdsvis tilstandsklasse III, II og II) i prøver tatt fra nesten stillestående vann. Denne forurensningen skyldtes andre aktiviteter enn skytefeltet. Innholdet av TOC var noe høyt, 14 mg/l.

Punkt 3 og 6 som er i samme bekk, viste i 2007 betydelig påvirkning av bly og kobber (tilstandsklasse V for begge), samt noe sink (tilstandsklasse II). Konsentrasjonen av TOC er stabilt lav, det samme gjelder for jern og aluminium. Det er analysert for sprengstoffrester uten av dette er påvist. Verdien av jern var høyere i punkt 6, noe som trolig skyldes anleggsarbeider i enden av flystripa. Selv om verdiene i punkt 6 var høye, var de systematisk lavere enn for punkt 3.

For 2008 er konsentrasjonene av bly og kobber dels i tilstandsklasse V. Verdiene av nikkell og sink er som for de øvrige områder, stort sett i tilstandsklasse II, med ett unntak for nikkell i tilstandsklasse III i september.

Punkt 4 inneholder kobber tilsvarende tilstandsklasse III ved alle målinger. For 2008 er det også påvist to høye konsentrasjoner av bly (tilstandsklasse III og V), Konsentrasjonene av nikkell og sink er nokså stabile i tilstandsklasse II for alle målinger. Konsentrasjonene av TOC, jern og aluminium er små til moderate og pH er stabil på litt over 7.

Punkt 5, oppstrøms pkt 4, hadde i 2007 konsentrasjoner for bly tilsvarende tilstandsklasse III og kobber i tilstandsklasse IV. I 2008 har konsentrasjonen variert, men er i de siste prøver økt med både bly og kobber i tilstandsklasse V. Nikkell og sink er for det meste i tilstandsklasse II, som synes å være en generell trend for området.

Punkt 7 har gjennomgående lave konsentrasjonene av bly (tilstandsklasse I eller II), men det er påvist kobber i tilstandsklasse IV ved to av tre målinger i 2008 og nikkell i tilstandsklasse IV og V. Sink er påvist i tilstandsklasse II og III og krom er i tilstandsklasse II.

Punktene 8 og 9 representerer mindre sig av vann (svært små bekker) hvor påvirkning fra innslag fra skyting tvers over vannet dokumenteres. Her ble det i 2007 funnet konsentrasjoner av bly og kobber tilsvarende tilstandsklasse V. Disse resultatene er også gjentatt i 2008, samt at det også er påvist kadmium i tilstandsklasse III og V og sink i tilstandsklasse III og V i punkt 8. Det ble påvist sprengstoffrester i 2007 (17 µg/l med 4-Nitrotoluen). Det er derfor tatt ytterligere 3 prøver som ble analysert for sprengstoffrester, uten at dette ble påvist i 2008.

I punkt 10 ble det i 2007 funnet forurensningskonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse V for bly og IV for kobber. Dette kan skyldes geværskyting, men også skrot i området kan være en kilde her. De samme nivåene for bly ble funnet i 2008, men nå var også to av tre kobberkonsentrasjoner i tilstandsklasse V. Øvrige metaller er i tilstandsklasse I eller II.

Punkt 12 ble etablert for 2008 like ved enden av flystripa. Dette ble gjort for å fange opp eventuell påvirkning fra anleggsarbeider som pågår der og fra masser som er deponert i området. Den ene analysen som ble tatt i oktober viser verdier i tilstandsklasse I eller ikke detektert for alle parametere bortsett fra nikkel som er i tilstandsklasse IV.

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av labilt Al som overskrider LBRL.

#### **8.6.4 Forurensningssituasjonen**

Punktene 1 og 11 er referansepunkter, og med unntak av én måling i september 2008 er alle målte konsentrasjoner i tilstandsklasse I eller II. Punktene er ikke påvirket av skytefeltaktiviteter og gir et bilde på normal situasjon.

Punkt 2 er bare prøvetatt i 2007. Eventuell påvirkning fra feltet er svært liten og det er besluttet ikke å ta flere prøver fra dette området, da eventuell påvirkning kommer fra andre aktiviteter, som byggeaktiviteter.

Selv om det var liten/normal vannføring i bekken i 2008 tyder målingene fra punkt 3 på en markert avrenning fra geværskyttebanene 7-10. Tilsvarende konsentrasjoner, i tillegg til noe forurensning av sink og nikkel, ble påvist ved prøvetakingene i 2007. Punkt 6 viste i 2007 lavere konsentrasjoner av tungmetaller enn punkt 3, noe som kan tyde på at det skjer en viss sedimentering i bekken.

Det er noe skrot som ligger henslengt og som kan til en viss grad påvirke konsentrasjonene i punkt 4, som har høyt innhold av bly og kobber.

Punkt 5 er i en bekk som leder vann som kan være påvirket fra geværskyttebanene 16 og 20. Spesielt verdiene for høsten 2008 tyder på stor avrenning til Ulvenvatnet.

Punktene 7, 8 og 9 representerer små felt, slik at selv om det er funnet dels høye konsentrasjoner av metaller i disse punktene, representerer de små eller moderate tilførsler. De har avrenning til Ulvenvatnet, men avrenningen vil ha en stor grad av fortykning fram til skytefeltgrensa.

I en prøve fra punkt 8, nær et avstengt blindgjengerfelt, ble det i 2007 påvist sprengstoffrester (17 µg/l med 4-nitrotoluen), uten at dette er gjenfunnet i 2008. For akvatiske organismer er ikke 4-nitrotoluen spesielt giftig, med en NOEC for Daphnia på 630 µg/l. Med en fortykningsfaktor på 10 får man en NOEC på 63 µg/l i resipienten. Det er ikke gitt grenseverdier for 4-nitrotoluene i vann, men grenseverdier gitt for jord er i størrelsesorden 700 – 900 mg/kg. Dette indikerer at grenseverdier i vann ikke er lavere enn grenseverdier for akvatiske organismer (FFI 2005). Det er også angitt i datablad for sprengstoffet at det er reaktivt og knyttet til partikler, noe som tilsier at det vil være en moderat eller liten transport av dette i vann.

I punkt 10 ble det i 2007 og 2008 funnet forurensningskonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse V for bly og IV for kobber. Dette kan skyldes geværskyting, men også skrot i området kan være en kilde her.

I punkt 12 er det tatt en prøve i 2008 for å fange opp aktiviteter ved flyplassen. Prøven tyder på at denne aktiviteten i liten grad påvirker bekken nedstrøms.

Oppsummering: Det er dels høye konsentrasjoner av bly og kobber inne i feltet, men det er en klar trend til at disse reduseres ut mot feltgrenser eller Ulvenvatnet. De høyeste verdiene nær vannkanten til Ulvenvatnet er knyttet til små sig og er dessuten langt fra feltgrensen (selv om utslipp til vatnet uansett ikke er ønskelig). Prøvepunkt 10 ser ut til å representere en betydelig blykilde, spesielt siden prøven er tatt i vannkanten.

Avrenning av sprengstoff ser ikke ut til å representere noe problem, og det er ikke påvist hvitt fosfor.

Utlekkingsberegninger for Ulven er vist i Tabell 81. Den viser at mengder forurensning som transporteres ut av feltet stort er små i punktene 7 og 9, mens bekkene ved prøvepunkt 4, 6 og 10 gir et større bidrag. For punktene 7 og 9 er det påvist til dels høye konsentrasjoner, men disse er knyttet til liten eller svært liten vannføring.

Utlekkingen fra punkt 4 skyldes jevnt høye konsentrasjoner i av kobber og enkelte høye konsentrasjoner av bly. For punkt 6 er utlekkingen relativt stor, noe som stemmer godt med at det er og har vært stor aktivitet på banene 7-10, samt at det der skytes direkte på fjell. Prosjektiler fanges dermed ikke opp i sand eller jord, men blir direkte eksponert for utvasking.

Middelavrenningen i punkt 10 kan være noe for høyt beregnet, fordi deler av avrenningen som er beregnet for punktets nedbørsfelt, kan ledes bort fra prøvepunktet langs en vei ovenfor punktet. Dette vil i så fall føre til uforholdsmessig høye utlekkingsmengder for dette punktet.

Punkt 11 er et referansepunkt som tilsynelatende har betydelig avrenning av sink. Dette skyldes i all hovedsak at nedslagsfeltet er nokså stort, samt at det er registrert én sinkkonsentrasjon på 10,5 µg/l.

**Tabell 81** Beregnet årlig utlekking fra Ulven

Punkt	Utlekking, [kg/år]			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1 Ref	0,22	0,32	0,80	4,76
4	3,05	5,10	9,18	6,02
6	8,38	19,87	13,10	18,07
7	0,01	0,01	0,04	0,01
9	0,08	0,27	0,07	0,06
10	7,26	26,41	8,52	8,05
Sum	19,00	51,98	31,71	36,97
11 Ref	0,46	0,94	1,82	13,71

Tabell 82 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i de prøvepunkter som representerer utlekkning fra feltet vurdert opp mot biologiske effekter. For sink er alle verdier i tilstandsklasse I, meget lav effekt, mens nesten alle kobberverdier ligger i tilstandsklasse II - lav effekt. Når det gjelder bly, er det fra punktene 6,9 og 10 registrert avrenning i

tilstandsklasse V. Prøvene er tatt i små sig/bekker ut mot vann eller i vannkanter. I vannmassene ved de aktuelle feltgrensene vil konsentrasjonene være betydelig lavere.

**Tabell 82** Resultater for metaller fra Ulven, juni 2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		4				6			
Parameter	Enhet	04.06.07	16.06.08	18.09.08	23.10.08	04.06.07	16.06.08	18.09.08	23.10.08
Bly Pb	µg/l	0,87	1,4	0,9	5,7	12	4,6	7,4	20,1
Kobber Cu	µg/l	3,5	3,5	4,6	4,5	11	4,8	6	7,2
Sink Zn	µg/l	<5	5,8	8,2	7,8	8	5,2	5,3	7,9

Stasjon		8				9			
Parameter	Enhet	04.06.07	16.06.08	18.09.08	23.10.08	04.06.07	16.06.08	18.09.08	23.10.08
Bly Pb	µg/l	6,6	0,4	0,1	0,7	19	32,4	25,1	141
Kobber Cu	µg/l	7,7	1,2	3,7	3,2	6,6	9,9	7,7	28,9
Sink Zn	µg/l	11	8,3	26	9,3	7,5	10,4	12,7	15,1

Stasjon		10			
Parameter	Enhet	04.06.08	16.06.08	18.09.08	23.10.08
Bly Pb	µg/l	23	16,3	16,2	29,2
Kobber Cu	µg/l	5,9	4	6,7	10,6
Sink Zn	µg/l	6,4	3,7	5,9	9,7

### 8.6.5 Konklusjoner og anbefalinger

Det påvises fortsatt til dels betydelige forurensningskonsentrasjoner, selv om disse gjerne er knyttet til lav vannføring og mindre bekker eller sig. Det ble påvist sprengstoffrester i ett punkt i 2007, men ikke ved de 3 etterfølgende prøver i 2008 og det er trolig svært små mengder som renner av, slik at påvirkningen er liten.

Det bør gjennomføres opprydding av skrot ved punktene 10 og 4 som bidrar med en betydelig del av den beregnede årlige utlekkingen til hhv. Åsavatnet og Ulvenvatnet. Spesielt for punkt 10 kan dette trolig gi positive effekter.

Skytebanene 7-10 antas å være hovedårsaken til utlekkingen vedpkt.6, og her bør det gjennomføres tiltak som etablering av sedimentasjonsdammer e.l.

Det anbefales å fortsette med overvåking, da verdiene er dels høye og det er stor aktivitet i feltet. Det kan vurderes å redusere antall punkt, for eksempel e det ikke nødvendig å fortsette målinger i pkt 12 ved Flystripa. Punktene 7, 8 og 9 gir mer eller mindre den samme informasjonen, og Punkt 7 kan f.eks. tas ut av programmet, selv om konsentrasjonene i disse punktene til dels er høye. Det synes også å være tilstrekkelig med ett referansepunkt

Analysen av sprengstoff kan avsluttes.

## 8.7 Bømoen

### 8.7.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkt

Bømoen ligger i Voss kommune og har hatt betydelig aktivitet helt siden 1899, men den er redusert kraftig de senere år. Det pågår for tiden liten militær aktivitet, men det er noe aktivitet som det lokale skiskytterlaget står for på en egen bane, samt at det lokale skytterlaget brukere 100- og 200 meterbanene (9-19). I 2008 ble området solgt til Voss kommune. Hele feltet er på i overkant av 3 km<sup>2</sup>.

Feltet har også en pistolbane som brukes noe. Her er det ingen overvannsavrenning, da alt overvann infiltreres. Det er anlagt avskjærende grøfter nær vollene, men det har de siste årene ikke vært mulig å ta prøver, og det antas heller ikke mulig i fremtiden på grunn av stor infiltrasjonskapasitet.

**Tabell 83** Aktiviteter på Bømoen

Baner	Våpen	Start	Kommentarer	Status
Bane 1	Skiskytterbane, 22 mm	1984	Målarrangement knuser kuler	Voss skiskytterlag leier området
	Geværbane 100 og 200 m, 7,62	1984	Sivil skyting	Voss skytterlag leier banen
Bane 9 - 17*	Baner på Skjervet	1899		Midlertidig stengt

\* Banene som dekkes av prøvepunkt har betegnelser 9, 9a, 9b, 10, 11, 12, 12a, 15 17 og 19

Berggrunnen består hovedsakelig av fyllitt, glimmerskifer og metasandstein. Øst for skytefeltet er berggrunnen dioritisk til granittisk gneis og magmatitt. Overdekket består av breelavsetninger på Bømoen, og bart fjell er delvis dekket av tynn morene i den østlige delen av skytefeltet.

**Tabell 84** Oversikt over prøvepunkter, Bømoen, Voss

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk (sig i myr)	Skiskytterbane ca 50 meter fra målområde		-	Skiskytterfelt
2	Liten bekk	100 meter nedenfor punkt 1		-	Skiskytterfelt
3	Liten bekk	Geværskytebaner 9b-19; 7,62 mm		-	Militær del er stengt
4 (ref)	Rjåni	Oppstrøms feltet			Referanse
5	Rjåni	Nedenfor feltet			Ut av feltet

\* Punkter som er med i beregningen av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift

Det ble gjennomført prøvetaking i 2007 og 2008. Det er tatt prøver i bekk like nedstrøms banene 9b – 19, hvor det er skutt mot fjell, samt en geværbane hvor det lokale skiskytterlaget har treningsbane. Det er videre tatt prøver like ved skiskytterbanen, samt i hovedelva oppstrøms og nedstrøms skytefeltet.

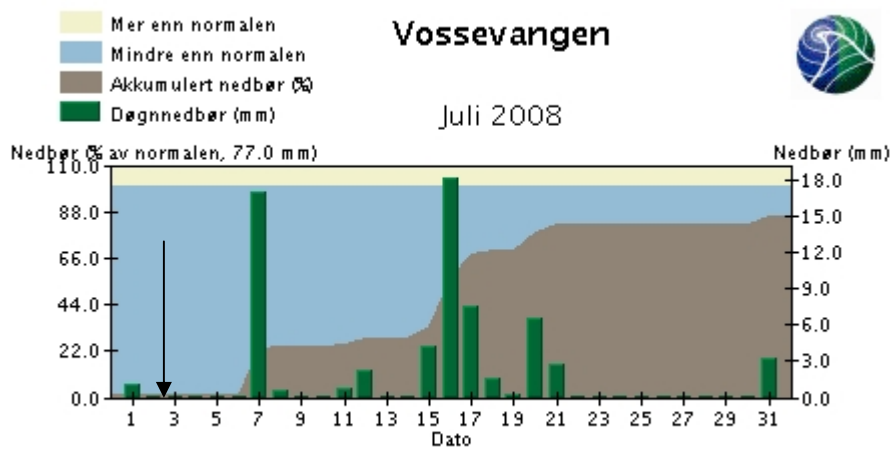
## 8.7.2 Nedbør og vanntransport

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 85. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

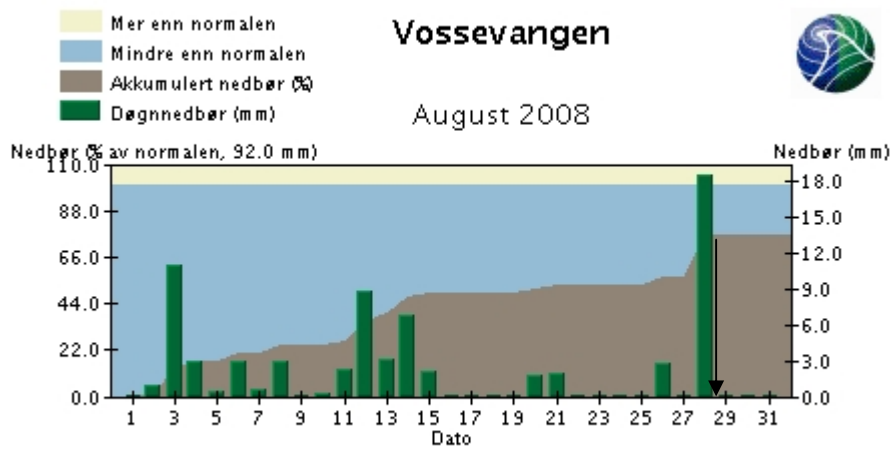
**Tabell 85** Beregnet normalavrenning for Bømoen

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1	0,02	23,51	0,46
2	0,68	31,56	14,71
3	0,02	23,51	9,80
4 ref	469,50	61,08	28679,32
5	470,68	61,14	28776,50

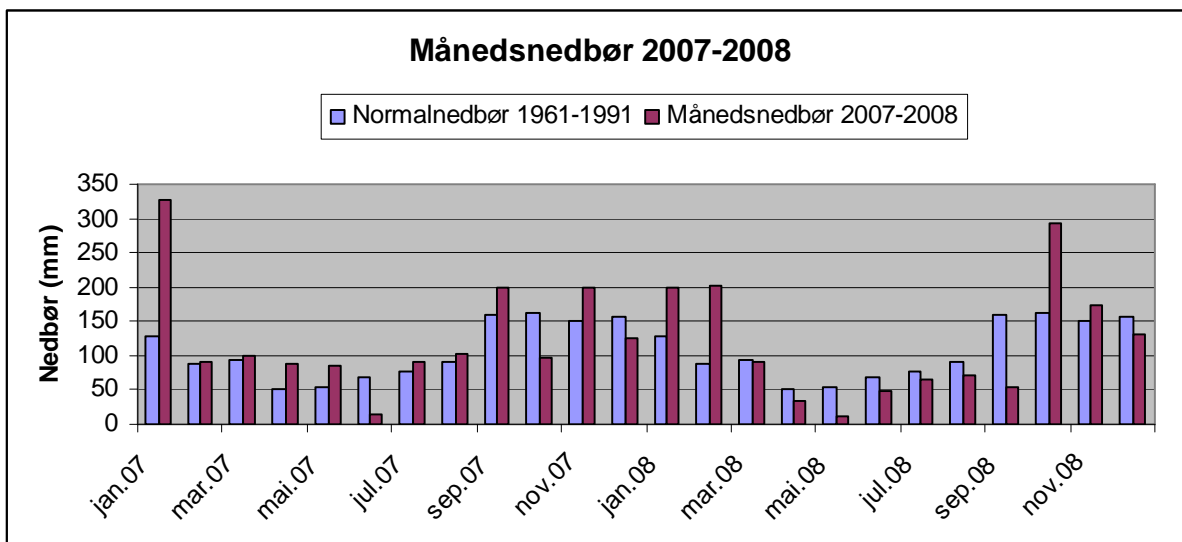
Figur 59 og 60 viser nedbørsdata fra prøverundene i 2008, samt historiske nedbørsdata. De er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no) for nærmeste målestasjon, Vossevangen, 3 km fra Bømoen.



**Figur 59** Nedbør i juli 2008 for Vossevangen



**Figur 60** Nedbør i august 2008 for Vossevangen



Figur 61 Nedbørsdata for Bømoen, månedsverdier 2007 – 2008 og månedsnormaler (1961 – 1990).

I 2008 ble første prøve tatt 3. juli. Det var oppholdsvær under prøvetakingen og noen dager i forveien. Det var derfor liten vannføring i bekker og elv, og et svært lite sig i myr (punkt 2). I august var vannføringen noe større i bekkene, da det kom mye nedbør under prøvetakingen. Elva var likevel i mindre grad påvirket, da det hadde vært nokså tørt dagene før.

Tabell 86 Estimert vannføring Bømoen, Voss kommune, 2007-2008

Punkt	Vannføring		
	Juni -07	Juli -08	August -08
1	Lav	Ingen	Lav
2	Lav	Lav	Lav
3	Middels/Lav	Middels/Lav	Høy
4 (ref)		Middels	Middels/høy
5		Middels/lav	Middels/høy

### 8.7.3 Analyseresultater

Det ble i 2007 funnet verdier av bly, kobber, nikkel og sink hhv i tilstandsklassene V, IV, III og II i punkt 1 like ved skiskytterbanen. Det ble ikke tatt prøver i punkt 1 i 2008. Ved en inkurie er punkt 2 blitt kalt punkt 1 i analysebeviset.

Allerede i punkt 2, som er i en liten bekk ca hundre meter fra punkt 1 (siget renner vinkelrett på bekken) hadde det skjedd en betydelig tilbakeholdelse i 2007, og de fleste metallkonsentrasjonene var lavere enn deteksjonsgrensen. I august 2008 var imidlertid konsentrasjonen i punkt 2 høye, i tilstandsklassene III, IV, III og V for hhv. bly, kobber, nikkel og sink. Sinkkonsentrasjonen på 141 µg/l er så høy at den med sikkerhet skyldes en feil, og det gir grunn til å sette et visst spørsmålstegn ved hele den analysen hvor alle metaller har mye høyere konsentrasjoner enn ved de to andre målingene i samme punkt.

I punkt 3, som ligger nedstrøms geværbanene 9 - 19, og som ikke ligger i tilknytning til punktene 1 og 2, er konsentrasjonene av bly og kobber i tilstandsklasse III, bortsett fra ved prøvetakingen i august 2008. Da var blykonsentrasjonen i tilstandsklasse II, men det ble påvist nikkel i tilstandsklasse III.

Verdiene av TOC har vært stabilt lave, rundt ca 2 med ett unntak, og verdiene av jern har også vært lave.



For 2008 ble det også tatt prøver i hovedelva Rjåni. Her er naturlig nok konsentrasjonene klart lavere, da vannføring er betydelig større enn hva som renner av fra feltet. Her er det da også funnet verdier for alle metaller i tilstandsklasse I og II. Det er likevel ved analysene i august funnet dobbelt så høye konsentrasjoner av både bly og kobber nedenfor skytefeltet som i referansepunktet ovenfor. For andre parametere er konsentrasjonen i Rjåni mer like, selv om TOC verdiene var høyere nedfor feltet enn ovenfor i august.

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av labilt Al som overskrider LBRL.

### 8.7.4 Forurensningssituasjonen

Det kan se ut som aktiviteter i området kan påvirke vannkvaliteten. Det er spesielt høye forurensningskonsentrasjoner i punkt 1, men også i punkt 3 er det påvist verdier av bly og kobber i tilstandsklasse III. Betydningen av de høye konsentrasjonene i analysen fra pkt. 23 i november er, som nevnt ovenfor, mer usikker.

Det er ikke overraskende at det er høy forurensning ved skiskytterbanen, da det var en betydelig mengde blyprosjektiler i innslagsområdet. Det skytes på selvanvisere hvor kulene blir stanset og faller på bakken. Prosjektilene fanges ikke opp, men blir liggende på bakken (pukk/fjell). Bomskudd kan også fanges opp av berg i bakgrunnen.

I hovedelva Rjåni, er det tatt prøver oppstrøms og nedstrøms skytefeltet. Vannføringen her er svært stor i forhold til den avrenning som skjer fra feltet. Det er lave konsentrasjoner her, selv om det i begge punkt er påvist konsentrasjoner av metaller i tilstandsklasse II. Det er også lavere konsentrasjoner oppstrøms (referansepunktet) enn like nedenfor feltet. Det er likevel for tidlig å si at dette er signifikant, da det bare er tatt to prøverunder her.

**Tabell 87** Beregnet årlig utlekking fra Bømoen

	Utlekking, [kg/år]			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
5*		517,27	721,46	2418,48
4 Ref		379,86	474,83	2048,54

\*Bergning er basert på bare 2 analyser

Utlekkingsberegninger for Bømoen er vist i Tabell 87. Den er tilsynelatende store utslippsmengde gjennom Rjåni (pkt 5) gir et noe feilaktig bilde av situasjonen ettersom vannkvaliteten her er god med alle konsentrasjoner av metaller i tilstandsklasse 1 eller 2. Stor vannføring gir likevel høyt totalt utslipp.

Tabell 88 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i de prøvepunkter som representerer utlekking fra feltet vurdert opp mot biologiske effekter. Alle verdier ligger innen tilstandsklasse I, meget lav effekt.

**Tabell 88** Resultater for metaller fra Bømoen, 2007-2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		2	3	5	
Parameter	Enhet	04.06.07	04.06.07	03.07.08	28.08.08
Bly Pb	mg/l	<0,5	1,9	0,2	0,6
Kobber Cu	µg/l	<1	1,9	0,4	1,1
Sink Zn	µg/l	<5	<5	1,1	4,1

### 8.7.5 Konklusjoner og anbefalinger

Det er tidligere anbefalt å gjennomføre tiltak mot den betydelige spredning av blyammunisjon fra skiskytterbanen, selv om det meste av blyet ikke ser ut til å bli spredt over et stort område.

Bømoen er nå solgt og det vil bli opp til nye eiere å avklare videre overvåking og tiltak. Omfanget av tiltak vil trolig avhenge av framtidig bruk, og kartlegging av eventuell forurenset grunn vil trolig bli viktigere enn overvåking av vannkvalitet.

## 8.8 Tittelsnes

### 8.8.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkt

Tittelsnes skytebane ligger i Sveio kommune, dekker et område på 62 mål og har vært aktivt brukt av heimevernet siden ca 1940, men ble stengt i 2007. Det er synlige prosjektiler i vollen (sand/jord) fra tidligere bruk. Vollen ligger like ved et skogbryn og avrenningen fra skogen ledes på baksiden av vollen. Det vil si at avrenningsområdet fra banen ikke er større enn banens område, ca 100 meter langt og anslagsvis 40 meter bredt.

Det vurderes å oppgradere banen, men på grunn av terrengforhold ser det foreløpig ut som dette ikke er aktuelt. Det har i perioder foregått noe ukontrollert bruk av banen av lokale jegere, uten at omfanget er kartlagt.

Berggrunnen består av gabbro, amfibolitt ved kysten, samt diorittisk til granittisk gneis og migmatitt. Stedvis finnes tynn morene, ellers bart fjell.

Trygve Drange MO Bergen tok prøver 17. juni og 29. oktober 2008. Det ble tatt en prøve i et myrsig like nedstrøms banen, ca 100 meter fra vollen i et lite sig, som det var svært liten bevegelse i under prøvetakingen. Siget/bekken leder til et tjern som ligger ca 200 meter fra sjø. I 2008 ble det også tatt prøver i bekken der den renner inn i tjernet, samt at et referansepunkt ble funnet. I 2007 var det så tørt at det ikke var vannføring i disse punktene.

Tabell 89 Oversikt over prøvepunkter, Tittelsnes, Sveio kommune

Prøvepunkt	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk (myrsig)	Geværbane, korthold	Labilt Al	-	
2*	Liten bekk	Nedstrøms pkt 1		-	
3 ref	Liten bekk	Oppstrøms pkt 1		-	

\* Punkter som er med i beregningen av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift

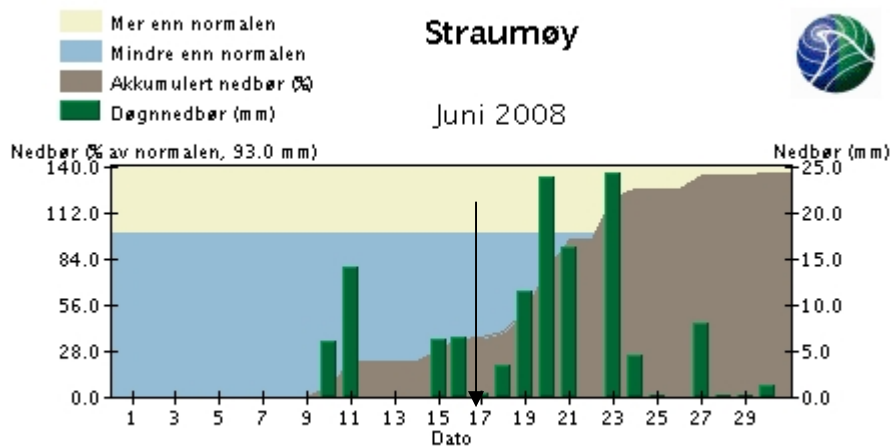
### 8.8.2 Nedbør og vanntransport

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 90. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

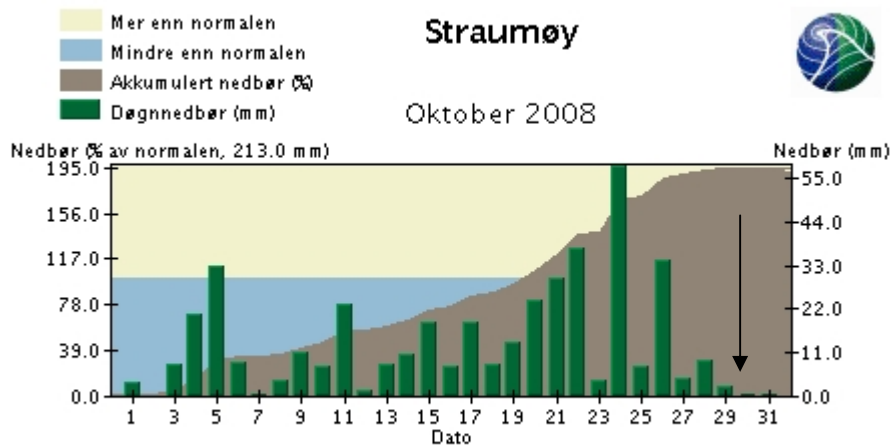
Tabell 90 Beregnet normalavrenning for Tittelsnes

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1	0.002	65.5	0.13
2	0.007	65.5	0.45
3 ref	0.004	65.5	0.28

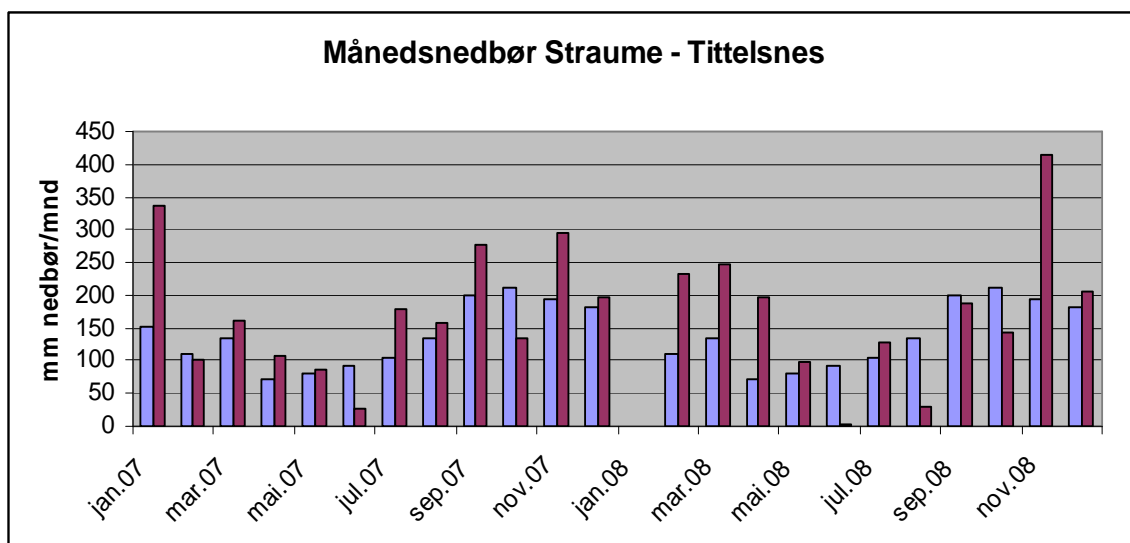
Figur 62 – 64 viser nedbørsdata fra prøverundene i 2008, samt historiske nedbørsdata. De er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no) for nærmeste målestasjon, Straumøy.



Figur 62 Nedbør juni 2008 i Straumøy



Figur 63 Nedbør oktober 2008 i Straumøy



**Figur 64** Nedbørsdata for Sveio, månedsverdier 2007 – 2008 og månedsnormaler (1961 – 1990).

I juni var det oppholdsvær under prøvetakingen, men hadde regnet en del i dagene før og det var liten vannføring i det sig som ble prøvetatt. Det ble i tillegg tatt prøve i myr nedenfor banen. I oktober var det litt nedbør prøvetakingsdata, samt at det hadde regnet nokså mye dagene før. Det var derfor noe mer avrenning fra området.

**Tabell 91** Estimert vannføring Tittelsnes. juni 2008

Punkt	Vannføring	
	Juni	Oktober
1	Middels	Middels
2	Middels	Middels

### 8.8.3 Analyseresultater

Det ble i 2007 funnet høye verdier av bly, kobber og sink (tilstandsklasse IV og V) i punkt 1. Dette representerer imidlertid en liten avrenning, da utløpet fra myrområdet hadde nesten stillestående vann.

Det er i 2008 også tatt prøver nedstrøms, hvor avrenningen er mer fortennet. Konsentrasjonen av ovennevnte metaller her er også høye, tilsvarende tilstandsklasse III, IV og V. Det er høye verdier av jern, spesielt i siget fra banen, men dels også i innløpet til tjernet. Verdiene av aluminium er noe lavere her enn lenger oppstrøms.

Referansepunktet har lave konsentrasjoner (tilstandsklasse I) for tungmetaller og lave verdier av jern og aluminium, men her er det foreløpig bare tatt en prøve.

Verdiene av TOC er jevne for alle punkt, rundt 10 for alle målinger (varierende mellom 6 og 15).

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av labilt Al som overskrider LBRL.

### 8.8.4 Forurensningssituasjonen

Det ser ut som tidligere aktiviteter i området fremdeles påvirker vannkvaliteten. Avrenningen skjer via et myrtjern til sjø.

Verdiene av TOC har vært stabilt moderate, mellom 6 og 15, og verdiene av jern og aluminium har også vært lave.

Tabell 92 viser mengdene av bly, kobber og sink i det prøvepunktet som representerer utlekking fra feltet. De viser at vannet som renner av fra feltet er påvirket av aktivitetene på skytebanen, men det er knyttet til liten vannføring. Det er likevel grunn til merke seg at også konsentrasjonene i innløpet til myrtjernet er påvirket, selv om konsentrasjonene her er minst halvert i dette punktet i forhold til hva som renner ut fra selve skytebaneområdet.

**Tabell 92** Beregnet årlig utlekking fra Tittelsnes

Punkt	Utlekking, [kg/år]			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
2*		0,06	0,11	0,23
3 Ref**				

\* Beregning er basert på bare 2 analyser

\*\* Utlekking ikke beregnet pga. bare én prøve

Tabell 93 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i de prøvepunkter som representerer utlekking fra feltet vurdert opp mot biologiske effekter. For sink er begge verdier i

tilstandsklasse I, meget lav effekt, for kobber er begge i tilstandsklasse II, lav effekt, mens bly og har konsentrasjoner i tilstandsklasse II og en i tilstandsklasse III.

**Tabell 93** Resultater for metaller fra Tittelsnes, 2007-2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1	2	2
Parameter	Enhet	04.06.07	17.06.08	29.10.08
Bly Pb	mg/l	24	1,4	6,6
Kobber Cu	µg/l	170	4,9	10,6
Sink Zn	µg/l	200	11,1	20,7

### 8.8.5 Konklusjoner og anbefalinger

Det er fortsatt behov for å overvåke området. Det er fremdeles uklart i hvilken grad området utenfor feltet påvirkes og det bør også tas prøver i utløpet av tjernet om dette er mulig.

Det er i perioden også blitt stilt spørsmålsteget ved om andre deler av området har vært brukt til øvelser tidligere, samt at det foregår en ukontrollert bruk av banen av sivile. Dette bør avklares og nye prøvetakingspunkt eventuelt etableres for å fange opp denne aktiviteten, om det vurderes som relevant.

## 8.9 Øyridalen/Lærdal

### 8.9.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Demoleringsfeltet Øyridalen ligger på Lærdalsfjellet og avvannes av elva Nivla. Feltet ble tatt i bruk som demoleringsfelt i 1977. Området brukes nå bare om sommeren til å sprengte gammel ammunisjon. Nedenfor demoleringsfeltet ligger en skytebane.

Berggrunnen består av diorittisk til granittisk gneis dekket av skredmateriale. Drift på berg eller mineralforekomster i området er ikke kjent.

**Tabell 94** Oversikt over prøvepunkter, Øyridalen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1 ref	Stor elv	Oppstrøms demoleringsfeltet		X	Referansepunkt
2	Stor elv	Nedstrøms feltet, ovenfor skytebanen		X	
3	Stor elv	Ut av feltet, nedstrøms skytebanen på utsiden av feltet, nedstrøms sidebekk		X	

\* Punkter som er med i beregningene av total avrenning fra feltet er markert med uthevet skrift

\*\* S = sprengstoff

For 2006 er det tatt to prøverunder, 10. oktober og 29. november. Alle prøver er hentet inn av Forsvarsbygg, MO Bergen basert på prosedyrer utarbeidet av Sweco og diskutert med kontaktperson. Det ble deretter besluttet å avslutte prøvetaking, da oppfølgingen av feltet ble overført til annet program.

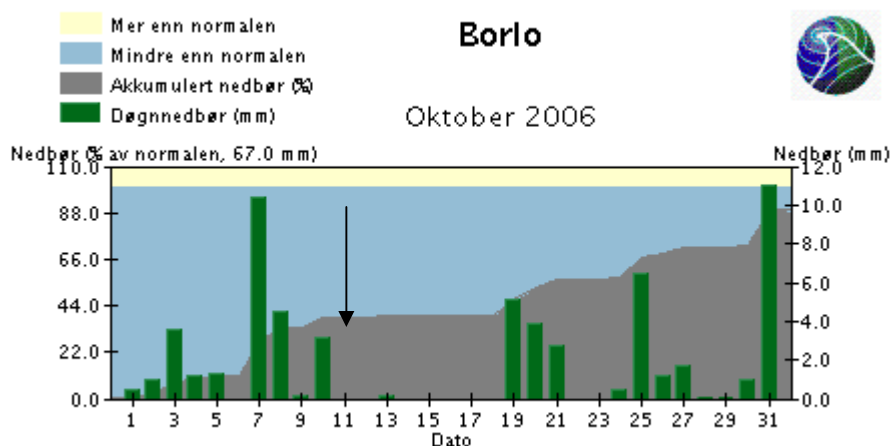
### 8.9.2 Nedbør og vanntransport

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 95. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

**Tabell 95** Beregnet vanntransport fra Øyridalen, Lærdal

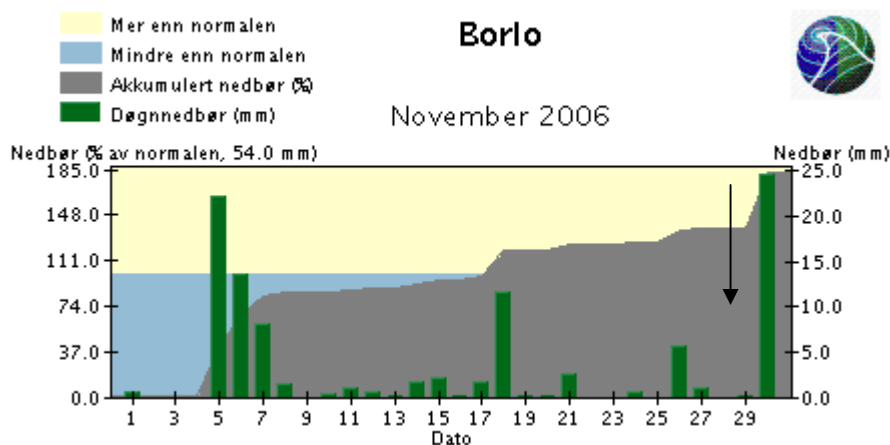
Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1 ref	87	36	3100
2	89	36	3200
3	130	35	4500

Figur 65 – 66 viser nedbørsdata for 2006 fra nærmeste målestasjon er Borlo i Lærdal kommune.



**Figur 65** Nedbørsdata for Borlo, oktober 2006

Forut før prøvetakingen i oktober hadde det vært en periode med noe nedbør, men med mindre nedbør enn normalt i september og oktober.



**Figur 66** Nedbørsdata for Borlo, november 2006

Ved første prøverunde 10. oktober 2006 var det i følge prøvetaker tørt, og det hadde vært oppholdsvær i dagene før. Vannføringen er anslått å være liten og vannstanden i vann som lav eller normal. Ved neste runde, 29. november var det regn og sludd og det hadde regnet dagene før. Nedbørsmengden i november var også større enn normalen, selv om det ikke var lengre perioder med mye nedbør. Vannføringen ble beskrevet som stor. Denne runden vil derfor kunne representere situasjonen etter kraftig nedbør.

Ved prøvetakingen ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene (Tabell 96).

**Tabell 96** Estimert vannføring ved prøvepunktene, Øyridalen

Punkt	Vannføring	
	Oktober 2006	November 2006
1 ref	Normal – liten	Stor
2	Normal – liten	Stor
3	Normal – liten	Stor

### 8.9.3 Analyseresultater

Alle målte konsentrasjoner for bly og sink er lavere enn deteksjonsgrensen. Det er heller ikke påvist kadmium, krom eller nikkel. Kobberkonsentrasjonene i november er alle i tilstandsklasse IV, mens for oktober er konsentrasjonene oppstrøms og nedstrøms demoleringsfeltet og skytebanen i tilstandsklasse III. Prøven tatt inne i feltet, mellom demoleringsfelt og skytebane, er i tilstandsklasse IV også i oktober.

Konsentrasjonene for aluminium er omtrent som grenseverdien for drikkevann, mens jern periodevis har litt høye verdier.

Ved en inkurie lokalt hos Forsvarsbygg, ble det analysert mht labilt aluminium. Det ble ikke påvist konsentrasjoner som overskrider LBRL.

### 8.9.4 Forurensningssituasjonen

Området har vært overvåket ved måling av opptak i mose siden 1992. Det er i oppsummeringsrapporten fra NIVA sagt at det er registrert økning av bly og kobber i elva Nivla fra oppstrøms til nedstrøms demoleringsplassen, og at konsentrasjonene avtar langs elva på grunn av fortykning, spesielt nedstrøms sidevassdraget Øydalselvi.

Analysene i 2006 viser høyere kobberinnhold i vannet enn hva NIVA tidligere har rapportert, og litt høyere konsentrasjoner inne i feltet enn ved de to andre prøvepunktene. Det kan spores en svak økning i kobberkonsentrasjonen i Nivla fra oppstrøms til nedstrøms feltet, men økningen basert på 2 registreringer kan knapt sies å være signifikant. Vannet i pkt 3 er imidlertid sterkt fortyknet ved tilsiget fra Øydalselvi, så det viss utlekking av kobber fra feltet kan dokumenteres, om ikke Øydalselvi også har en naturlig høy bakgrunnskonsentrasjon.

Tidligere verdier av TOC har vært svært lave, mellom 0,9 og 1,2 mg/l, mens pH har ligget like rundt 7. Disse nivåene er bekreftet av målingene for 2006 med TOC på 0,8 og pH for det meste like under 7.

Tabell 97 viser mengdene av kobber i utlekkingen fra feltet. Det er kun foretatt to målinger som viser utlekking med 440 kg/år som et gjennomsnitt. Vi har tatt med en tidligere verdi og regnet et gjennomsnitt av nyere målinger. Tabellen viser da at det forekommer en uttransport av kobber på nesten 200 tonn/år. Hvor mye av dette som skyldes naturlige konsentrasjon i vannet i Øydalselvi er usikkert. Referansestasjonen i Nivla har et betydelig kobberinnhold, og det er ikke usannsynlig at konsentrasjonene i Øydalselvi er like store.

**Tabell 97** Beregnet årlig utlekking fra Øyridalen

Prøvepunkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
3	-	-	442	-
1 (ref)	-	-	253	-

Tabell 98 viser konsentrasjoner av bly, kobber og sink i de prøvepunkter som representerer utlekking fra feltet vurdert opp mot biologiske effekter. For sink og bly er begge verdier i tilstandsklasse I, meget lav effekt, mens kobber og har en konsentrasjon i tilstandsklasse I og en i tilstandsklasse II.

**Tabell 98** Resultater for metaller for Øyridalen, Lærdal. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		3	
Parameter	Enhet	10.10.06	29.11.06
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	2,3	4,4
Sink, Cu	µg/l	< 5	< 5

### 8.9.5 Konklusjon og anbefalinger

Det er ikke påvist noen direkte effekt av aktivitetene fra skytebanen. De relativt høye verdiene av kobber tilsier likevel at overvåkingen bør fortsette. Det bør opprettes en referansestasjon i Øydalselvi for å avklare hvordan konsentrasjonen i pkt 3 er påvirket av denne elva. Om konsentrasjonen av kobber i Øydalselvi er som i Nivla, er neppe forurensingen fra demoleringsfelt og skytebane av betydning for vassdraget.

Det er grunn til å sjekke at det etablerte tiltaket fungerer hensiktsmessig. Oppgradering av etablert tiltak bør vurderes etter at en slik kontroll er gjennomført.



## 15 REFERANSER

Forsvarets Forskningsinstitutt 2002: Helse- og miljømessige konsekvenser ved forsvarrets bruk av røykammunisjon med hvitt fosfor. FFI/Rapport-2002/04042, 7. februar 2003.

Forsvarets Forskningsinstitutt 2004: Analyse og vurdering av ulike tilstandsformer til tungmetaller i avrenningsbekker fra skytebaner. FFI/Rapport-2004/02971

Forsvarets Forskningsinstitutt 2005: Toksikologiske og kjemiske egenskaper av sprengstoff og komponenter i ammunisjon. FFI/Rapport-2005/00444, 17. mars 2004.

Forsvarsbygg 2002: Østerdal Garnison; Utbygning av Terningmoen; Melding med forslag til konsekvensutredningsprogram etter plan- og bygningslovens bestemmelser; 17. januar 2002.

Forsvarsbygg 2003: BM-rapporter nr. 2, 3, 9 og 19, 2002

Forsvarsbygg 2005 a: Miljøundersøkelser og vurdering av risiko og tiltak i Remmedalen skytefelt. Rasmussen og Bolstad. Rapport etter befaring 31.08.2004 – 01.09.2004 GS-rapport nr. 2-2005

Forsvarsbygg 2005 b: Dokumentasjon av referansetilstand i Leksdal skyte- og øvingsfelt og forslag til måleprogram.

Forsvarsdepartementets nettsider:

[http://www.regjeringen.no/nb/dep/fd/tema/skyte- og\\_ovingsfelt.html?id=1110](http://www.regjeringen.no/nb/dep/fd/tema/skyte- og_ovingsfelt.html?id=1110)

Fylkesmannen i Nord-Trøndelag 2006: Utslippstillatelse for Leksdal skytefelt

Helse- og omsorgsdepartementet 2004: Forskrift om vannforsyning og drikkevann, FOR 2001-12-04 nr 1372 (Drikkevannsforskriften)

Hylland, K. 2006: Biological effects in the. management of chemicals in the marine environment. Marine Pollution Bulletin. 53(10-12): p. 614-619.

Lydersen m.fl. 2002: Metals in Scandinavian Surface Waters: Effects of Acidification, Liming, and Potential Reacidification, Env. Sci. & Techn., 32(2&3):73-295

Meteorologisk institutt: [www//met.no/observasjoner/](http://www.met.no/observasjoner/)

NGU 1979: Beskrivelse til de berggrunnsgeologiske kart Trondheim Østersund 1:250 000, NGU Skrifter 353

NIVA 1994: Basisundersøkelser av vannkvaliteten på Rødsmoen i 1993; NIVA rapport O-93085

NIVA 2004: Beskrivelse av referansetilstand i Søndre Osa, Slemma, Rena og Glomma. Hovedresipienter for Regionfelt Østlandet, Rødsmoen Øvingsområde og Rena Leir, 28.oktober 2004

NIVA 2006: Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser, Resultater fra 15 års overvåking. Rapport, ISBN 82-577-4876-5

Scandiaconsult 2002: Konsekvensutredning, Forurensning av vann og grunn. Forsvarsbygg, Utbygning Østerdalen, juli 2002

SFT 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veileder 97:04, TA nr 1468/1997

SFT 2004: Utslippstillatelse for Rena leir, Rødsmoen og Regionfelt Østlandet med vilkår, ref 2002/552 463

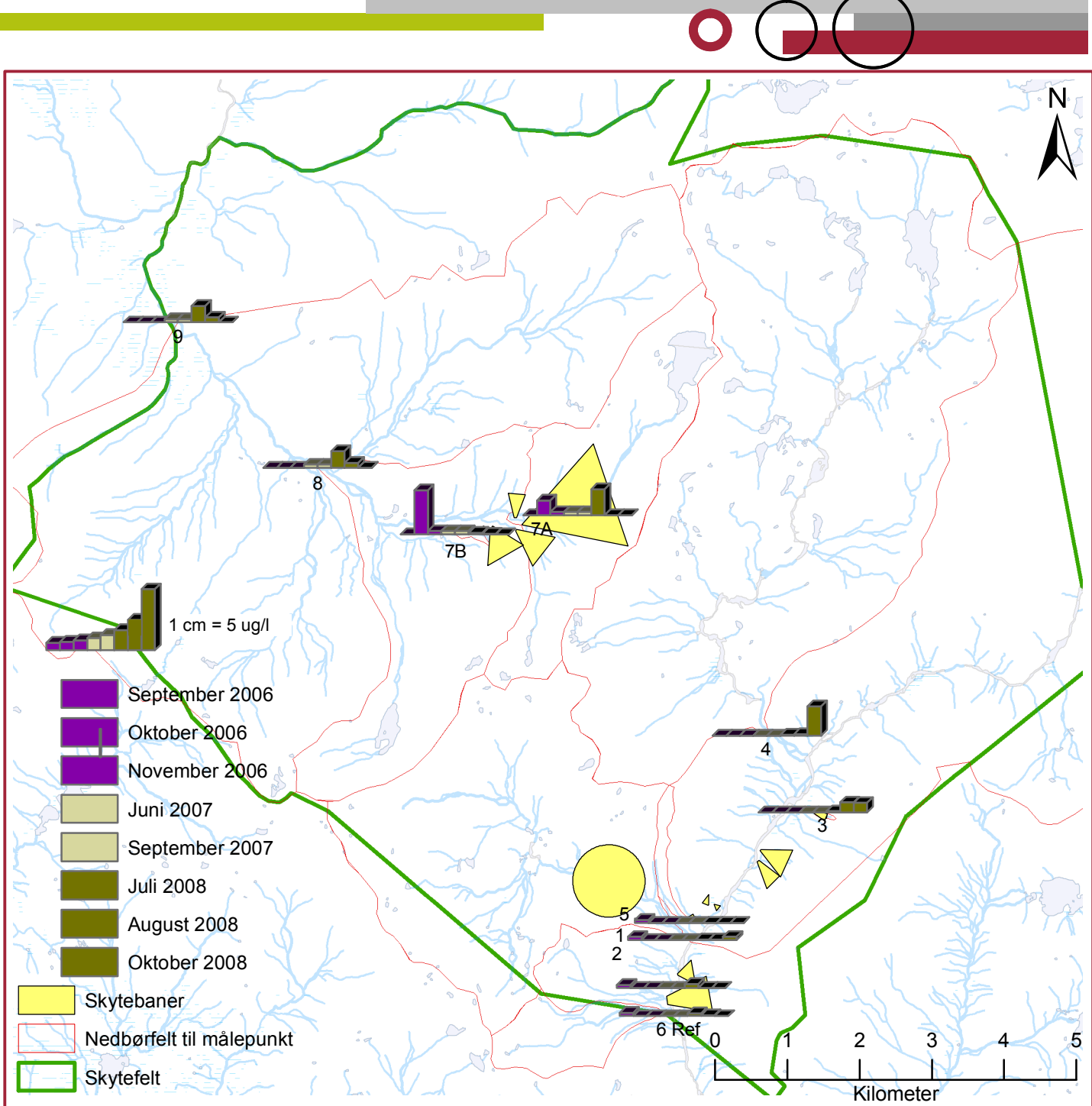
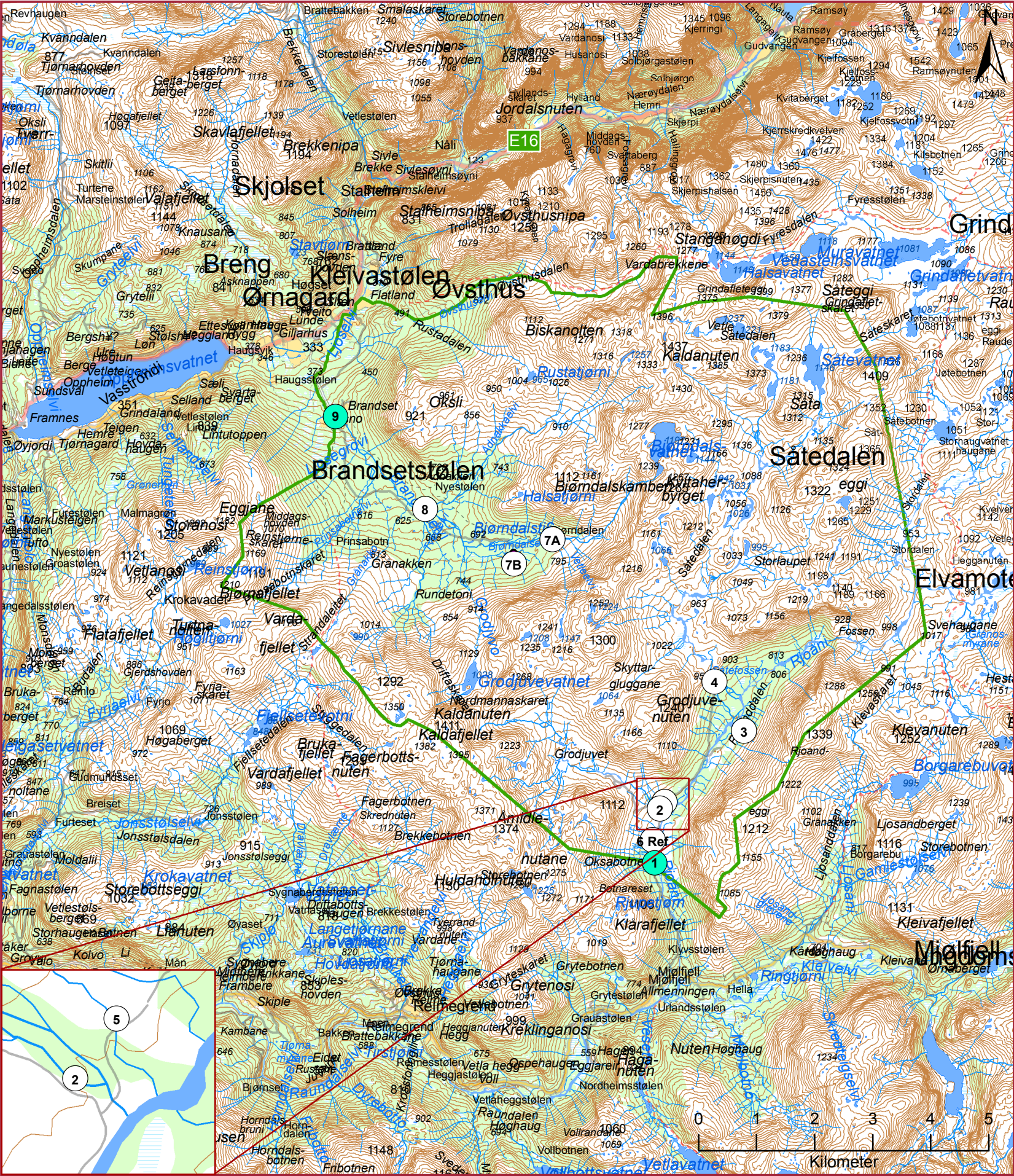
Sweco 2007: Overvåking av vannkvalitet i Regionfelt Østlandet og Rødsmoen øvingsområde, Årsrapport 2006, Sweco rapport 2007-R001

Poulsen, Atrh. O. 1964: Norges gruver og malmforekomster II, Nord Norge. NGU 204



# Mjølfjell og Brandsetdalen skytefelt

## Bly



Middelavrenning l/s	sep.06 [ug/l]	nov.06 [ug/l]	jun.07 [ug/l]	sep.07 [ug/l]	jul.08 [ug/l]	aug.08 [ug/l]	okt.08 [ug/l]
1	8691	< 0.5			0.21	0.05	
2	902	< 0.5			0.05	0.04	< 0.5
3	1				0.10	0.82	0.78
4	2273				0.09	0.11	2.42
5	18	< 0.5					
6 Ref	104	< 0.5			0.34		
7a	453		< 0.5	< 0.5	< 0.5	2.12	
7b	3		< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.11	0.02
8	965			< 0.5	< 0.5	1.34	0.4
9	2751				< 0.5	1.34	0.4

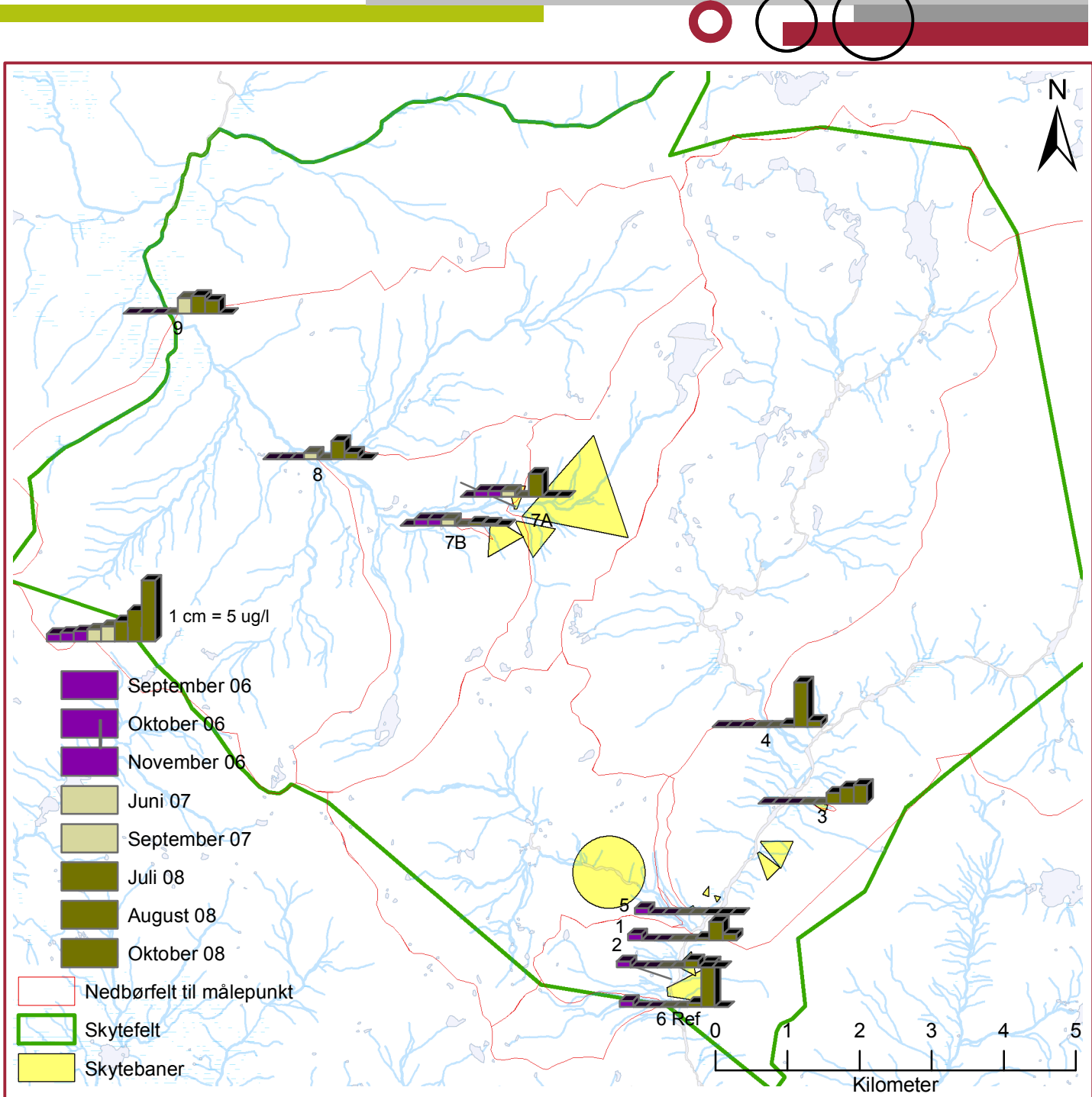
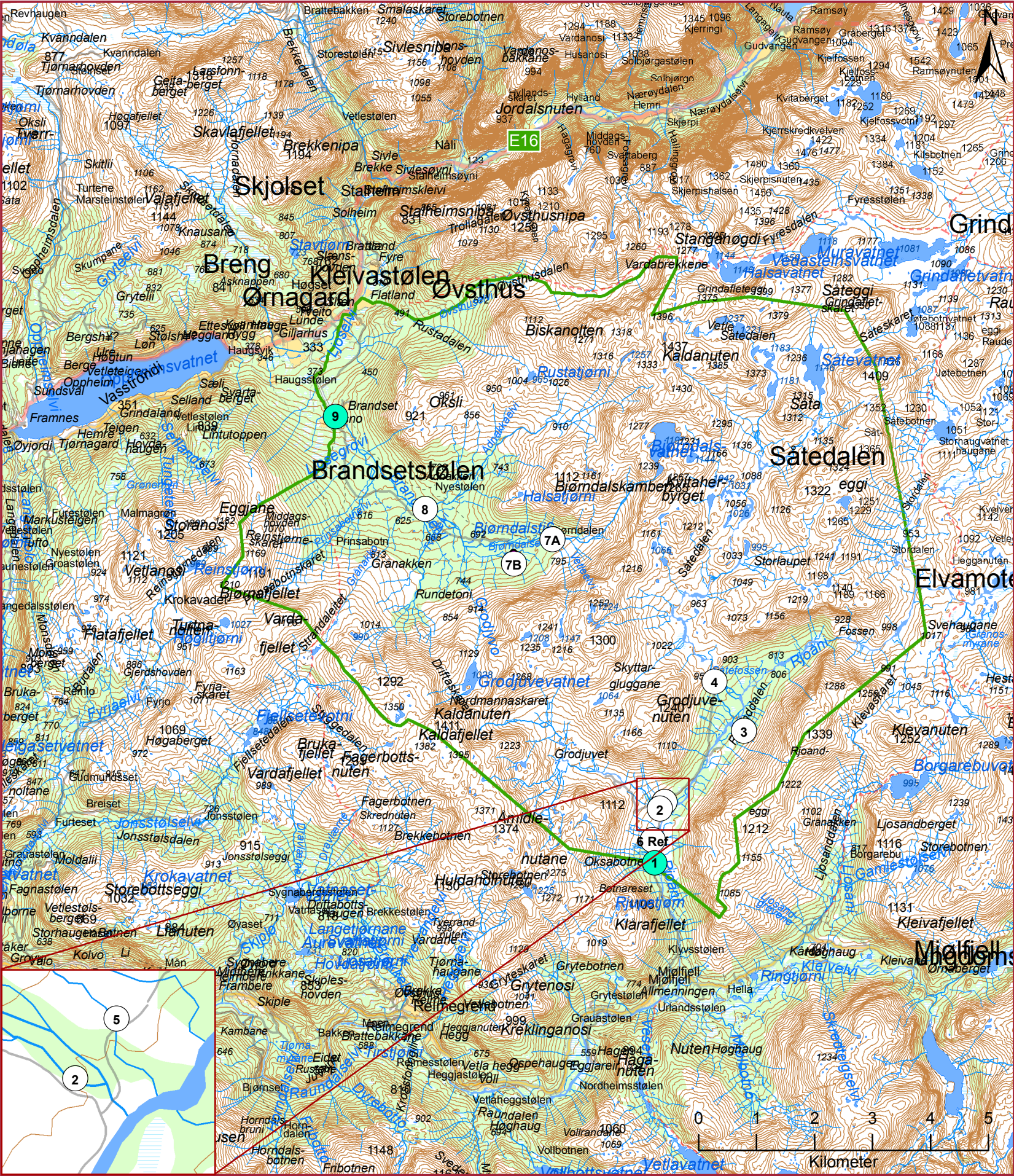


- Skogsområde
- Elv
- Forsvarets Skytefelt
- Kommunal veg
- Sti
- Skytebaneinretning
- Dyrket mark
- Bekk
- Høydekurve
- Fylkesveg
- Merket sti
- Taubane; Skitrek
- Myr
- Bymessig bebyggelse
- Riksveg
- Traktorveg
- Lysløype
- Sjø
- Tettbebyggelse
- Europaveg
- Kraftlinje
- Innsjø/tjern
- Flyplass
- Privat veg
- Jernbane

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



# Mjølfjell og Brandsetdalen skytefelt Kobber



Middelavrenning	sep.06	nov.06	jun.07	sep.07	jul.08	aug.08	okt.08
l/s	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]
1	8691	< 1			0.34	3.66	
2	902	< 1			0.19	1.53	< 1
3	1				0.88	1.33	1.51
4	2273				0.19	3.64	< 1
5	18	< 1					
6 Ref	104	< 1			0.57		
7a	453		< 1	< 1	1.9		
7b	3		< 1	< 1	0.24	0.14	
8	965		< 1	< 1	1.46	1.08	
9	2751			1.3	1.46	1.08	



- Skogsområde
- Dyret mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Privat veg
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekke
- Lysløype
- Krafflinje
- Jernbane

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



**Analyseresultater for Mjølfjell og Brandsetdalen 2006 - 2008**

**Mjølfjell**

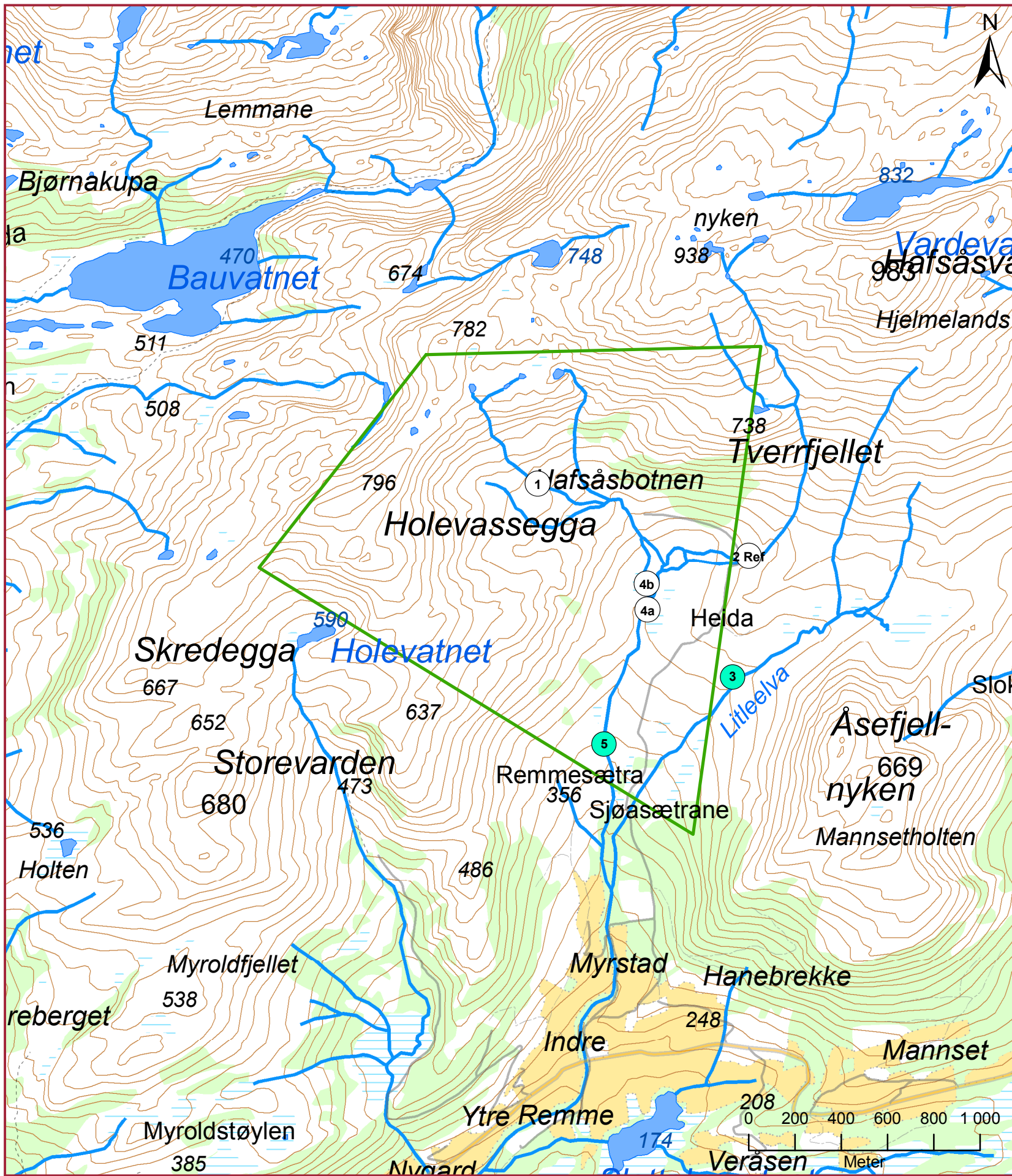
Stasjon		1				2				3			4				5		6 ref
Parameter	Enhet	28.09.2006	03.07.2008	28.08.2008	09.10.2008	28.09.2006	03.07.2008	28.08.2008	09.10.2008	03.07.2008	28.08.2008	09.10.2008	28.09.2006	03.07.2008	28.08.2008	09.10.2008	28.09.2006	09.10.2008	03.07.2008
Aluminium	µg/l	15	11,5	20	< 50	11	4,3	3,1	< 50	38,8	263	384	< 10	6,68	7,7	< 50	< 10	< 50	25,6
Antimon, Sb	µg/l	< 1	i.a.	0,01	< 0,1	< 1	i.a.	0,04	< 0,1	i.a.	0,24	0,16	< 1	i.a.	0,01	0,79	< 0,1	0,13	i.a.
Arsen As	µg/l	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 1	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 1	< 0,09	< 0,05	< 1	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 1	< 0,5	< 1	< 0,05
Bly Pb	µg/l	< 0,5	0,21	0,05	< 0,6	< 0,5	0,05	0,04	< 0,6	0,10	0,82	0,78	< 0,5	0,09	0,11	2,42	< 0,5	< 0,6	0,34
Jern Fe	mg/l	0,0014	0,003	0,002	< 0,02	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,02	< 0,01	< 0,001	< 0,02	< 0,001	0,007	0,003	< 0,02	< 0,01	< 0,02	0,003
Kadmium Cd	µg/l	< 0,1*	< 0,002	< 0,002	< 0,05*	< 0,1*	< 0,002	0,01	< 0,05*	0,003	0,01	< 0,05*	< 0,1*	< 0,002	0,01	< 0,05*	< 0,01*	< 0,05	< 0,002
Kalsium, Ca	mg/l	7,3	0,38	0,43	0,45	1,7	0,38	0,60	0,59	2,01	2,13	2,22	0,64	0,35	0,6	0,62	0,58	0,94	0,45
Kobber Cu	µg/l	< 1*	0,34	3,6	< 1*	< 1*	0,19	1,53	< 1*	0,88	1,33	1,51	< 1*	0,19	3,64	< 1*	< 1*	< 1*	0,57
Konduktivitet	mS/m	5,68	0,6	1,0	0,7	0,82	0,6	0,7	0,6	1,8	1,7	2,3	0,82	0,6	0,7	0,7	0,8	1,1	1
Krom Cr	µg/l	< 1*	0,04	< 0,01	< 0,9*	< 1*	< 0,01	< 0,01	< 0,9*	< 0,01	< 0,01	< 0,9*	< 1*	< 0,01	< 0,01	< 0,9*	< 1*	< 0,9*	0,02
Mangan Mn	µg/l	< 1	0,23	0,45	< 0,9	< 1	0,07	3,23	< 0,9	1,11	1,51	2,61	2	0,16	0,83	< 0,9	< 1	< 0,9	0,24
Nikkel Ni	µg/l	< 1*	0,15	0,19	< 0,6*	< 1*	< 0,05	0,11	< 0,6*	0,20	0,15	< 0,6*	< 1*	< 0,05	0,23	< 0,6*	< 1*	< 0,6*	0,5
pH	pH	7,8	6,3	6,4	6,2	7,3	6,2	6,4	6,3	6,86	6,8	6,9	6,8	6,2	6,4	6,4	6,7	6,6	6,3
Sink Zn	µg/l	< 5	0,5	0,70	< 4	< 5	0,31	1,46	< 4	2,05	6,85	< 4	< 5	0,30	1,26	< 4	< 5	< 4	0,9
TOC	mg/l	0,5	1,0	2,8	1,1	0,3	0,8	0,7	0,6	1,0	0,5	1,0	0,2	0,8	0,87	< 0,	0,1	1,1	1,5
Sprengstoff	µg/l	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	3	5,6	19	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

**Brandset**

Stasjon		7a				7 b			8				9				
Parameter	Enhet	11.10.2006	29.11.2006	04.06.2007	11.09.2007	03.07.2008	28.08.2008	11.09.2007	03.07.2008	28.08.2008	04.06.2007	11.09.2007	03.07.2008	28.08.2008	11.09.2007	03.07.2008	28.08.2008
Aluminium	µg/l	i.a.	14	16	10	9,7	21,8	24	7,79	6,6	47	14	10,1	4,9	21	10	8,5
Antimon, Sb	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	i.a.	0,46	< 1	i.a.	0,02	< 1	< 1	i.a.	0,01	< 1	i.a.	0,017
Arsen As	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,5	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,5	< 0,05	< 0,05
Hvitt fosfor	µg/l	i.a.	i.a.	i.p	i.p	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.p	i.p	i.a.	i.a.	i.p	i.a.	i.a.
Bly Pb	µg/l	1,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2,12	< 0,5	< 0,5	0,11	0,02	< 0,5	< 0,5	0,31	< 0,1	< 0,5	1,34	0,4
Jern Fe	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0015	< 0,002	< 0,001	0,004	< 0,01	< 0,001	0,19	0,006	0,0005	< 0,001	0,0015	0,001
Kadmium Cd	µg/l	0,16	< 0,1*	< 0,1*	< 0,1*	0,004	0,005	< 0,1*	< 0,002	0,02	< 0,1*	< 0,1*	0,003	0,002	< 0,1*	0,003	0,007
Kalsium, Ca	mg/l	0,7	i.a.	i.a.	0,51	0,66	0,72	i.a.	0,63	0,81		0,64	0,48	0,76	0,68	1,46	0,76
Kobber Cu	µg/l	< 1*	< 1*	< 1*	< 1*	1,9	0,3	< 1*	0,24	0,14	< 1*	< 1*	0,17	< 0,1	1,3	1,46	1,08
Konduktivitet	mS/m	0,94	0,67	0,67	0,82	1,1	0,8	0,82	0,7	1,1	i.a.	i.a.	0,7	0,9	0,77	0,7	1
Krom Cr	µg/l	< 1*	< 1*	< 1*	< 1*	0,03	< 0,01	< 1*	0,01	0,01	< 1*	< 1*	0,01	0,01	< 1*	0,047	0,024
Mangan Mn	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	0,3	0,17	< 1	0,06	0,13	< 1	< 1	< 0,09	0,08	< 1	0,241	0,21
Nikkel Ni	µg/l	4,1	< 1*	< 1*	< 1*	0,39	0,22	< 1*	< 0,05	0,14	< 1*	< 1*	0,31	0,08	< 1*	0,37	0,21
pH	pH	7,3	6,4	6,5	6,6	6,4	6,4	6,8	6,4	6,6	6,5	6,7	6,3	6,5	6,7	6,4	6,6
Sink Zn	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	3,56	0,7	< 5	1,96	< 0,2	< 5	< 5	< 0,2	< 0,2	< 5	4,27	0,69
TOC	mg/l	22	i.a.	0,5	1,1	1,0	0,04	0,71	0,9	< 0,5	0,6	0,6	0,7	< 0,5	0,94	0,9	< 0,5

i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

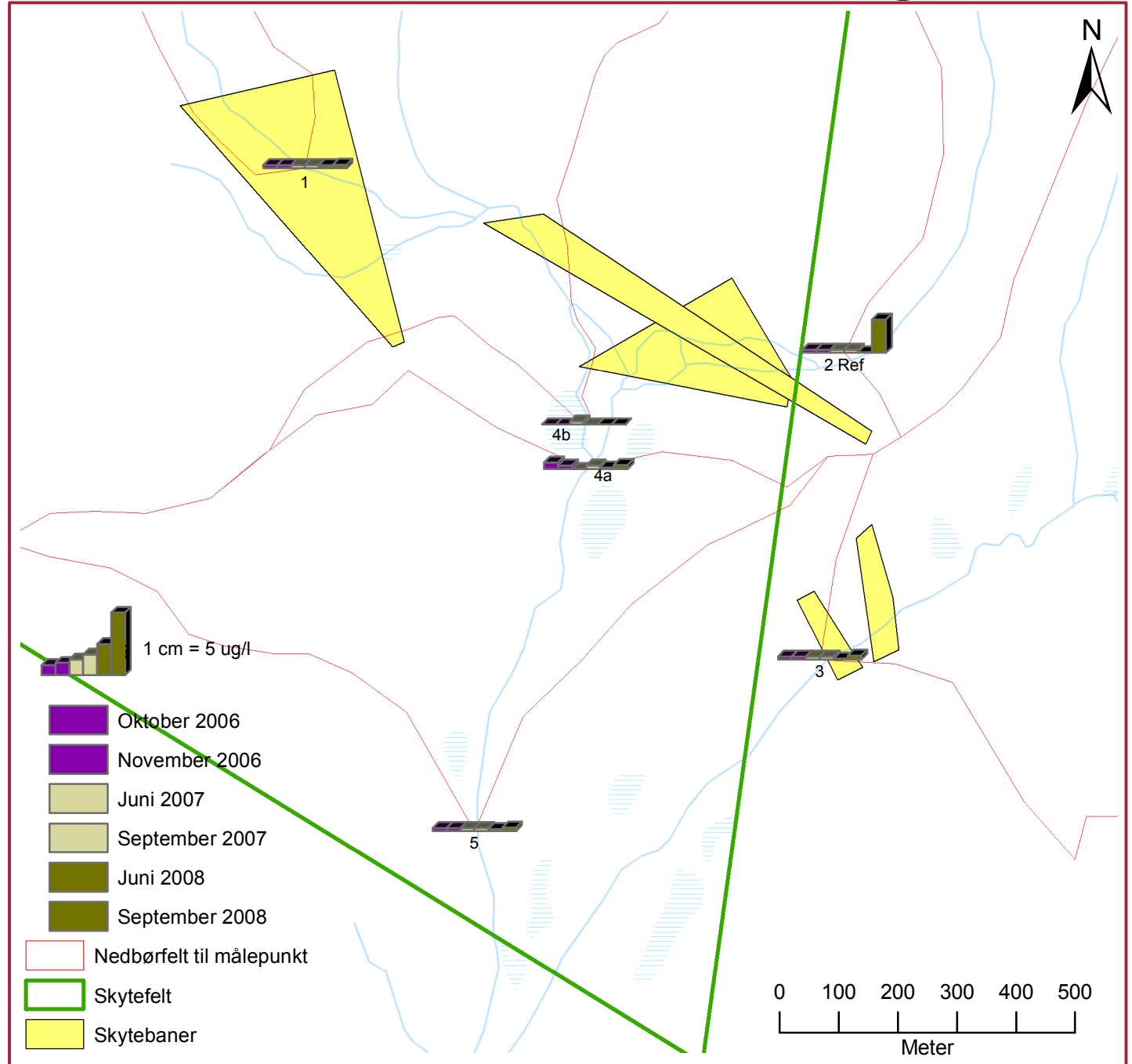
\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I



- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

# Remmedalen skytefelt

## Bly

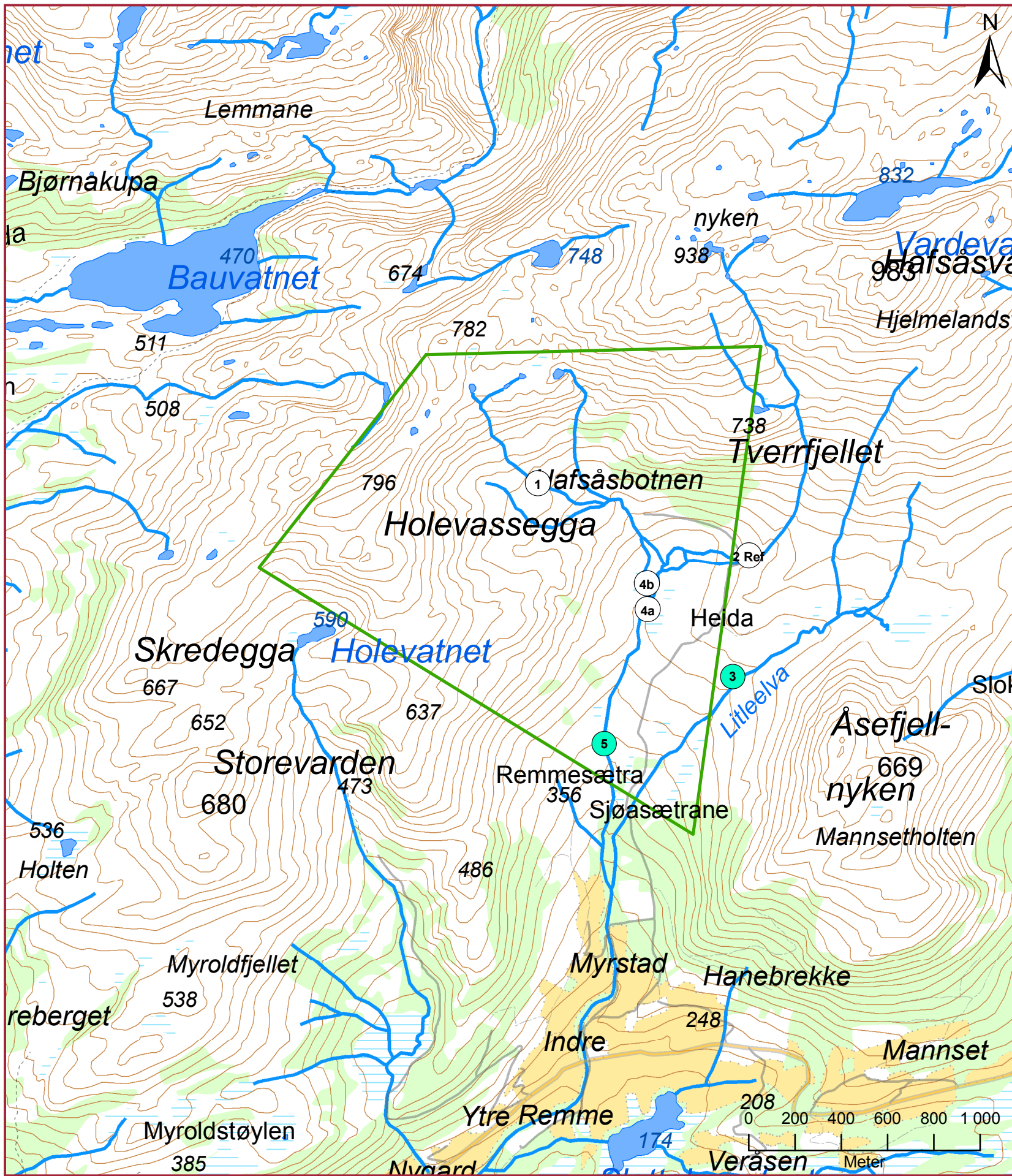


	Middelavrenning l/s	okt. 06 [ug/l]	nov. 06 [ug/l]	jun. 07 [ug/l]	sep.07 [ug/l]	jun. 08 [ug/l]	sep.08 [ug/l]
1	19	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.26	< 0.6
2 Ref	77	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.05	2.65
3	87	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.09	< 0.6
4a	236	0.52	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.09	< 0.6
4b	106			< 0.5			
5	262	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.16	< 0.6



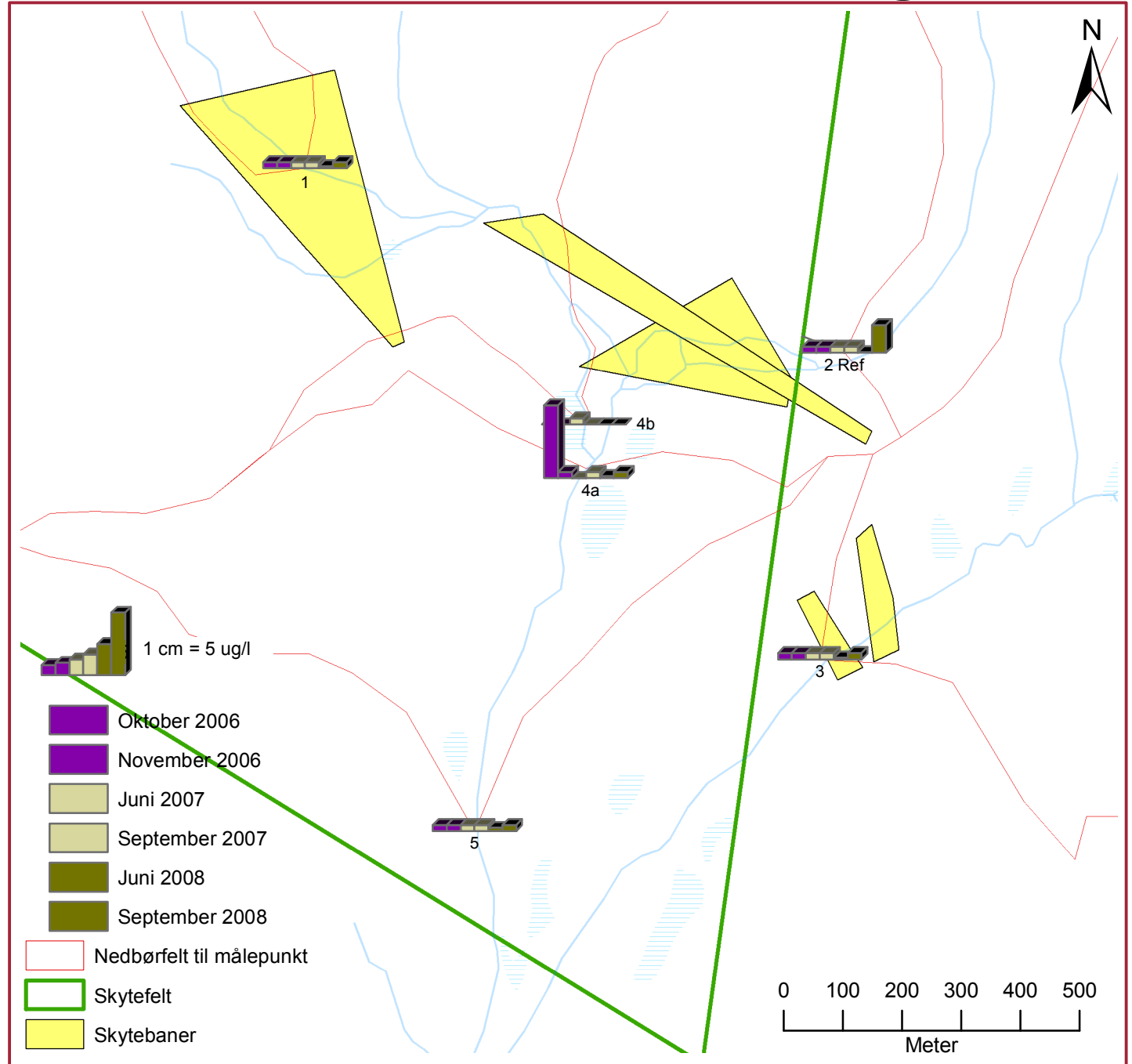
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann





- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Privat veg
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Krafflinje
- Jernbane

# Remmedalen skytefelt Kobber



Middellavrenning l/s	okt. 06 [ug/l]	nov. 06 [ug/l]	jun. 07 [ug/l]	sep.07 [ug/l]	jun. 08 [ug/l]	sep.08 [ug/l]
1	19	< 1	< 1	< 1	0.17	< 1
2 Ref	77	< 1	< 1	< 1	< 0.1	2.22
3	87	< 1	< 1	< 1	0.16	< 1
4a	236	5.8	< 1	< 1	0.17	< 1
4b	106	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
5	262	< 1	< 1	< 1	0.27	< 1



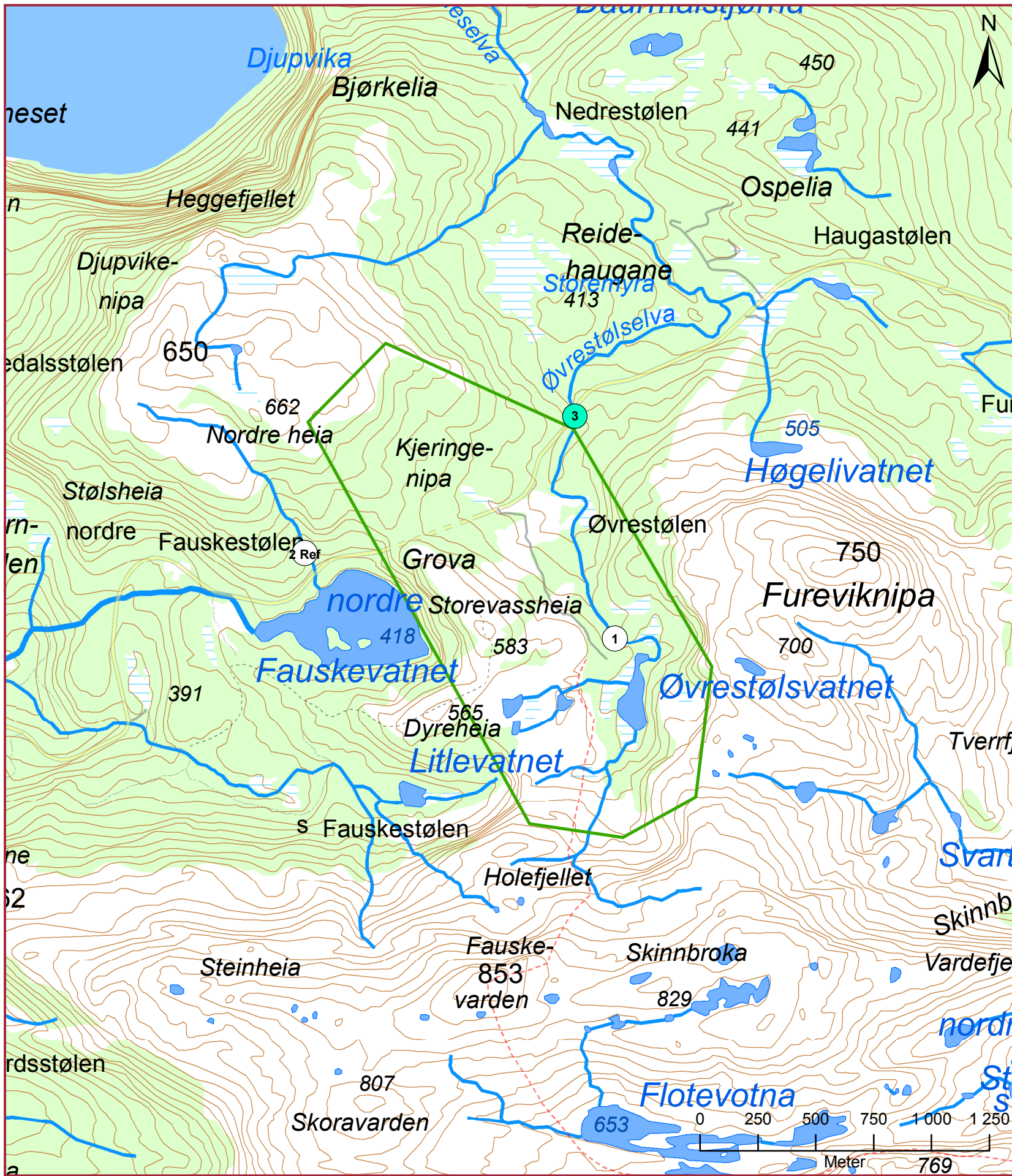
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Remmedalen, 2006 - 2008

Stasjon	Parameter	Enhet	1					2 ref					3					4a				4b	5					
			05.10.2006	06.11.2006	04.06.2007	19.06.2008	01.09.2008	05.10.2006	06.11.2006	04.06.2007	19.06.2008	01.09.2008	05.10.2006	06.11.2006	04.06.2007	19.06.2008	01.09.2008	05.10.2006	06.11.2006	19.06.2008	01.09.2008	04.06.2007	05.10.2006	06.11.2006	04.06.2007	19.06.2008	01.09.2008	
Aluminium, Al	µg/l		37	54	37	29,6	59,7	40	62	40	42	60,1	61	76	i.a	43,6	< 50	46	65	43	< 50	46	43	71	43	44,7	< 50	
Antimon, Sb	µg/l		<1	<1	<1	i.a.	< 0,1	<1	<1	<1	i.a	< 0,1	<1	<1	i.a.	< 0,1	<1	<1	i.a.	< 0,1	<1	<1	<1	<1	<1	i.a	< 0,1	
Arsen As	µg/l		<0,5	<0,5	i.a	<0,05	< 1	<0,5	<0,5	i.a	0,06	< 1	<0,5	<0,5	i.a	< 0,5	< 1	< 0,5	<0,5	< 0,05	< 1	i.a	<0,5	<0,5	i.a	0,06	< 1	
Hvitt fosfor	µg/l		i.p	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	
Bly Pb	µg/l		<0,5	<0,5	<0,5	0,26	<0,6*	<0,5	<0,5	<0,5	0,05	2,65	<0,5	<0,5	<0,5	0,09	<0,6*	0,52	<0,5	0,09	< 0,6*	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,16	<0,6*
Jern Fe	mg/l		0,035	0,017	0,031	0,099	0,37	0,059	0,022	0,012	0,086	0,05	0,33	0,065	0,03	0,135	0,496	0,12	0,022	0,2	0,156	0,017	0,059	0,041	0,019	0,023	0,059	
Kadmium Cd	µg/l		<0,1*	<0,1*	i.a	< 0,002	< 0,05	<0,1*	<0,1*	i.a	< 0,002	<0,05*	<0,1*	<0,1*	i.a	< 0,002	<0,05	<0,1*	<0,1*	< 0,002	< 0,05	i.a	<0,1*	<0,1*	i.a	0,004	<0,05*	
Kalsium, Ca	mg/l		0,5	i.a	i.a	0,17	1,11	1,7	i.a.	i.a	0,11	0,36	1,1	i.a	i.a	0,21	0,78	0,68	i.a.	0,208	0,78	i.a	0,72	i.a	0,23	0,78		
Kobber Cu	µg/l		<1*	<1*	<1*	0,17	<1*	<1*	<1*	<1*	< 0,1	2,22	<1*	<1*	<1*	0,16	<1*	5,8	<1*	0,17	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	0,27	<1*	
Konduktivitet	mS/m		1,81	1,38	i.a	0,8	2,6	2,19	1,38	i.a	0,6	1,4	2,69	1,38	i.a	1,0	2,2	2,19	1,38	1	2,2	i.a	2,31	1,38	i.a	1,0	2,1	
Krom Cr	µg/l		<1*	<1*	i.a	< 0,01	< 0,9*	<1*	<1*	i.a	< 0,01	< 0,9*	<1*	<1*	i.a	0,01	< 0,9*	<1*	<1*	0,01	< 0,9*	i.a	i.a	1,3	i.a	< 0,01	< 0,9*	
Mangan Mn	µg/l		2,1	< 1	1,3	0,43	7,28	1,2	1,8	< 1	0,37	1	7,4	2,5	1,2	1,00	2,85	2,9	1,6	1	2,85	< 1	1,1	1,8	< 1	0,72	1,07	
Nikkel Ni	µg/l		<1*	<1*	i.a	0,06	<0,6*	<1*	<1*	i.a	< 0,05	<0,6*	<1*	<1*	i.a	0,09	<0,6*	<1*	<1*	0,08	< 0,6*	i.a	<1*	<1*	i.a	0,08	<0,6*	
pH	ph		6,6	6,5	6,1	6,2	6,7	6,8	6,3	6,1	6,0	6,2	7,3	6,1	i.a	6,2	6,5	6,8	6,2	6,2	6,4	i.a	6,8	6,1	i.a	6,2	6,6	
Sink Zn	µg/l		<5	5,7	<5	2,52	< 4	<5	<5	<5	0,71	10,8	<5	<5	<5	1,59	< 4	9,5	<5	1,59	< 4	<5	<5	<5	<5	1,27	< 4	
TOC	mg/l		1,2	i.a	2,2	1,3	3,9	i.a	i.a	1,1	1,4	1,4	3,7	i.a	i.a	1,6	2,3	1,7	i.a.	1,6	2,3	1,4	1,9	i.a	1,3	1,8	2,1	
Sprengstoff	µg/l		i.a.	i.a.	i.a	i.a.	i.p	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a.	i.a	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a	i.a	

i.a Ikke analysert/ikke aktuelt. i.p: ikke påvist  
 \* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

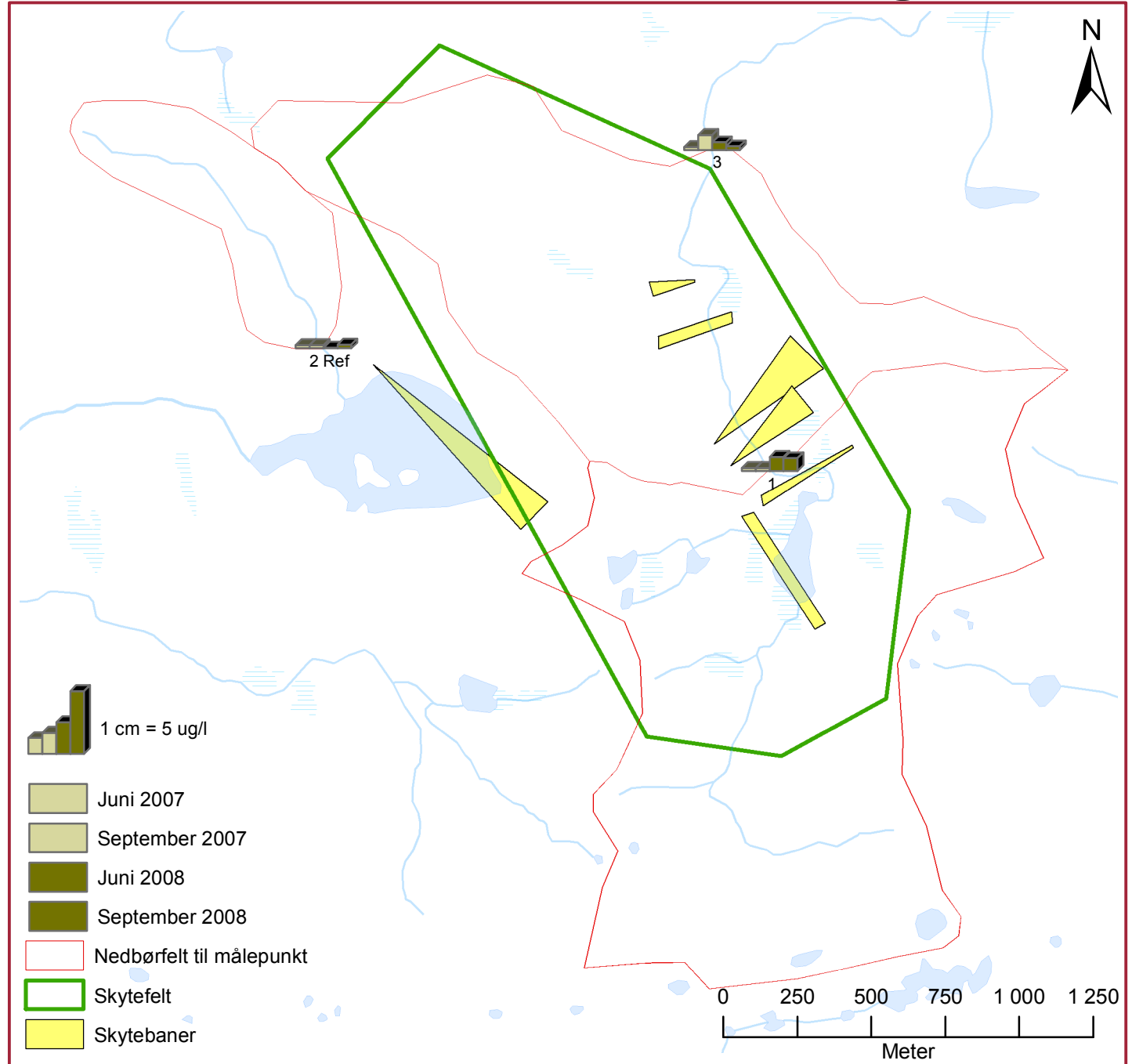




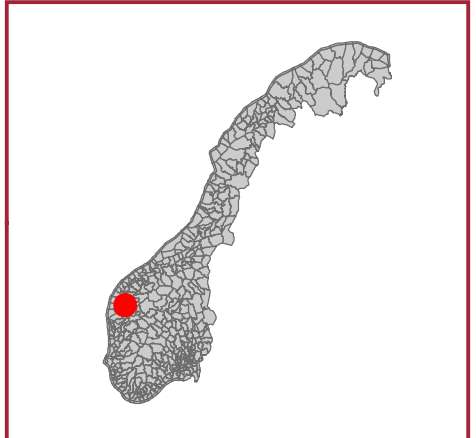
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Styrtsti
- Styrtsti
- Styrtsti
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekke
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

# Kråkenesmarka skytefelt

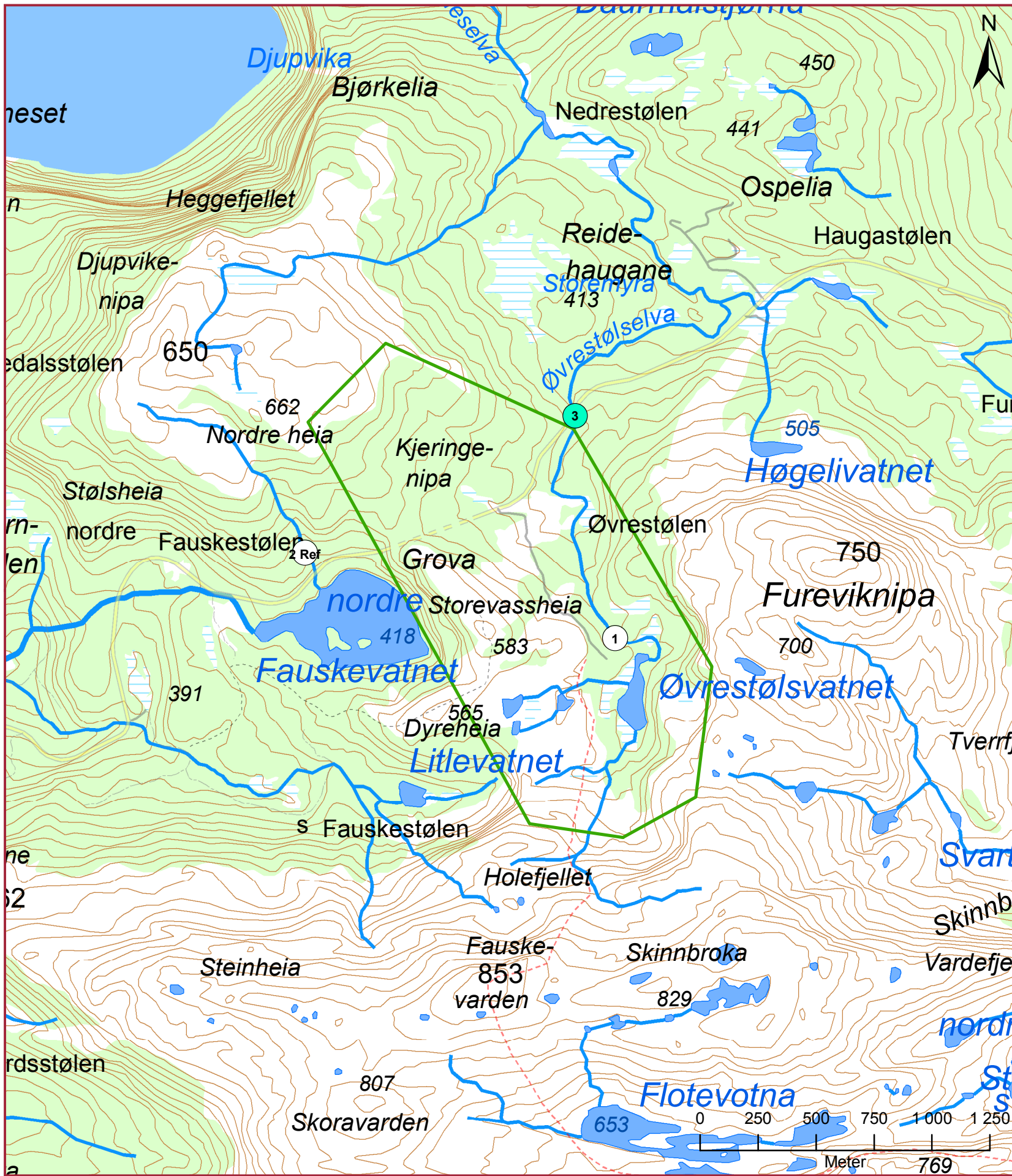
## Bly



	Middelavrenning l/s	jun.07 [ug/l]	sep.07 [ug/l]	jun.08 [ug/l]	sep.08 [ug/l]
1	175	0	<0.5	1.11	1.02
2 Ref	29	<0.5	<0.5	0.05	<0.6
3	297	<0.5	1.20	0.62	<0.6

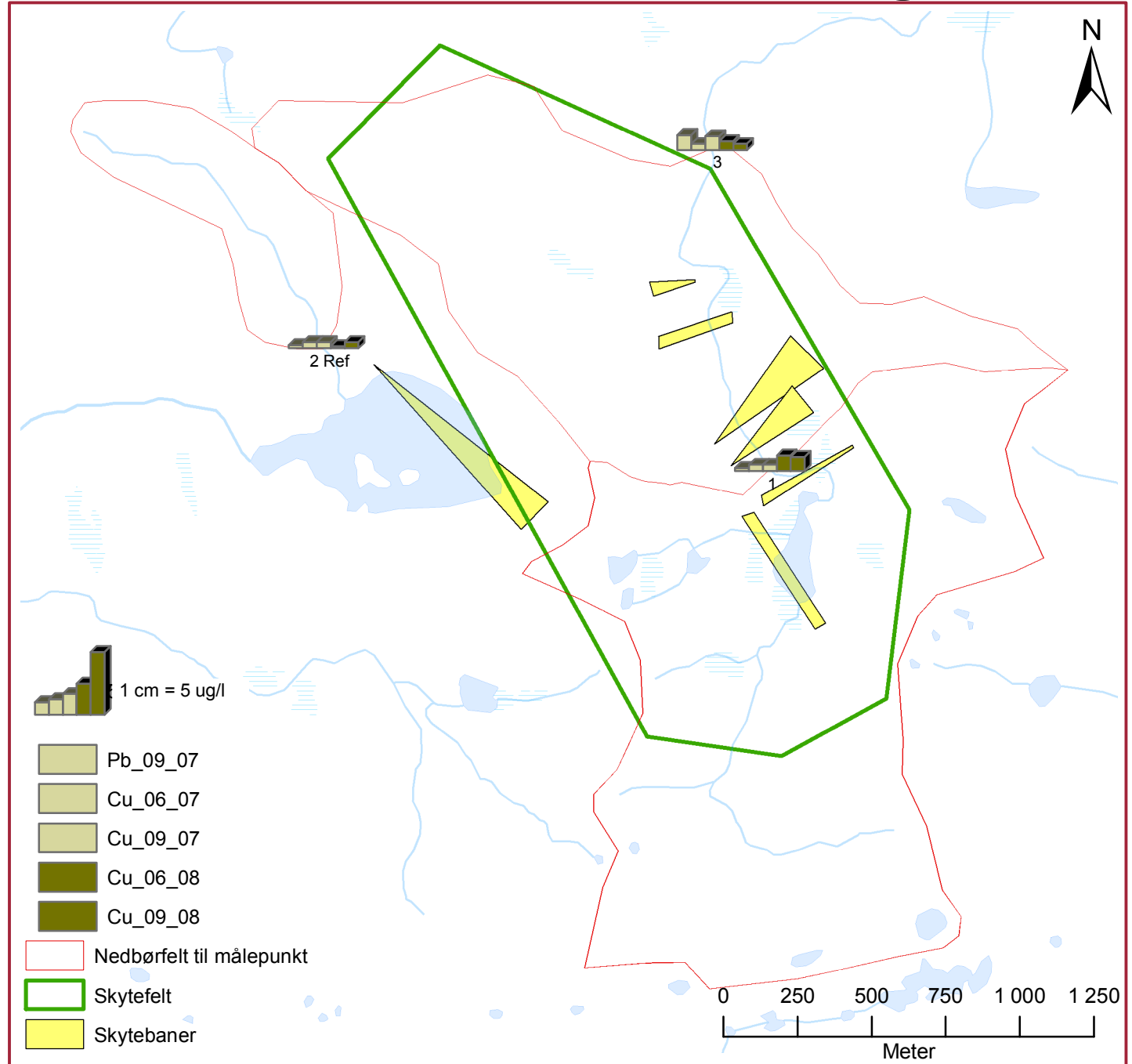




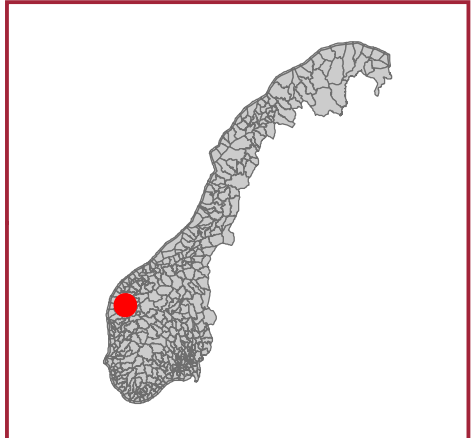


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

# Kråkenesmarka skytefelt Kobber



	Middelavrenning l/s	jun.07 [ug/l]	sep.07 [ug/l]	jun.08 [ug/l]	sep.08 [ug/l]
1	175	<1	<1	1.23	1.12
2 Ref	29	<1	<1	0.18	<1
3	297	<1	1.1	0.71	<1



**Analyseresultater for Kråkenesmarka, 2007 - 2008**

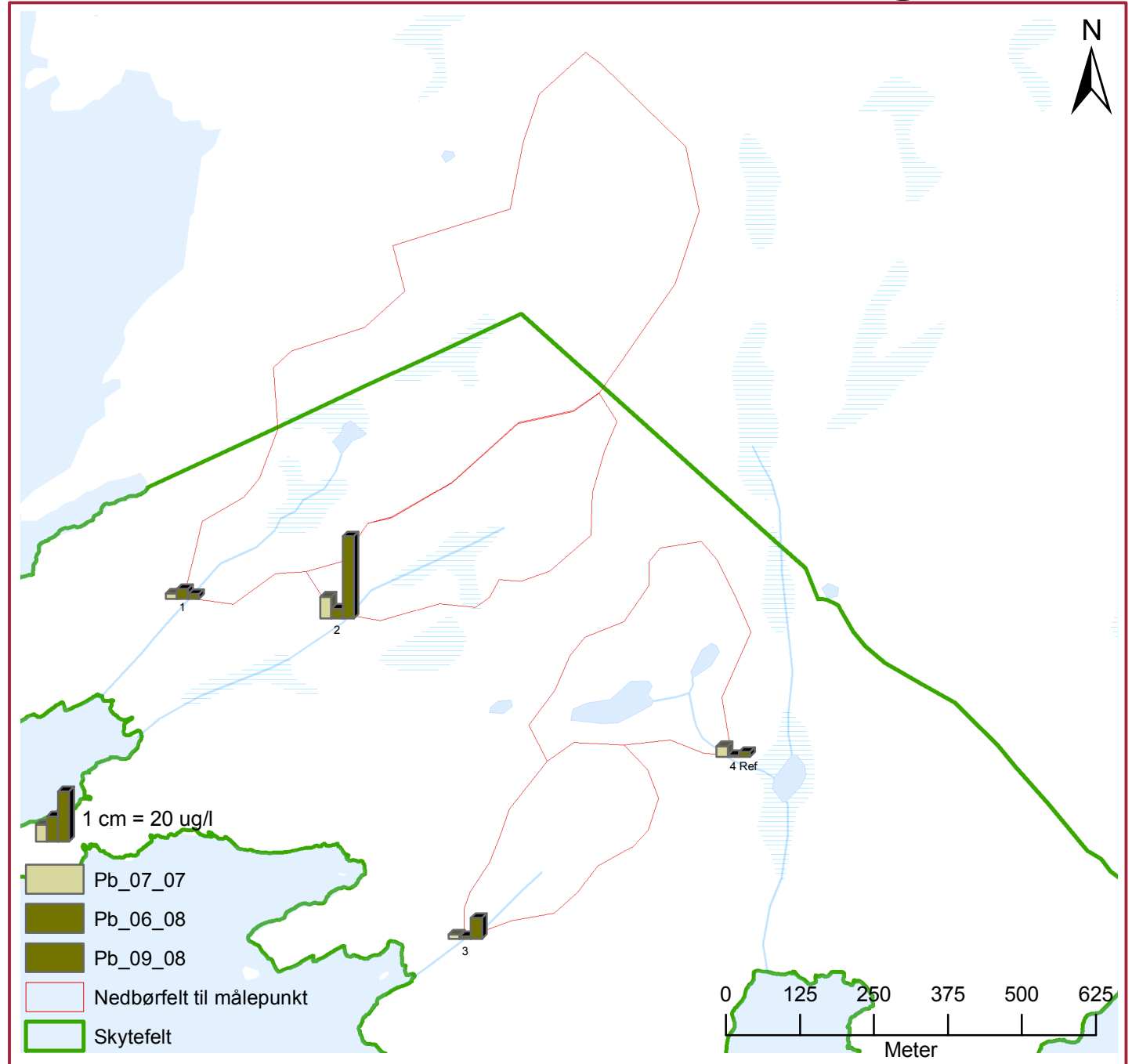
Stasjon	Parameter	Enhet	1				2 ref				3			
			04.06.2007	13.09.2007	19.06.2008	01.09.2008	04.06.2007	13.09.2007	19.06.2008	01.09.2008	04.06.2007	13.09.2007	19.06.2008	01.09.2008
	Aluminium, Al	µg/l	48	90	52	i.a.	58	80	33	i.a.	58	120	90	i.a.
	Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	0,23	0,21	<1	<1	< 0,05	< 0,1	<1	<1	0,06	<0,1
	Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	i.a.	<0,5	<0,5	0,07	i.a.	<0,5	<0,5	< 0,5	i.a.
	Hvitt fosfor	µg/l	i.p	i.p	i.a	i.a.	i.a.	i.a.	i.a	i.a.	i.a.	i.a	i.a	i.a.
	Bly Pb	µg/l	<0,5	<0,5	1,11	1,02	<0,5	<0,5	0,05	<0,6*	<0,5	1,2	0,62	<0,6*
	Jern Fe	mg/l	0,023	0,066	0,035	0,066	0,04	0,063	0,046	0,091	0,04	0,12	0,111	0,214
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	< 0,002	i.a.	<0,1*	<0,1*	< 0,002	i.a.	<0,1*	<0,1*	<0,002	i.a.
	Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	0,36	0,57	1,02		0,61	0,62	0,91		0,49	0,57	1,24
	Kobber Cu	µg/l	<1*	<1*	1,23	1,12	<1*	<1*	0,18	<1*	<1*	1,1	0,71	<1*
	Konduktivitet	mS/m	i.a.	i.a.	1,6	1,9	i.a.	i.a.	2,3	2,3	i.a.	i.a.	1,4	2
	Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	0,02	i.a.	<1*	<1*	0,03	i.a.	<1*	<1*	< 0,01	i.a.
	Mangan Mn	µg/l	<1	<1	1,33	i.a.	<1	3,6	2,62	i.a.	<1	<1	2,16	i.a.
	Nikkel Ni	µg/l	<1*	<1*	0,2	i.a.	<1*	<1*	< 0,05	i.a.	<1*	<1*	0,16	i.a.
	pH	pH	i.a.	5,8	6,41	6,37	i.a.	6,5	6,32	6,41	i.a.	6,1	6,22	6,63
	Sink Zn	µg/l	<5	<5	4,18	<4	<5	<5	1,4	<4	<5	5,2	8,55	9,83
	TOC	mg/l	1,5	7	2,6	2	1,6	3,4	2,8	2,8	1,6	4	5,1	4
	Sprengstoff	µg/l	i.a.	i.a.	i.a	i.a.	i.a.	i.a.	i.a	i.a.	i.p	i.a.	i.a	i.a.

i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

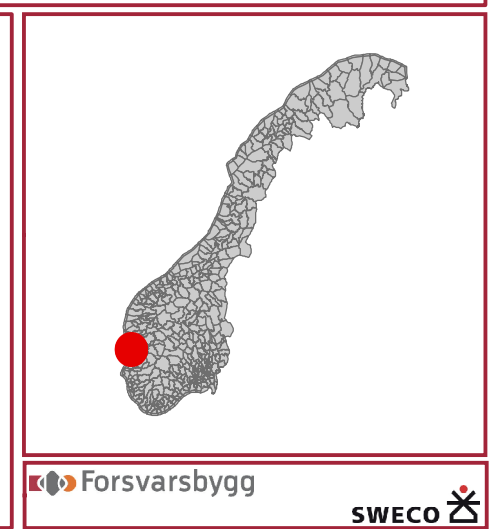
\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I



# Korsnes skytefelt Bly



	Middelavrenning l/s	jul.07 [ug/l]	jun.07 [ug/l]	sep.07 [ug/l]
1	0.32	2.1	3.87	1.87
2	0.10	8.7	3.89	32.8
3	0.08	1.7	0.98	8.29
4 Ref	0.06	4.2	0.62	1.9



- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Privat veg
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

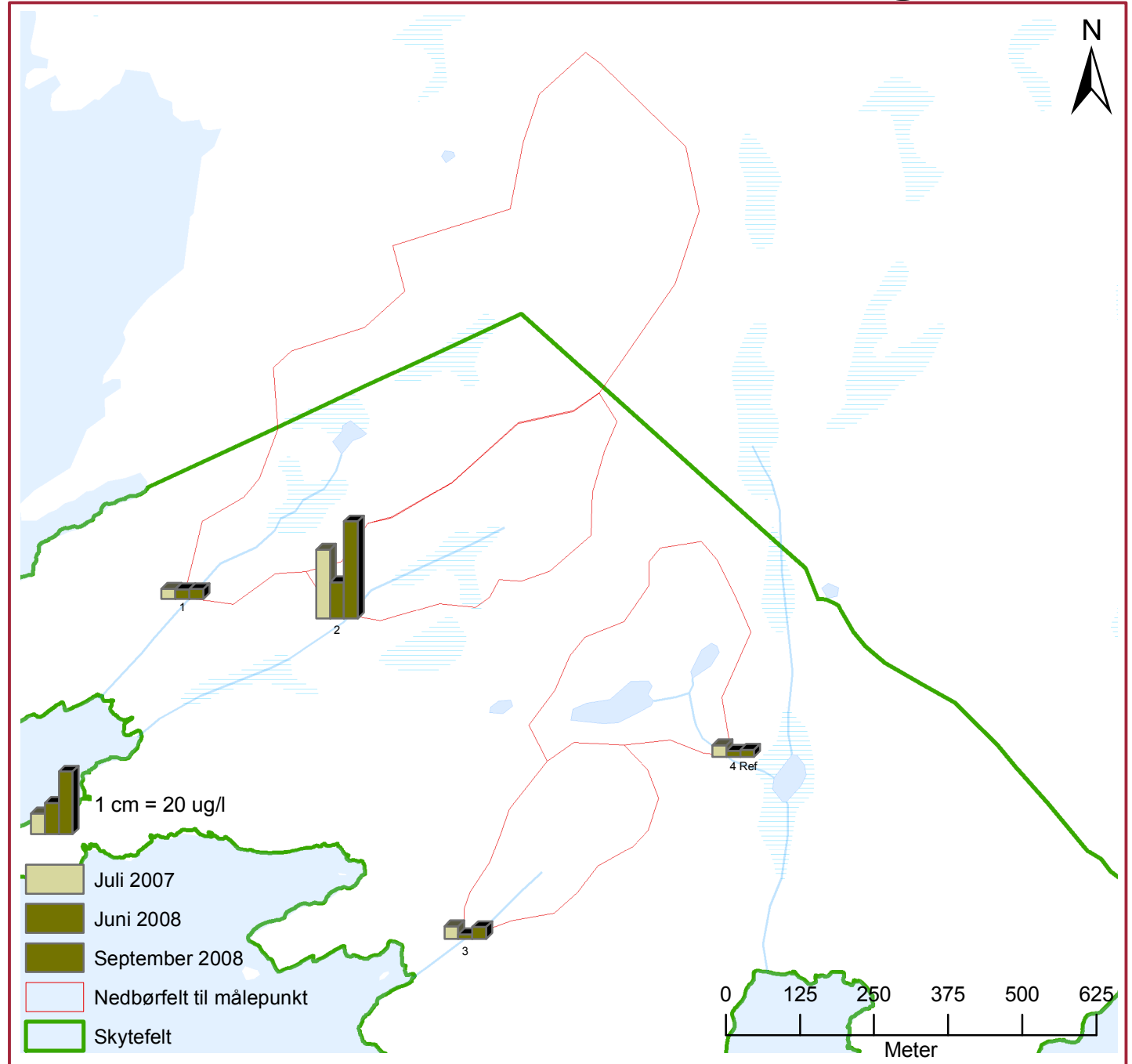
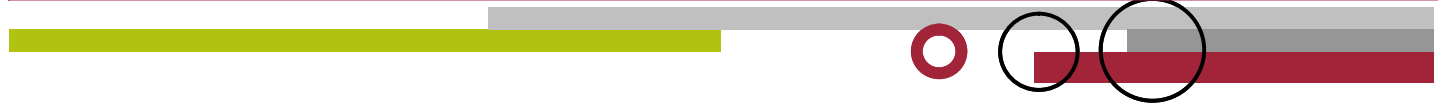
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



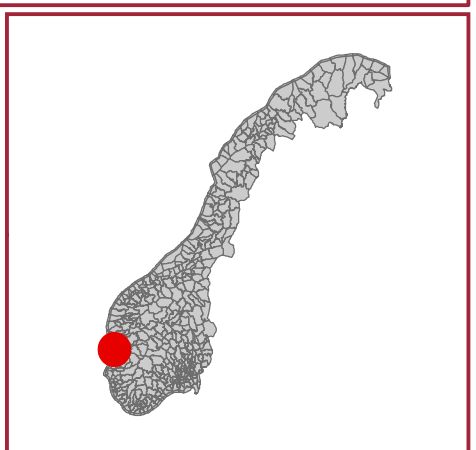


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

# Korsnes skytefelt Kobber



Middelavrenning l/s	jul.07 [ug/l]	jun.07 [ug/l]	sep.07 [ug/l]	
1	0.32	3.2	3.07	3.11
2	0.10	22	11.6	31
3	0.08	4	1.44	3.73
4 Ref	0.06	3.6	1.93	2.26

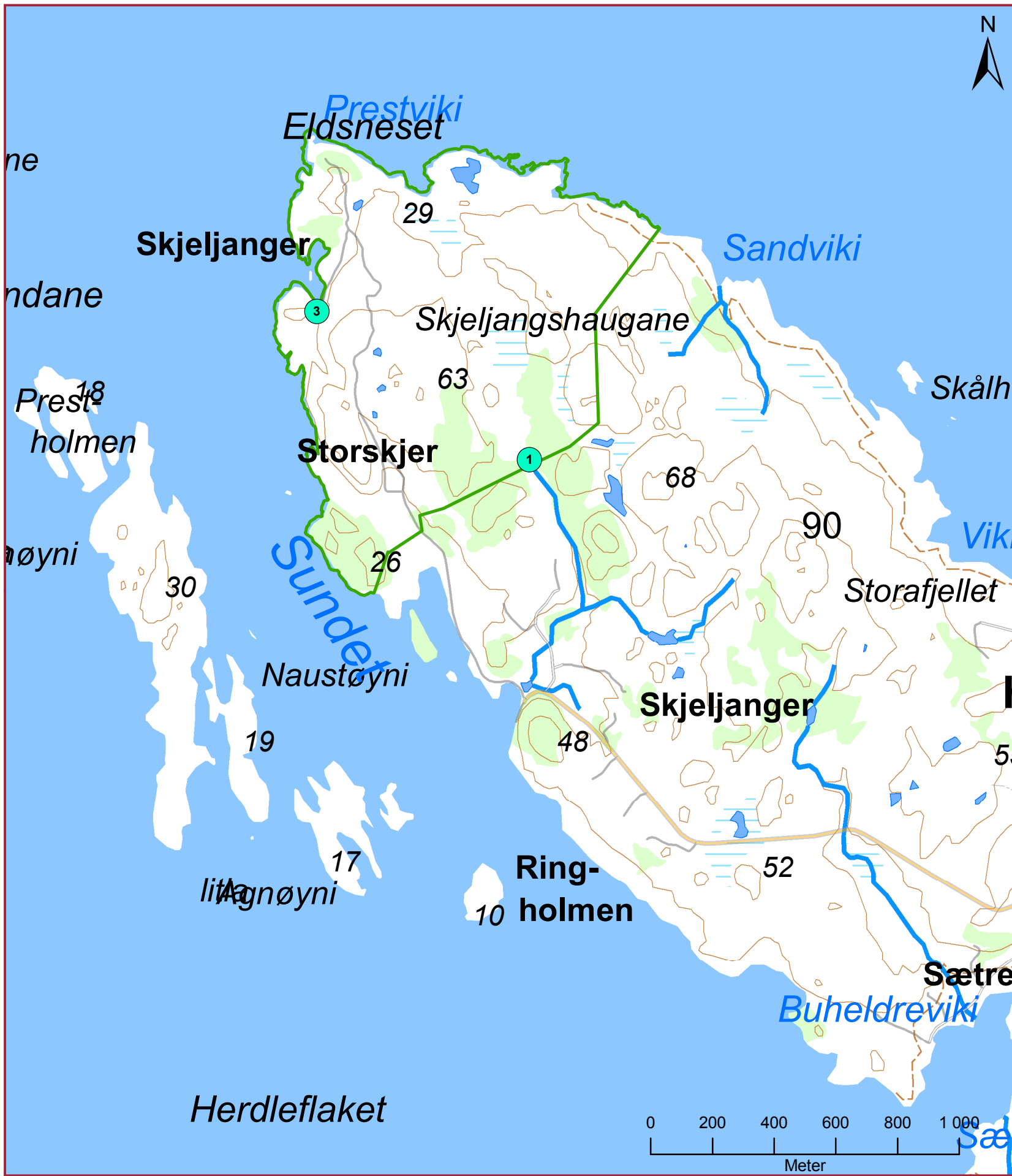


**Analyseresultater for Korsnes, 2007 - 2008**

Stasjon	Parameter	Enhhet	1			2			3			4 ref		
			03.07.2007	16.06.2008	18.09.2008	03.07.2007	16.06.2008	18.09.2008	03.07.2007	16.06.2008	18.09.2008	03.07.2007	16.06.2008	18.09.2008
	Aluminium, Al	µg/l	160	183	241	380	193	1660	200	178	881	510	159	478
	Antimon, Sb	µg/l	<1	0,32	0,39	<1	0,48	0,74	<1	0,07	0,12	i.a.	0,07	< 0,1
	Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	< 1	<0,5	<0,5	< 1	0,54	< 0,5	< 1	0,6	< 0,5	< 1
	Sprengstoff	µg/l	i.a.	i.a.	i.p	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	Bly Pb	µg/l	2,1	3,9	1,9	8,7	3,9	33	1,7	0,98	8,3	4,2	0,62	1,9
	Jern Fe	mg/l	0,56	1,1	0,6	1,1	0,23	2,0	0,36	0,30	8,3	2,2	0,16	0,78
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	0,01	<0,05*	<0,1*	0,015	0,07	<0,1*	0,02	<0,05*	<0,1*	0,03	< 0,05*
	Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	1,5	1,0	i.a.	2,7	3,2	i.a.	3,5	3,5	i.a.	2,0	1,2
	Kobber Cu	µg/l	3,2	3,1	3,1	22	12	31	4,0	1,4	3,7	3,6	1,9	2,3
	Konduktivitet	mS/m	8,3	8,1	6,0	8,4	9,5	7,8	14	11	9,7	8,7	7,9	6,6
	Krom Cr	µg/l	<1*	0,08	< 0,9*	<1*	0,25	1,3	<1*	0,17	< 0,9*	<1*	0,17	< 0,9*
	Mangan Mn	µg/l	80	78	37	19	4,4	79	25	10	157	250	20	43
	Nikkel Ni	µg/l	<1*	0,22	<0,6*	1,1	0,48	<0,6*	<1*	0,35	1,57	<1*	0,48	<0,6*
	pH	pH	5,6	6,3	6,2	5,9	6,8	6,6	i.a.	6,9	6,7	6,3	6,5	6,1
	Sink Zn	µg/l	<5	7,2	7,3	23	16	49	19	12	20	13	14	12
	TOC	mg/l	6,3	5,8	7	15	11	11	11	7,9	8,4	6,6	6,1	6,6

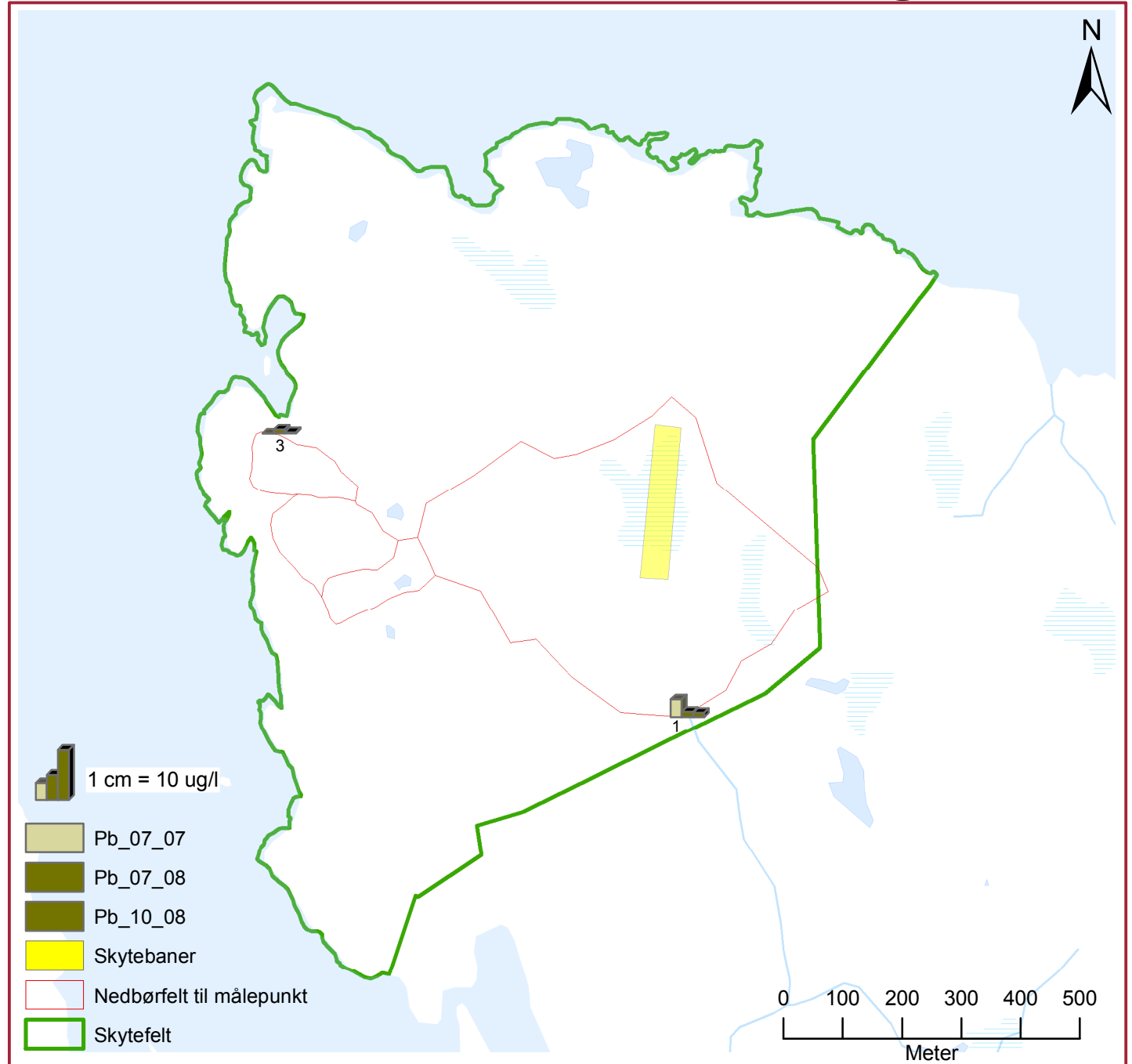
i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

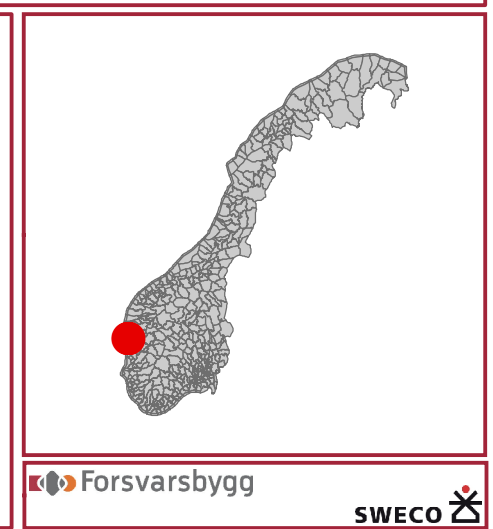


# Skjellanger skytefelt

## Bly



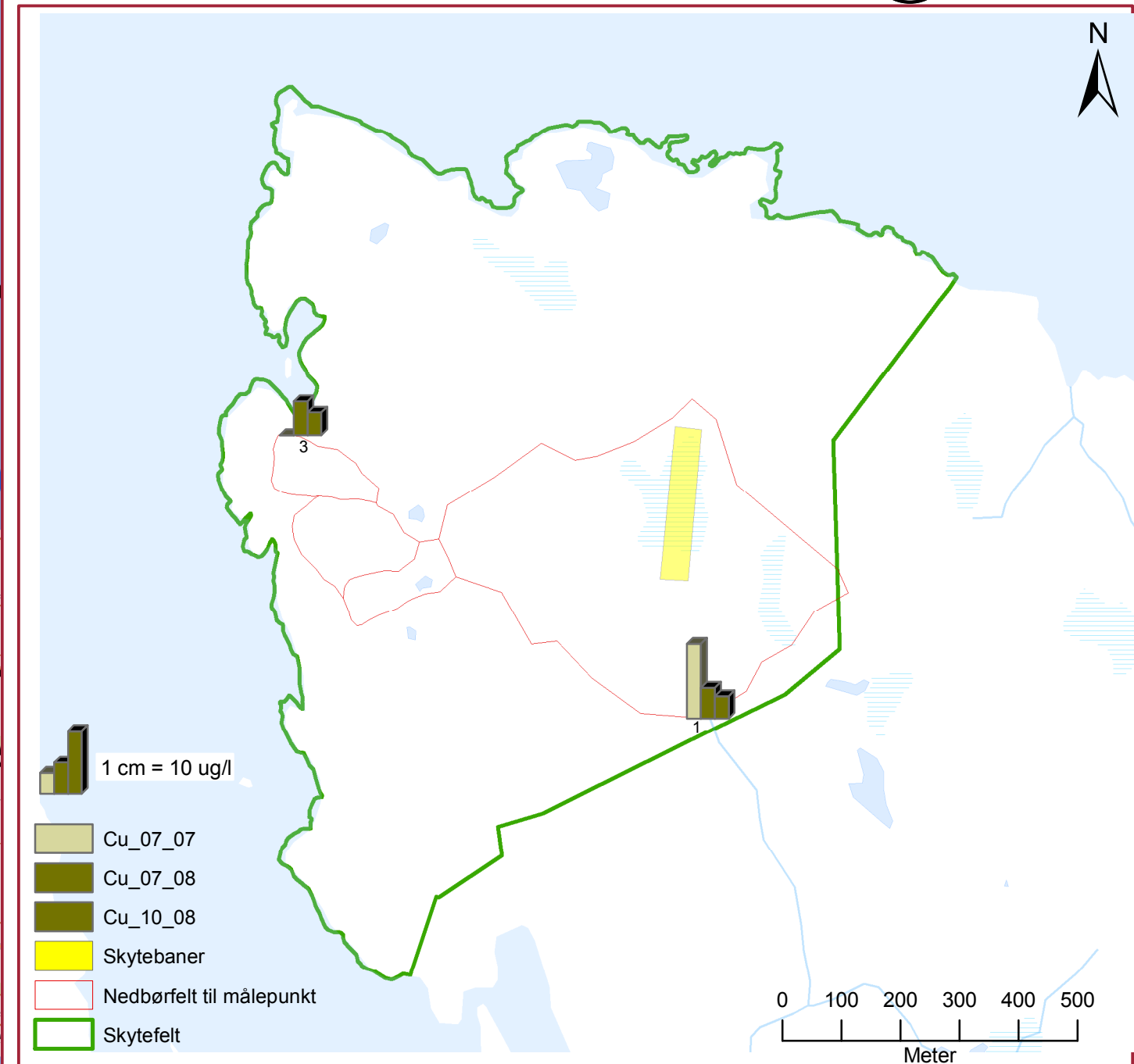
	Middelavrenning l/s	jul. 07 [ug/l]	jul. 08 [ug/l]	okt. 08 [ug/l]
1	0.59	3.6	1.10	0.95
3	0.57		2.39	1.89



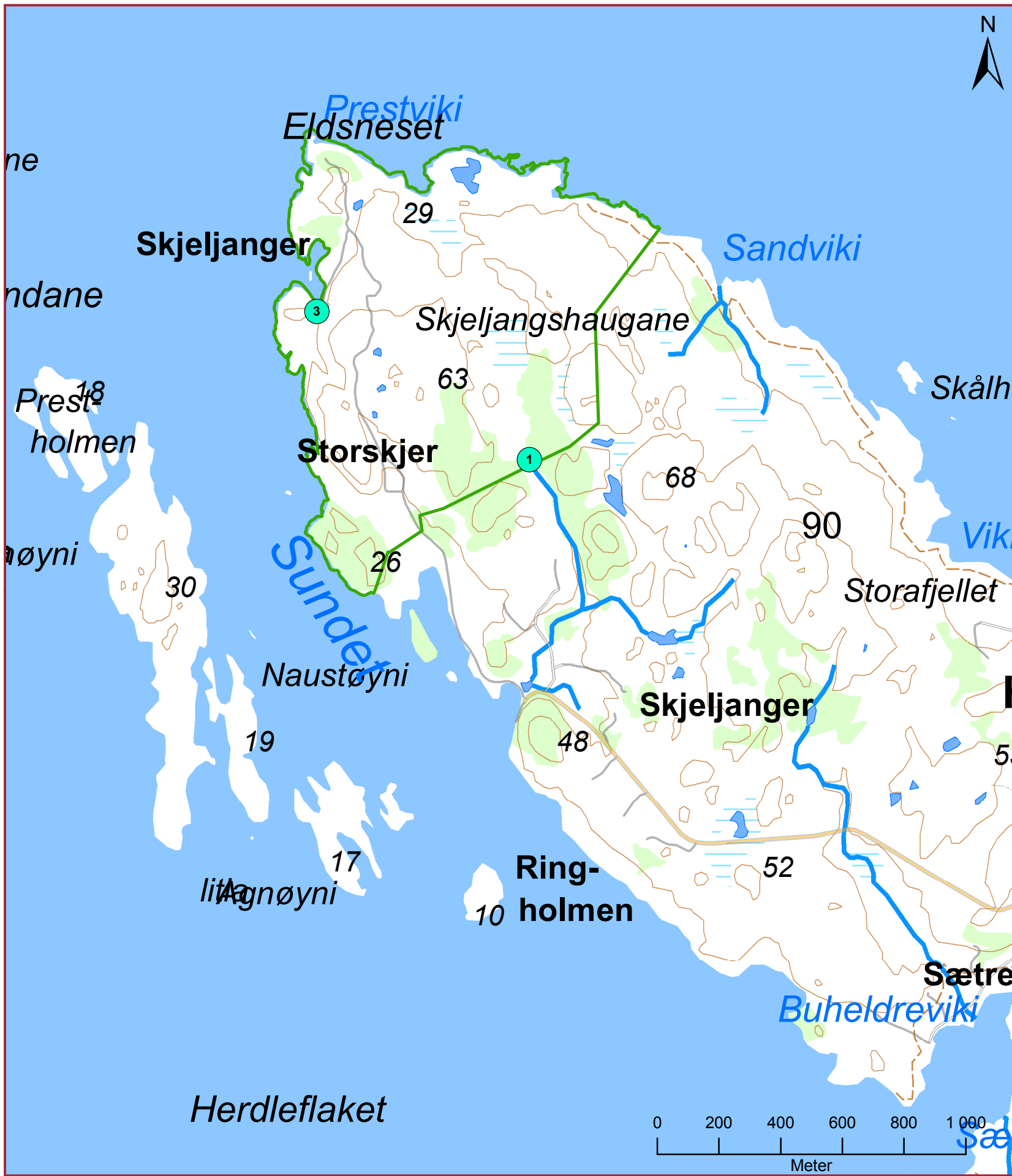
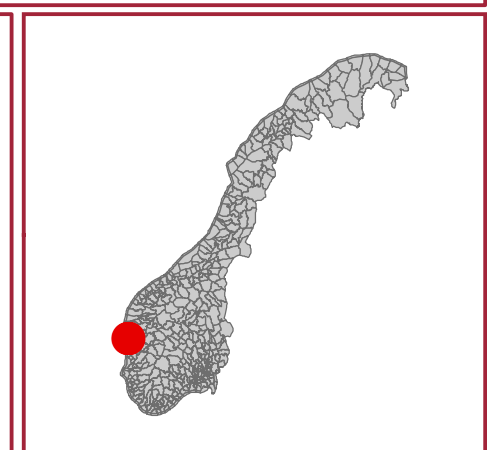
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Privat veg
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

# Skjellanger skytefelt Kobber



	Middelavrenning l/s	jul.07 [ug/l]	jul. 08 [ug/l]	okt. 08 [ug/l]
1	0.59	12	4.97	3.55
3	0.57		3.59	3.38



- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Privat veg
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

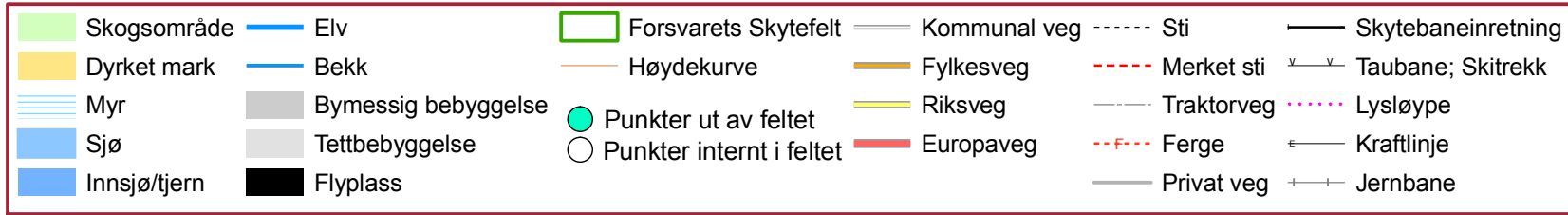
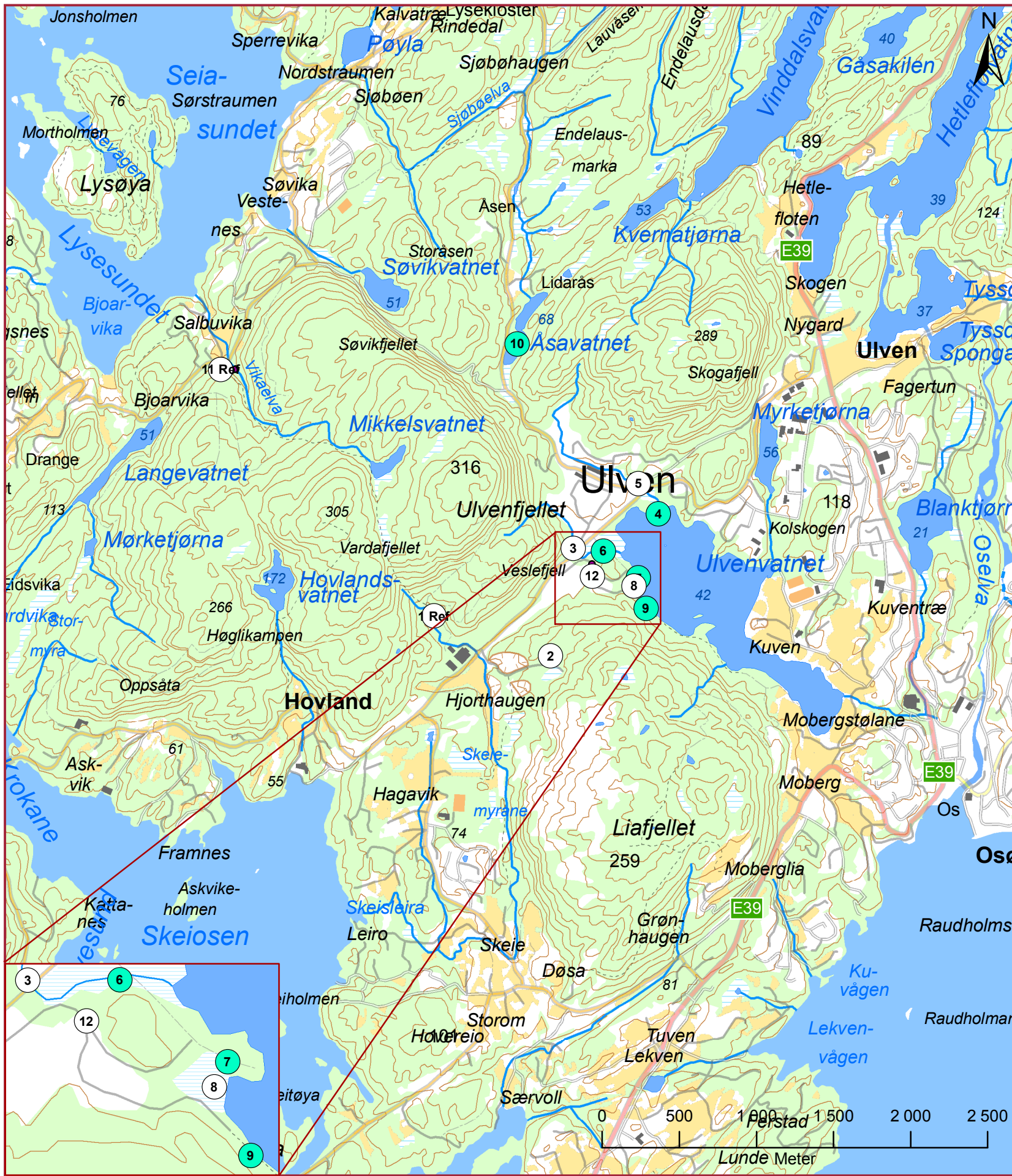


Analyseresultater for Skjellanger, 2007 - 2008

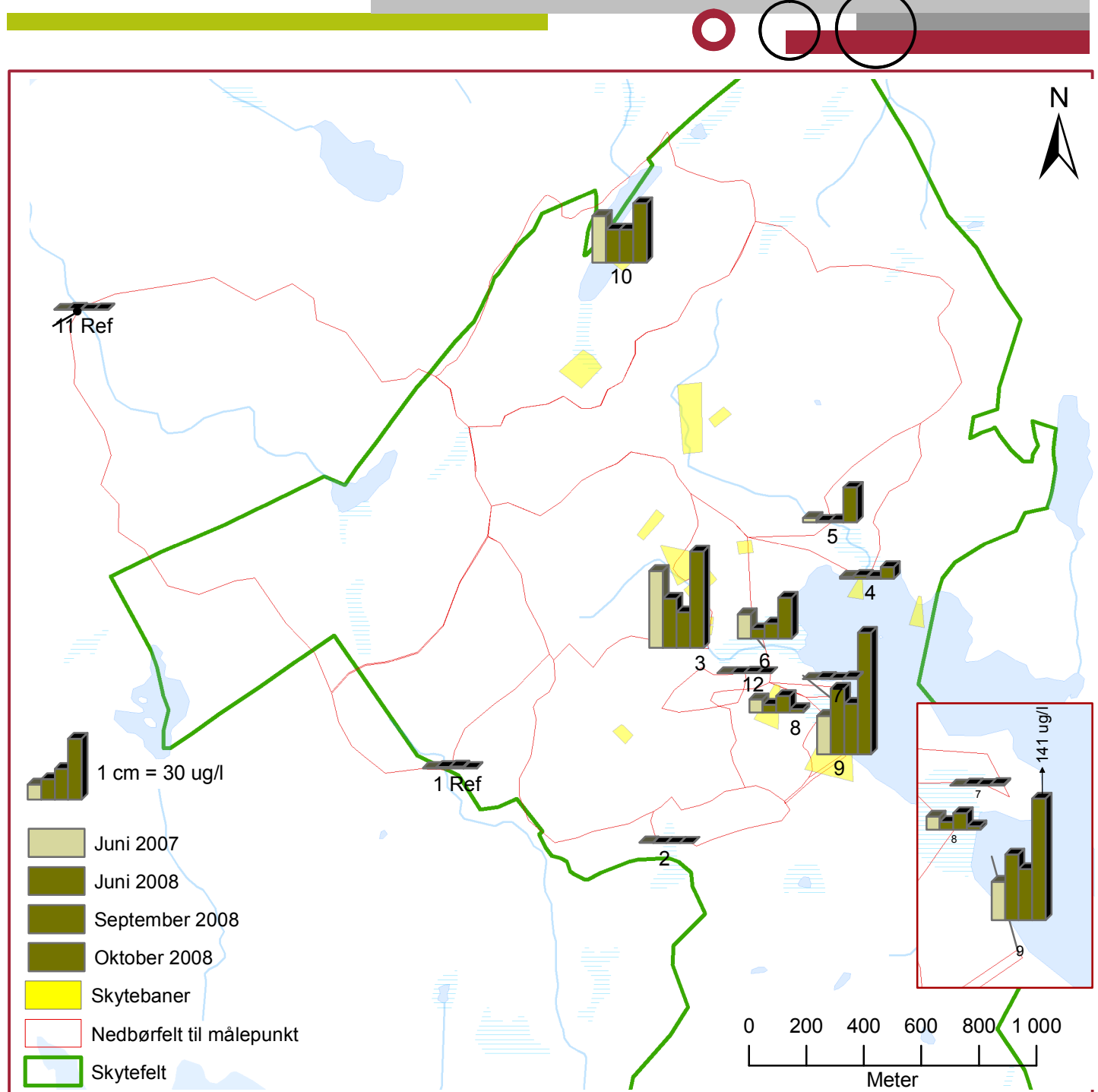
Stasjon	Parameter	Enhet	1			3		
			04.06.2007	04.07.2008	07.10.2008	04.06.2007	04.07.2008	07.10.2008
	Aluminium, Al	µg/l	860	298	166	i.a.	142	463
	Antimon, Sb	µg/l	<1	0,32	0,37	i.a.	0,48	0,178
	Arsen As	µg/l	1,2	<0,5	< 1	i.a.	0,9	< 1
	Bly Pb	µg/l	3,6	1,1	0,95	i.a.	2,4	1,9
	Jern Fe	mg/l	2,3	0,70	0,36	i.a.	0,49	0,54
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	0,01	<0,05*	i.a.	0,062	<0,05*
	Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	1,3	1,3	i.a.	18	16
	Kobber Cu	µg/l	12	5,0	3,6	i.a.	3,6	3,4
	Konduktivitet	mS/m	11	7,1	7,3	i.a.	17	16
	Krom Cr	µg/l	1,2	0,42	< 0,9*	i.a.	0,34	< 0,9*
	Mangan Mn	µg/l	50	15	5,7	i.a.	37	20
	Nikkel Ni	µg/l	5,7	1,97	1,3	i.a.	1,5	1,5
	pH	pH	6,2	6,18	6,2	i.a.	7,3	7,4
	Sink Zn	µg/l	21	8,2	6,3	i.a.	17	11
	TOC	mg/l	32	11	13	i.a.	9,2	6,2

i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

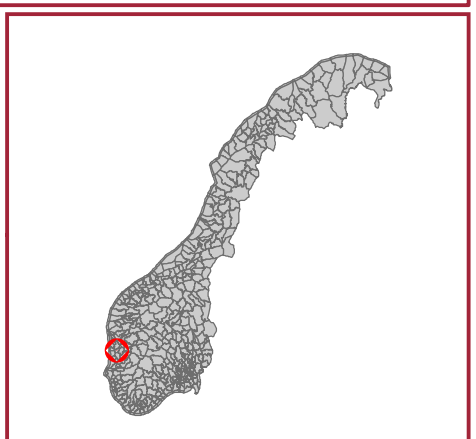
\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I



# Ulven skytefelt Bly

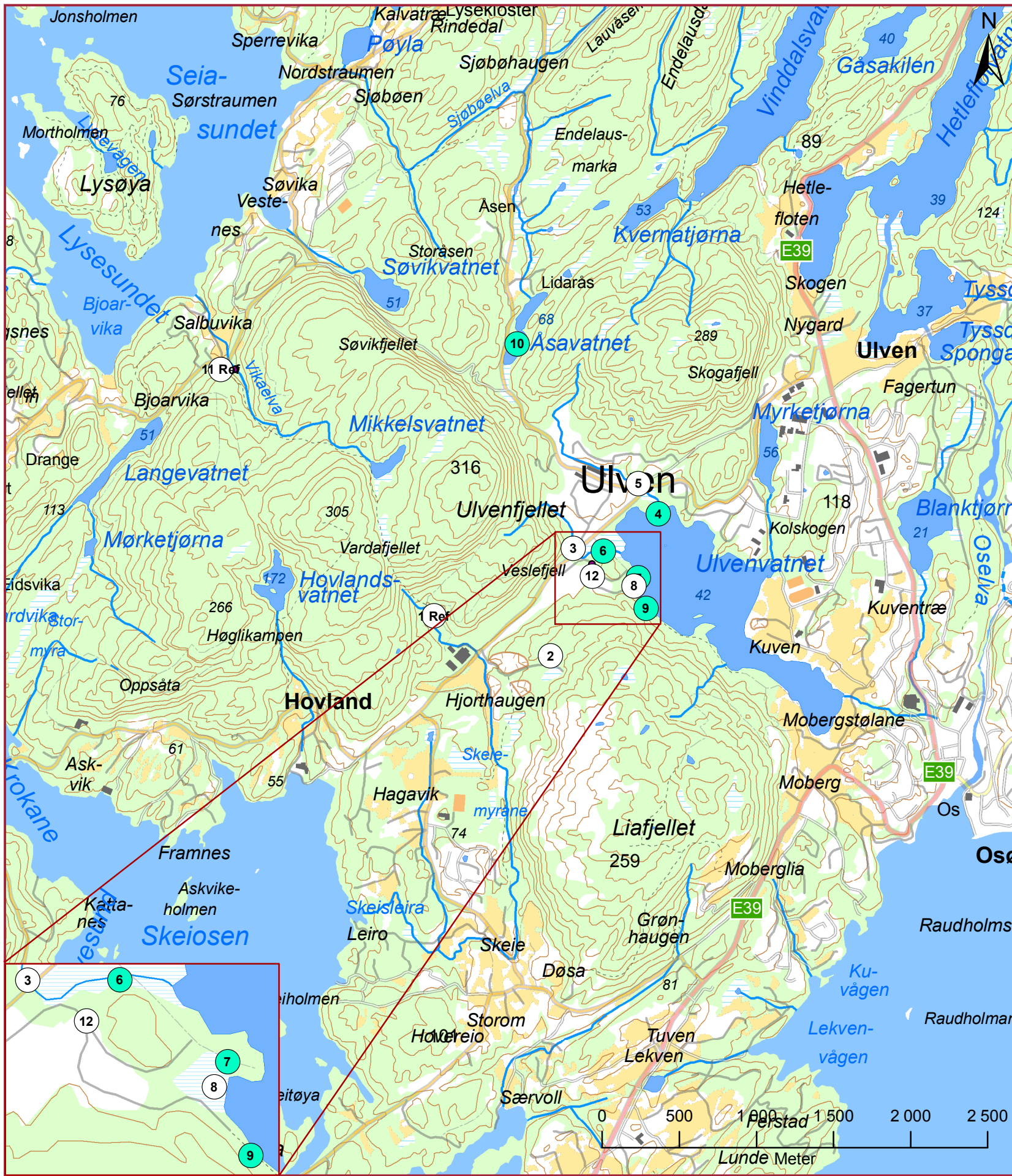


	Middelavrenning l/s	jun.07 [ug/l]	jun. 08 [ug/l]	sep. 08 [ug/l]	okt. 08 [ug/l]
1 Ref	19.39	< 0.5	0.68	0.88	< 0.6
2	3.61	< 0.5			
3	24.57	38	24.40	17.70	47.70
4	71.73	0.87	1.47	0.96	5.71
5	65.40	2.1	0.67	1.03	17.20
6	56.99	12	4.64	7.48	20.1
7	0.41		0.47	0.91	0.71
8	5.86	6.6	3.84	8.23	1.72
9	0.16	19	32.4	25.1	141
10	39.55	23	16.3	16.2	29.2
11 Ref	90.31	< 0.5	0.52	< 0.5	< 0.6
12	1.71				



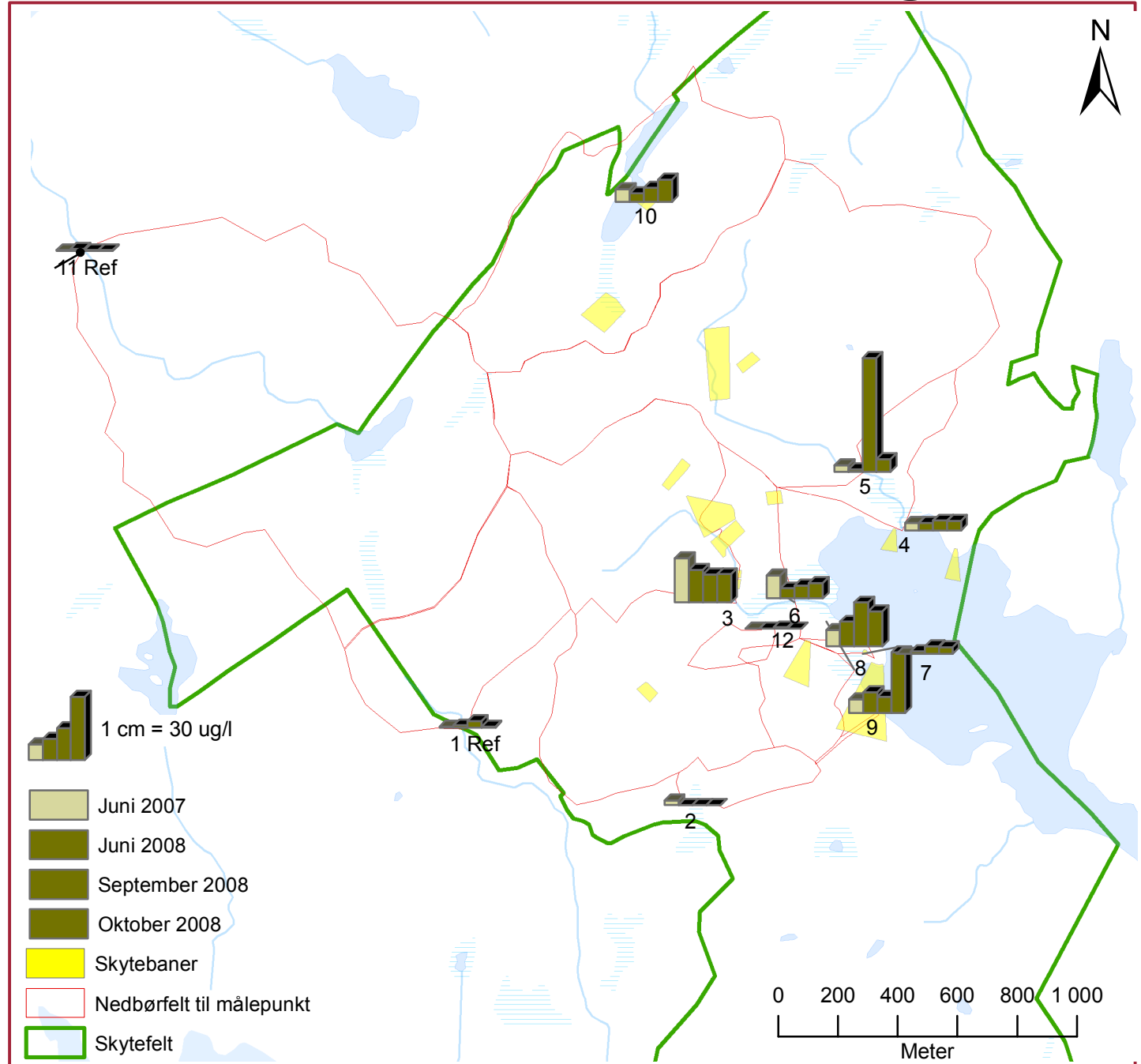
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann





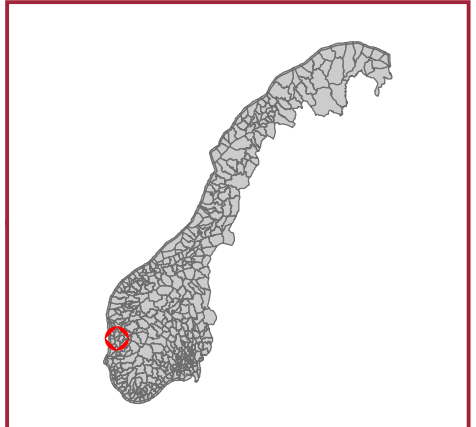
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

# Ulven skytefelt Kobber



	Middelavrenning l/s	jun.07 [ug/l]	jun. 08 [ug/l]	sep. 08 [ug/l]	okt. 08 [ug/l]
1 Ref	19.39	<1*	1.08	3.16	<1*
2	3.61	2.3			
3	24.57	21	15.5	13.3	13.4
4	71.73	3.5	3.54	4.61	4.59
5	65.40	3.1	1.25	2.36	6.02
6	56.99	11	4.82	6.07	7.26
7	0.41		1.23	3.75	3.22
8	5.86	7.7	11.7	20.8	16.6
9	0.16	6.6	9.93	7.76	28.9
10	39.55	5.9	4.08	6.76	10.6
11 Ref	90.31	<1*	1.06	<1*	<1*
12	1.71			<1*	

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

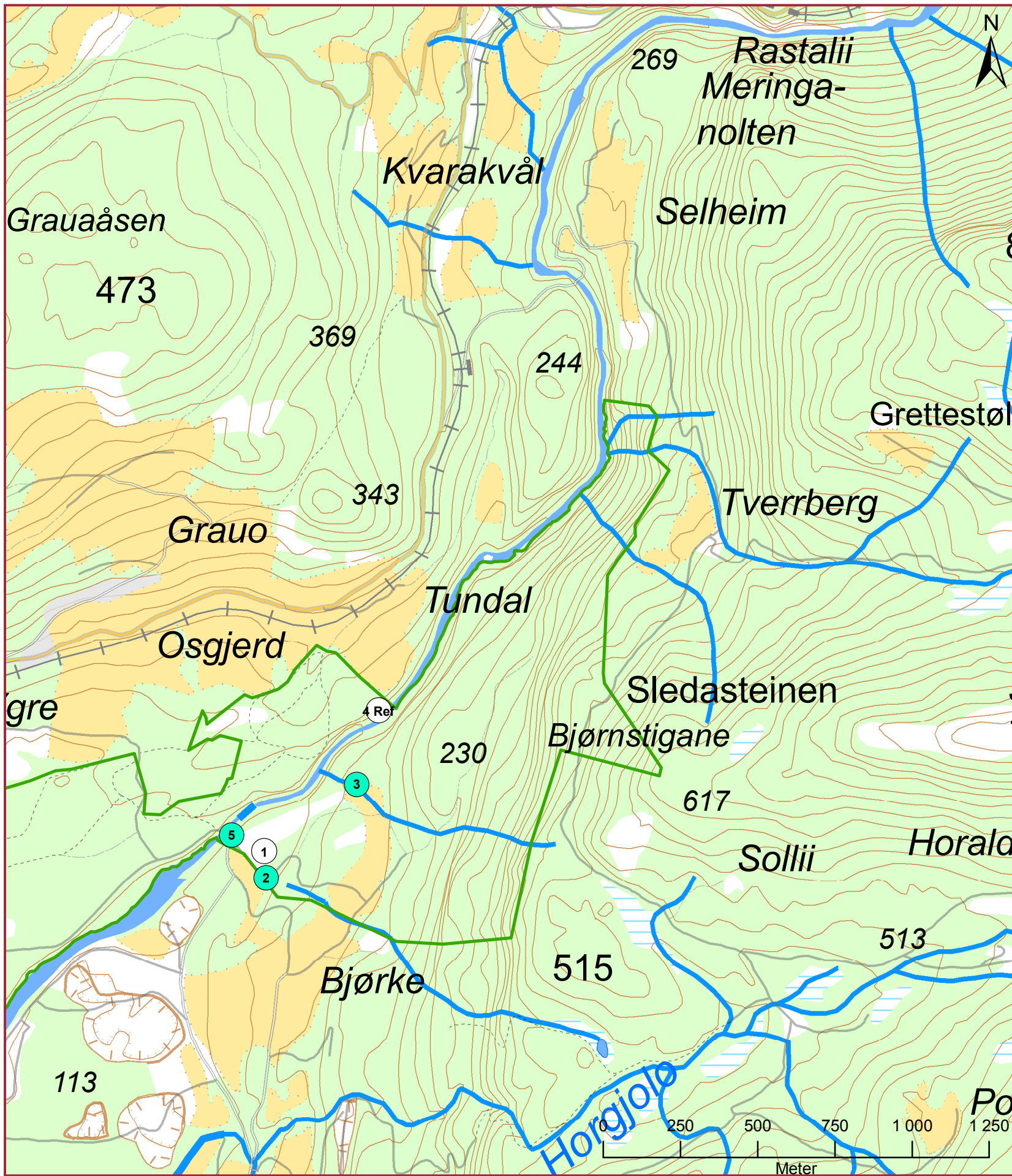


Analyseresultater for Ulven, 2007 - 2008

Stasjon	Parameter	Enhhet	1 Ref				2	3				4				5				6				7		
			04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008		04.06.2007	04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008	04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008	04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008	04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008	16.06.2008	18.09.2008
Aluminium	µg/l		85	47	193	i.a	340	67	62	54,8	i.a	60	47	55,5	i.a	33	7	< 50	i.a	65	25	61,1	i.a	17	123	i.a
Labilt Al	µg/l		13	i.a	i.a	i.a	43	17	i.a	i.a	i.a	< 24	i.a	i.a	i.p.	i.a	i.a	i.a	i.a	< 13	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a
Antimon, Sb	µg/l		<1	0,083	< 0,1	< 0,1	<1	15	8,37	6,67	8,06	1,2	1,38	1,48	1,33	1,1	0,33	0,37	1,71	7	3,48	3,3	4,86	1,04	0,32	0,46
Arsen As	µg/l		<0,5	0,1	< 1	i.a	<0,5	0,25	< 1	i.a	<0,5	0,28	< 1	i.a	<0,5	0,05	< 1	i.a	<0,5	0,19	< 1	i.a	7,7	3,66	i.a	
Hvitt fosfor	µg/l		i.a.	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.p	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.p	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a
Bly Pb	µg/l		<0,5	0,68	0,88	< 0,6*	<0,5	38	24	18	48	0,87	1,47	0,96	5,71	2,1	0,67	1,03	17,20	12	4,64	7,48	20,1	0,47	0,91	0,71
Jern Fe	mg/l		0,27	0,07	0,245	0,65	0,300	0,360	0,517	0,679	1,320	0,026	0,042	0,073	0,146	0,130	0,118	0,170	0,213	0,82	1,270	1,620	0,793	0,200	0,336	0,239
Kadmium Cd	µg/l		<0,1*	< 0,002	0,06	i.a	<0,1*	< 0,002	<0,05*	i.a	<0,1*	< 0,002	<0,05*	i.a	<0,1*	< 0,002	<0,05*	i.a	<0,1*	< 0,002	<0,05*	i.a	<0,002	<0,05*	i.a	
Kalsium, Ca	mg/l		i.a.	2,52	2,79	1,16		10,50	11,90	7,60		i.a.	8,06	10,20	8,25	i.a.	9,29	11,5	5,03	i.a.	12,80	16,60	8,76	45,10	22,40	19,40
Kobber Cu	µg/l		<1*	1,08	3,16	<1*	2,3	21	16	13	13	3,5	3,54	4,61	4,59	3,1	1,25	2,36	6,02	11	4,82	6,07	7,26	1,23	3,75	3,22
Konduktivitet	mS/m		i.a.	5,8	5,3	4,3	i.a	i.a	10,9	11,2	7,8	i.a.	11,3	0,1	9,6	i.a.	15	16,1	7,1	i.a.	15,7	15,8	9,3	35,4	13,7	111
Krom Cr	µg/l		<1*	0,13	< 1*	i.a	<1*	<1*	0,25	> 0,9*	i.a	<1*	0,29	< 0,9*	i.a	<1*	0,05	< 0,9	i.a	<1*	0,19	< 0,9*	i.a	0,39	1	i.a
Mangan Mn	µg/l		4,1	16,9	33,8	i.a	280	140	89,9	190	i.a	6,3	5,14	5,04	i.a	31	27	54,1	i.a	66	265	290	i.a	25,5	14,9	i.a
Nikkel Ni	µg/l		<1*	0,25	2,19	i.a	2,4	1,9	1,88	2,16	i.a	1,6	1,04	3,17	i.a	1,4	0,31	1,47	i.a	1,8	1,23	2,6	i.a	10	16,3	i.a
pH	pH		6,5	7,1	6,8	5,7	5,2	7,1	7,5	7,2	6,79	7,6	7,6	6,5	7,0	7,2	7,4	7,4	6,6	7,4	7,6	7,6	7,0	7,97	7,7	7,3
Sink Zn	µg/l		<5	6,01	18,1	4,53	8,2	16	11,2	11,3	11,8	<5	5,8	8,21	7,87	12	5,68	11,2	17,9	8	5,2	5,36	7,91	8,34	26	9,33
TOC	mg/l		2,5	2,3	2,6	6,6	14	2,1	2	1,1	7,9	3,3	3,8	3,3	7,2	2,1	2,1	< 0,5	7,3	2,9	2,7	1	8,4	12,7	8,4	5,9
Sprengstoff	µg/l		i.a.	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.p	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.p	i.a	i.a

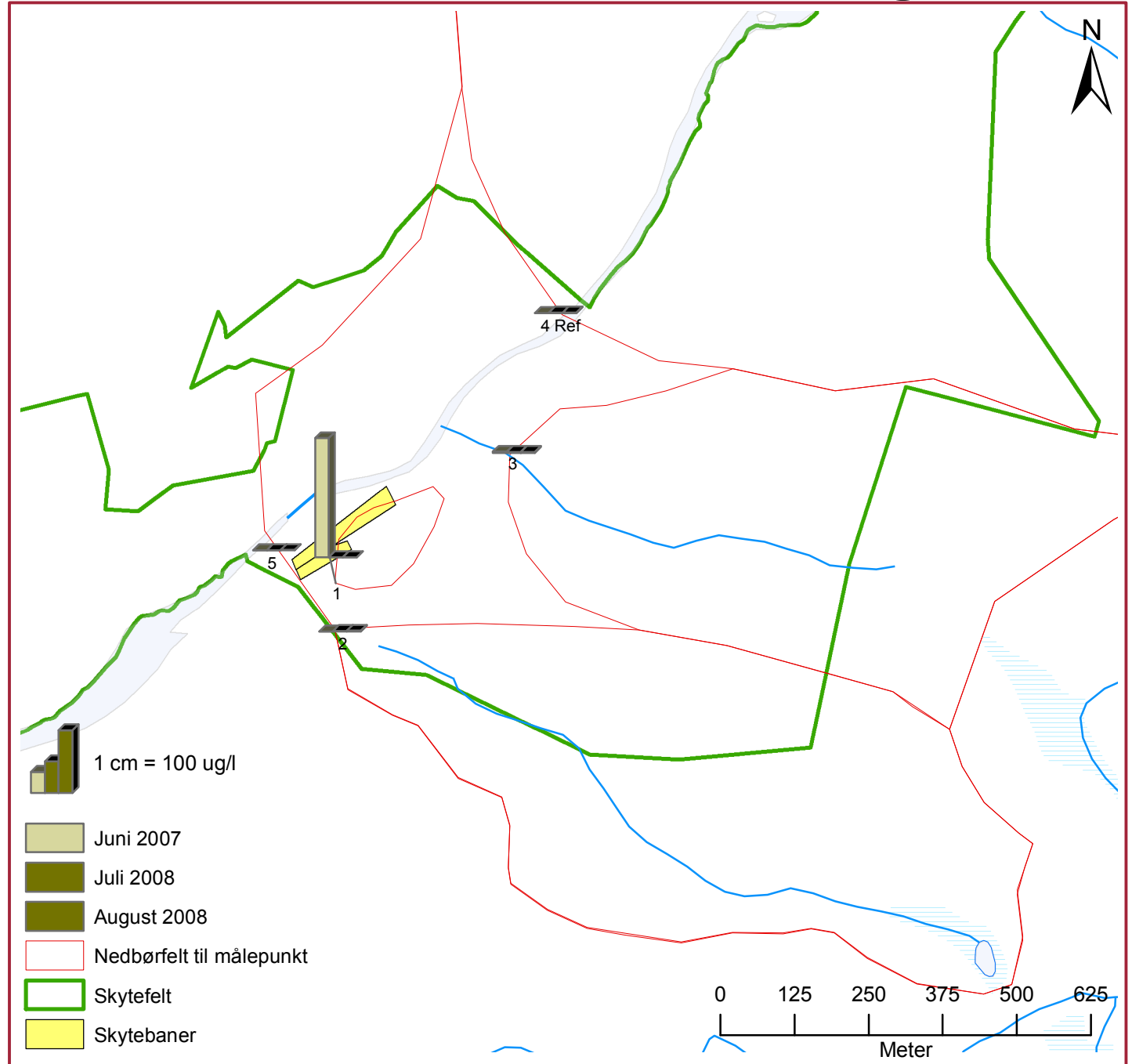
Stasjon	Parameter	Enhhet	8				9				10				11 Ref				12	
			04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008	04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008	04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008	04.06.2007	16.06.2008	18.09.2008	23.10.2008	18.09.2008	
Aluminium, Al	µg/l		140	84	265	i.a	92	128	107	i.a	66	40	88,4	i.a	83	32	74,9	i.a	60	
Labilt Al	µg/l		12	i.a	i.a	i.a	4	i.a	i.a	i.a	< 8	i.a	i.a	i.a	20	i.a	i.a	i.a	i.a	
Antimon, Sb	µg/l		3,7	11,4	2,21	1,62	8,4	18,8	11,9	21,9	9,5	3,55	4,91	5,31	<1	0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Arsen As	µg/l		<0,5	0,33	< 1	i.a	<0,5	0,12	< 1	i.a	<0,5	0,14	< 1	i.a	<0,5	0,12	< 1	i.a	1,83	
Hvitt fosfor	µg/l		i.p	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	
Bly Pb	µg/l		6,6	3,84	8,23	1,72	19	32,4	25,1	141	23	16,3	16,2	29,2	<0,5	0,52	< 0,6*	< 0,6*	< 0,5	
Jern Fe	mg/l		0,610	0,541	1,270	0,238	0,590	0,586	0,952	0,141	0,340	0,498	0,483	0,195	0,025	0,020	0,051	0,160	0,292	
Kadmium Cd	µg/l		<0,1*	0,9	0,36	i.a	<0,1*	0,01	<0,05*	i.a	<0,1*	<0,002	<0,05*	i.a	<0,1*	< 0,002	<0,05*	i.a	<0,05*	
Kalsium, Ca	mg/l		i.a.	5,75	4,44	4,63	i.a.	3,77	5,15	1,57	i.a.	2,93	2,90	2,03	i.a.	2,89	3,53	1,69	48,90	
Kobber Cu	µg/l		7,7	11,7	20,8	16,6	6,6	9,93	7,76	28,9	5,9	4,08	6,76	10,6	<1*	1,06	<1*	<1*	<1*	
Konduktivitet	mS/m		i.a.	9	4,7	5,4	i.a.	7,6	7,6	4,4	i.a.	10,6	5,8	4,6	i.a.	6,1	5,9	4,5	30,4	
Krom Cr	µg/l		<1*	0,08	0,92	i.a	<1*	0,71	< 0,9*	i.a	<1*	0,21	< 0,9*	i.a	<1*	0,19	< 0,9*	i.a	< 0,9*	
Mangan Mn	µg/l		68	39,3	33,1	i.a	53	52,9	99,6	i.a	17	5,38	12,6	i.a	5,1	3,74	6,73	i.a	2810	
Nikkel Ni	µg/l		1,4	1,59	1,78	i.a	1,2	1,6	2,16	i.a	<1*	0,24	0,78	i.a	1,3	2,1	0,81	i.a	5,43	
pH	pH		7	6,4	7,0	6,48	6,7	7,0	6,9	5,96	6,7	7,01	6,9	6,1	6,9	7,2	7,1	5,64	7,7	
Sink Zn	µg/l		11	137	34,2	26,8	7,5	10,4	12,7	15,1	6,4	3,72	5,95	9,75	<5	10,5	< 4	4,26	< 4	
TOC	mg/l		2,7	8,0	7,7	10,4	2,3	4,2	2,5	9,1	3,7	5,1	8,3	7,0	3,9	3,3	5,7	8,7	10,2	3,2
Sprengstoff	µg/l		17	i.a	i.p	i.a	i.a.	i.a	i.a	i.a	i.p	i.a	i.a	i.a	i.a.	i.a	i.a	i.a	i.a	



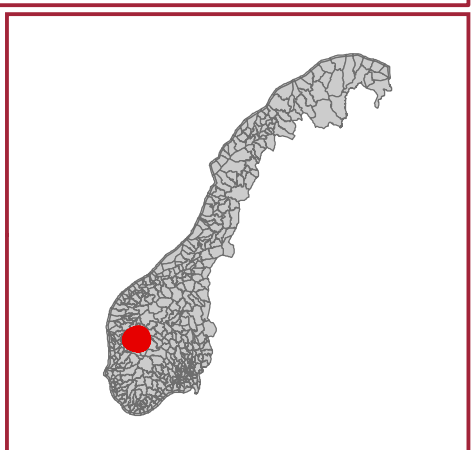


# Bømoen skytefelt

## Bly

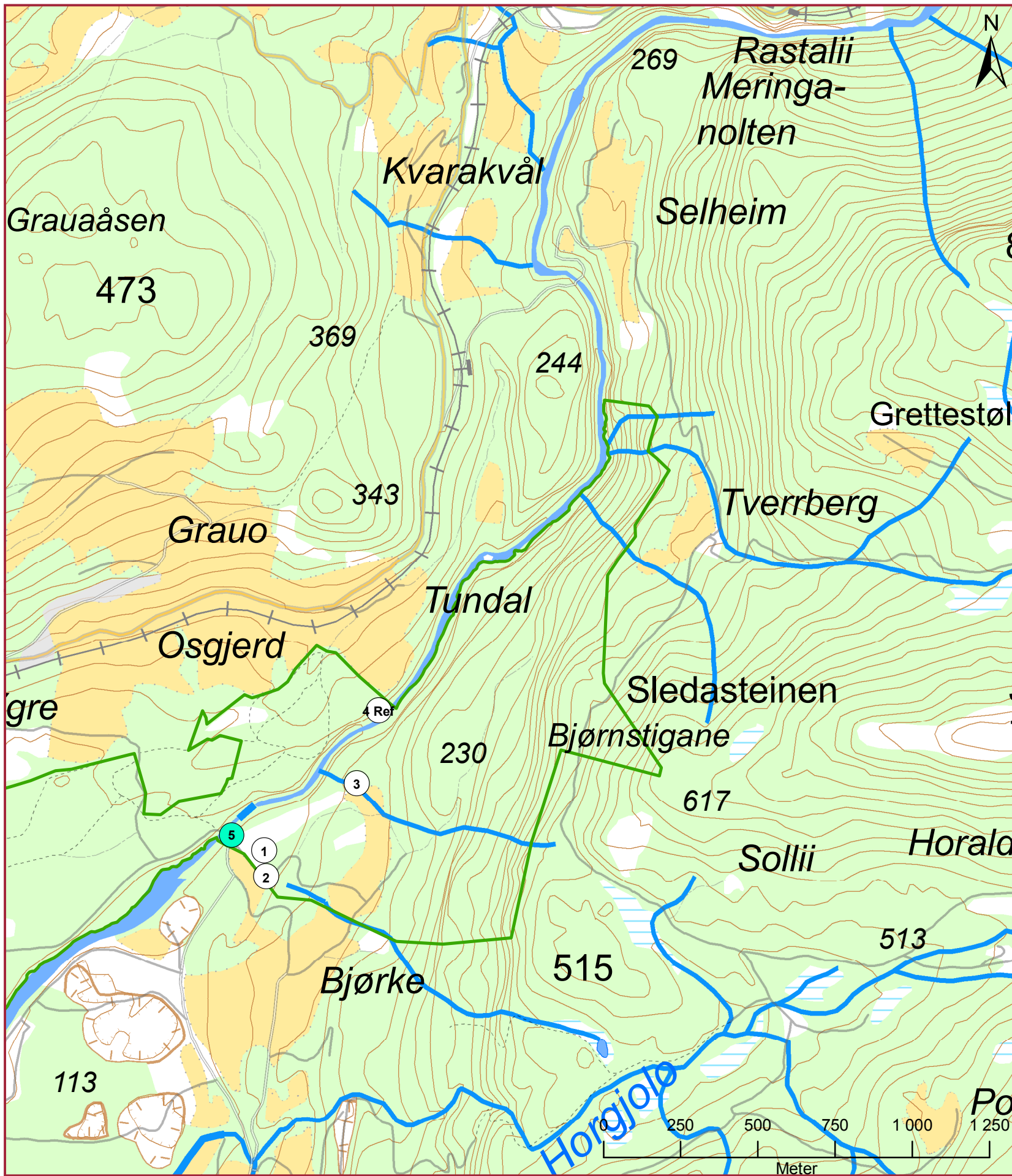


	Middelavrenning l/s	jun.07 [ug/l]	jul.08 [ug/l]	aug.08 [ug/l]
1	0.02	190	0.61	1.2
2	0.45	<0.5	1.2	1.71
3	0.42	1.9	<0.5	0.34
4 Ref	469.50	<0.5	<0.5	0.64
5	470.68	<0.5	<0.5	<0.5

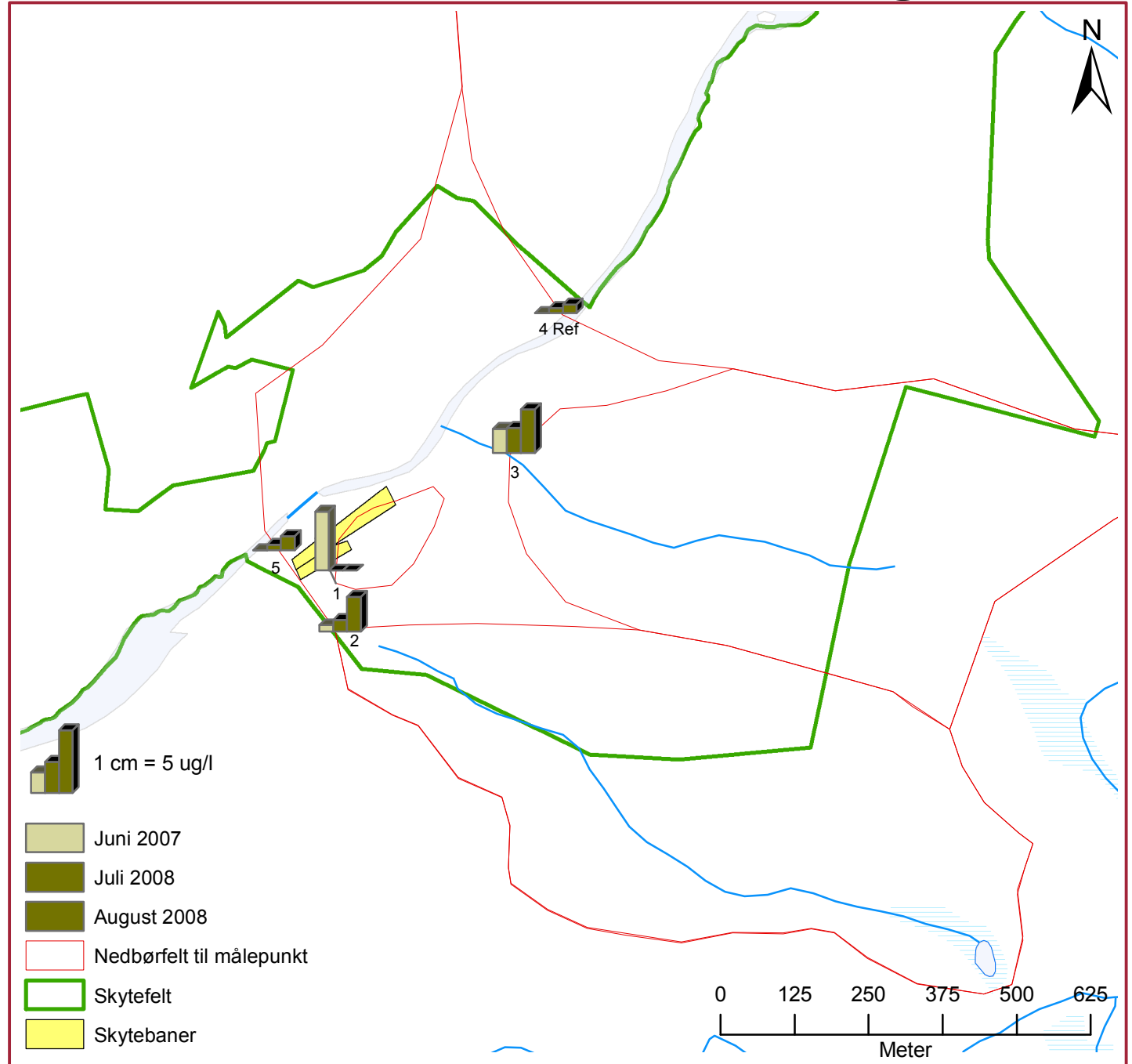


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

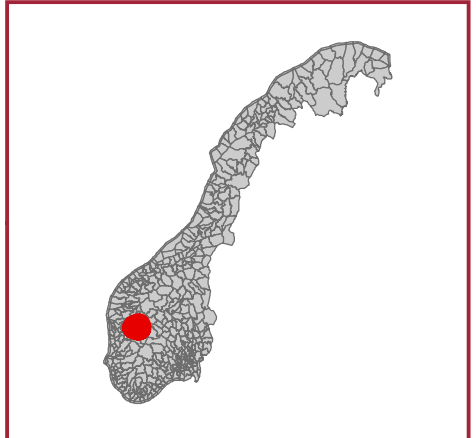
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



# Bømoen skytefelt Kobber



	Middelavrenning l/s	jun.07 [ug/l]	jul.08 [ug/l]	aug.08 [ug/l]
1	0.02	4.7	0.91	2.75
2	0.45	<1	0.37	0.68
3	0.42	1.9	1.98	3.48
4 Ref	469.50		0.37	0.68
5	470.68		0.45	1.14



- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



**Analyseresultater for Bømoen, 2007 - 2008**

Stasjon		1	2		3			4 ref		5		
Parameter	Enhhet	31.05.2007	31.05.2007	03.07.2008	28.08.2008	31.05.2007	03.07.2008	28.08.2008	03.07.2008	28.08.2008	03.07.2008	28.08.2008
Aluminium, Al	µg/l	250	96	48	11	53	20	21	14	24	12	27
Antimon, Sb	µg/l	3,2	<1	i.a.	1,0	<1	i.a.	1,3	i.a.	0,02	i.a.	0,03
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,14	<0,5	<0,5	0,06	< 0,5	< 0,05	< 0,5	< 0,05
Hvitt fosfor	µg/l	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.p	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Bly Pb	µg/l	190	<0,5	0,71	1,7	1,9	1,2	0,61	<0,5	0,34	<0,5	0,64
Jern Fe	mg/l	0,170	0,031	0,019	0,19	0,017	0,005	0,013	0,016	<0,010	0,003	0,18
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,02	0,02	<0,1*	<0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	<0,02	<0,02
Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	i.a.	5,5	9,4	i.a.	5,0	6,8	0,36	0,52	0,34	0,52
Kobber Cu	µg/l	4,7	<1*	0,91	3,5	1,9	2,0	2,8	0,37	0,68	0,45	1,14
Konduktivitet	mS/m	i.a.	i.a.	5,7	9,5	i.a.	4,7	5,8	0,8	0,70	0,70	0,80
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	0,024	0,060	<1*	0,026	3,1	0,30	0,04	<0,01	0,04
Mangan Mn	µg/l	8,8	5,4	25	60	15	2,1	1,5	< 0,09	1,5	< 0,09	1,5
Nikkel Ni	µg/l	4,8	<1*	0,93	4,2	1,7	1,2	1,6	0,10	1,5	0,19	1,5
pH	pH	6,5	6,9	7,2	6,8	6,8	7,2	7,0	6,4	6,4	6,3	6,4
Sink Zn	µg/l	8,9	<5	2,7	141	<5	3,2	2,9	0,96	3,6	1,1	4,2
TOC	mg/l	3,3	2,1	2,4	3,6	1,7	2,1	1,0	1,2	< 0,5	1,2	9,2

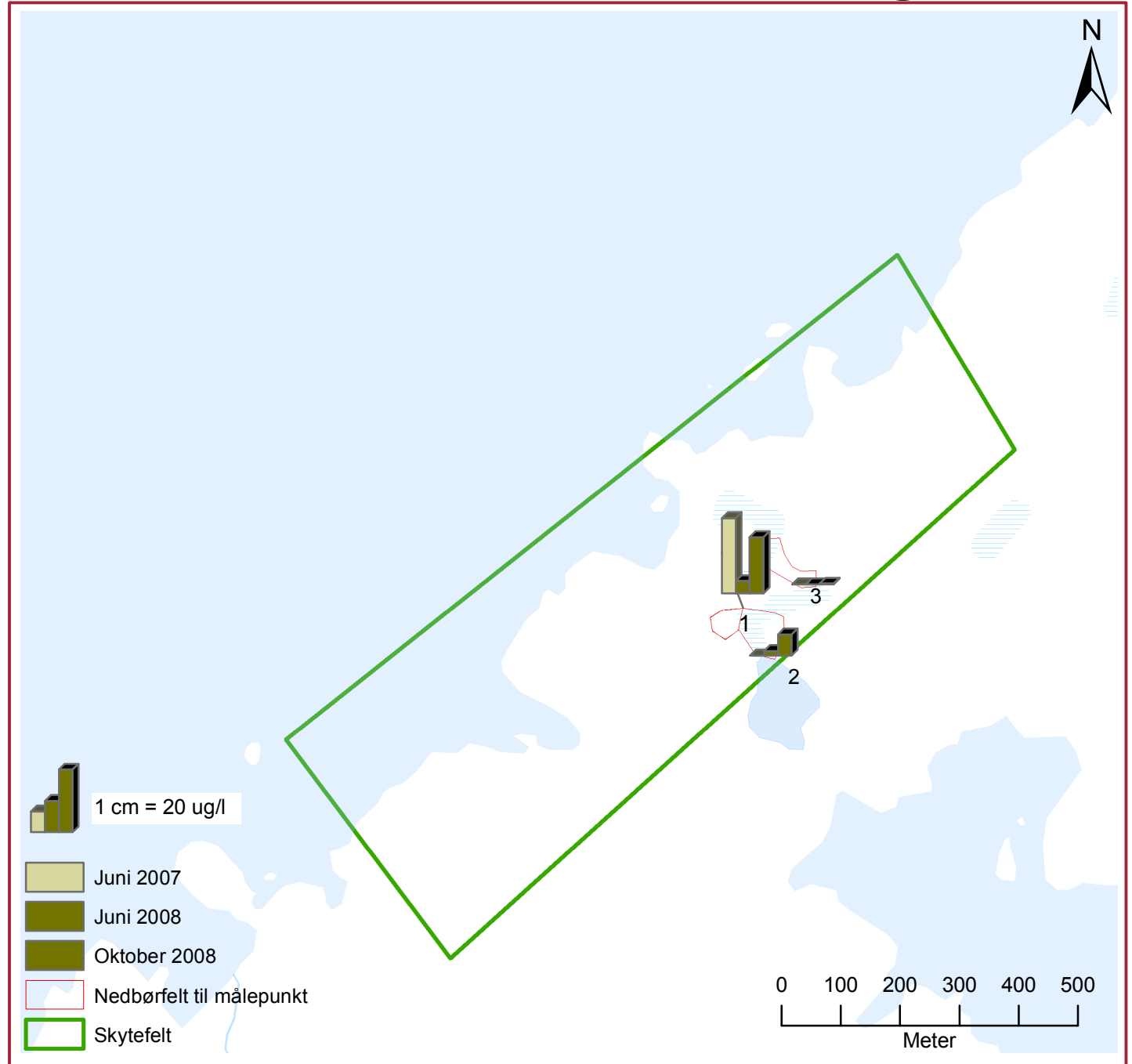
i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

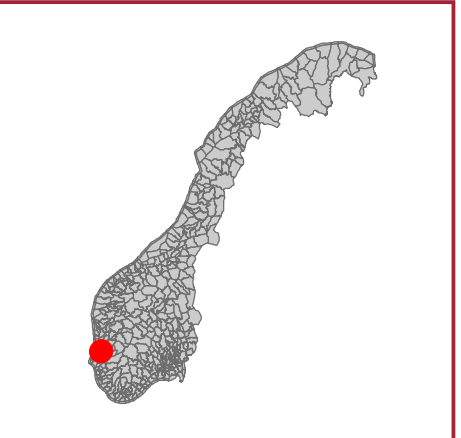


# Tittelsnes skytefelt

## Bly



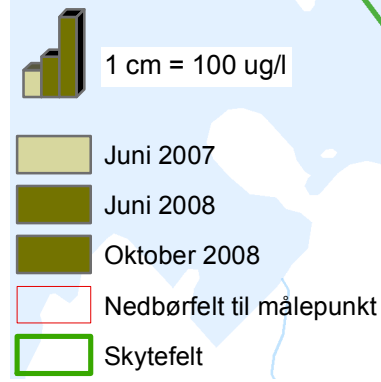
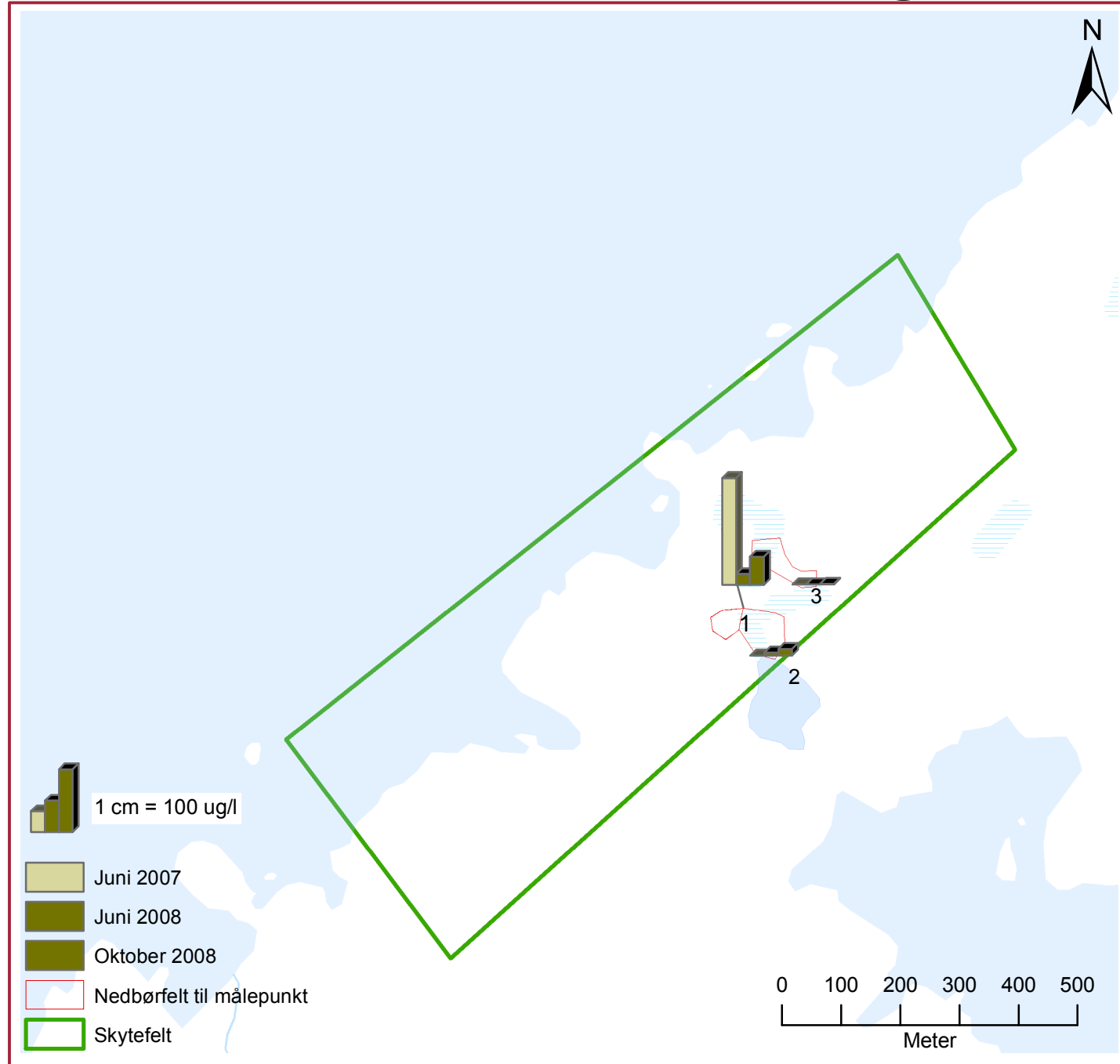
	Middelavrenning l/s	jun.07 [ug/l]	jun. 08 [ug/l]	okt. 08 [ug/l]
1	0.13	24	3.87	17.90
2	0.45		1.47	6.69
3 Ref	0.28			< 0.5



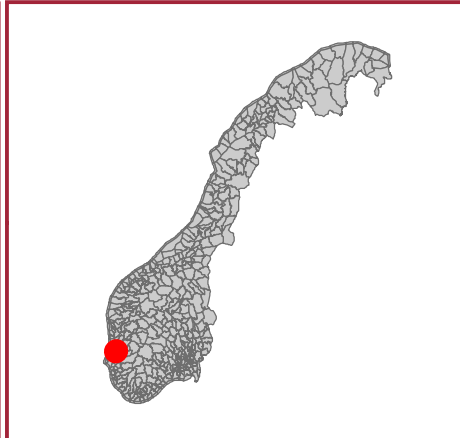
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane



# Tittelsnes skytefelt Kobber



	Middelvrenning l/s	jun.07 [ug/l]	jun. 08 [ug/l]	okt. 08 [ug/l]
1	0.13	170	17	44.5
2	0.45		4.93	10.6
3 Ref	0.28			< 1



- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Privat veg
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

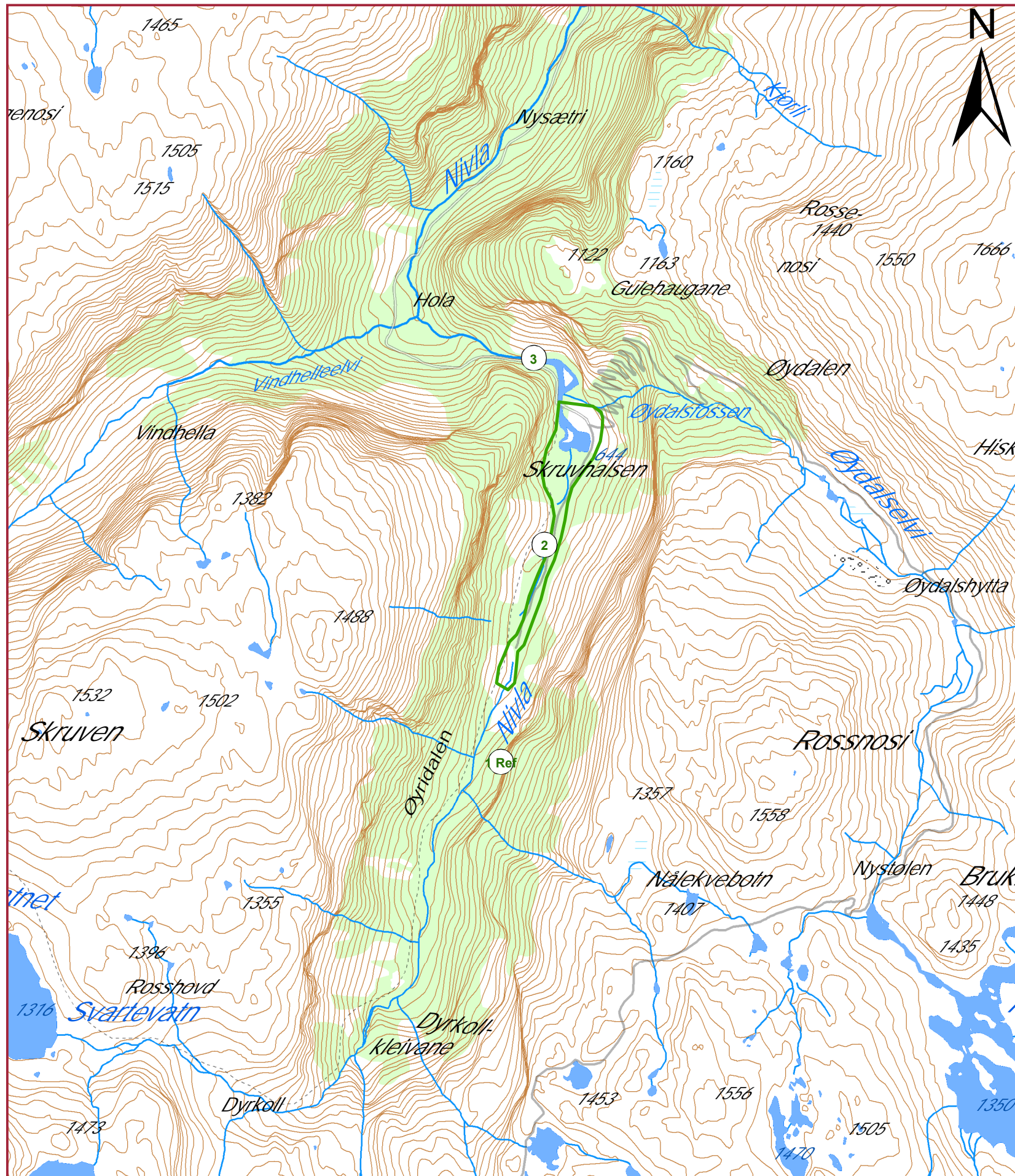
Analyseresultater for Tittelsnes, 2007 - 2008

Stasjon	Parameter	Enhet	1			2		3 Ref
			04.06.2007	17.06.2008	29.10.2008	17.06.2008	29.10.2008	29.10.2008
	Aluminium, Al	µg/l	330	147	i.a	122	i.a	i.a
	Antimon, Sb	µg/l	1	i.a	1,72	i.a.	0,63	< 0,1
	Arsen As	µg/l	<0,5	0,55	i.a	0,19	i.a	i.a
	Bly Pb	µg/l	24	3,9	18	1,5	6,7	< 0,5
	Jern Fe	mg/l	0,770	1,76	0,304	0,140	0,789	0,042
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	0,01	i.a	0,005	i.a	i.a
	Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	0,23	1,8	1,7	0,78	3,1
	Kobber Cu	µg/l	170	17	45	4,9	11	< 1*
	Konduktivitet	mS/m	i.a.	31	8,9	7,3	7,3	12
	Krom Cr	µg/l	<1*	0,41	i.a	0,23	i.a	i.a
	Mangan Mn	µg/l	12	59	i.a	4,4	i.a	i.a
	Nikkel Ni	µg/l	2,2	2,6	i.a	0,74	i.a	i.a
	pH	pH	5,8	6,5	5,33	6,5	5,5	6,8
	Sink Zn	µg/l	200	408	46	11	21	< 4
	TOC	mg/l	13	6,2	14,5	8,9	17,9	8,8

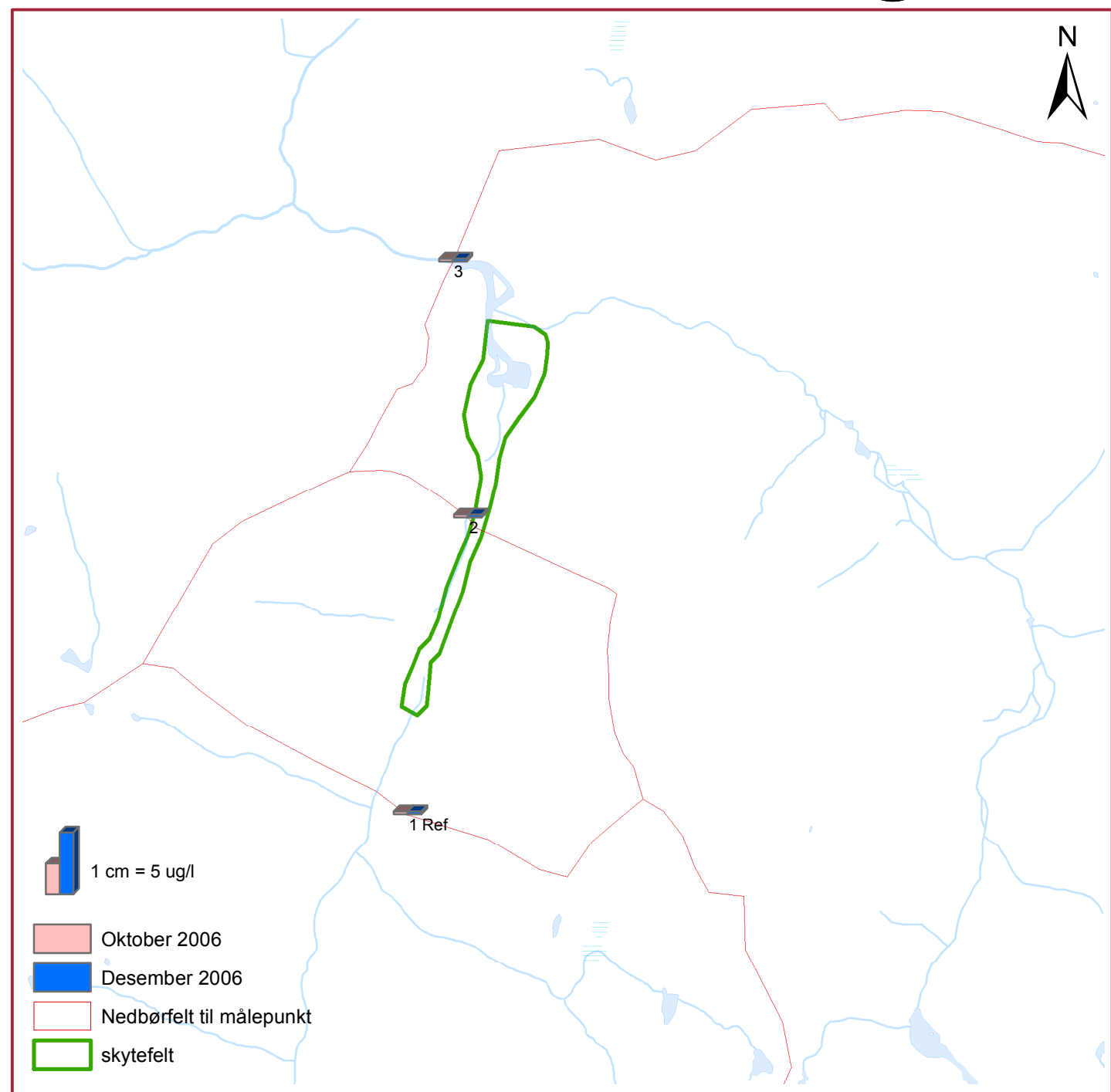
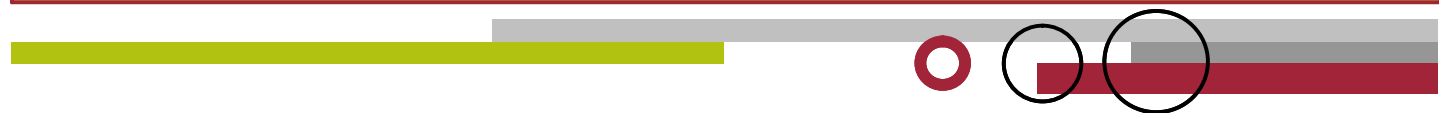
i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

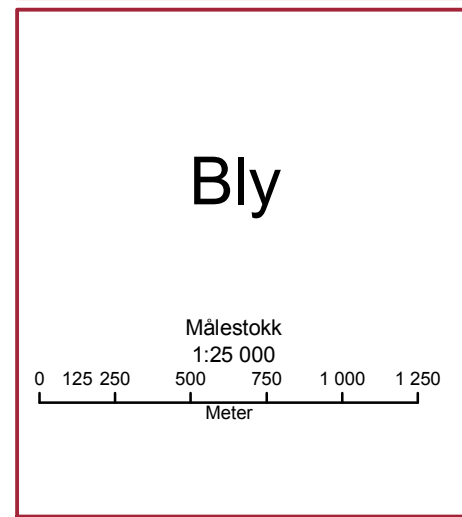




# Øyridalen skytefelt



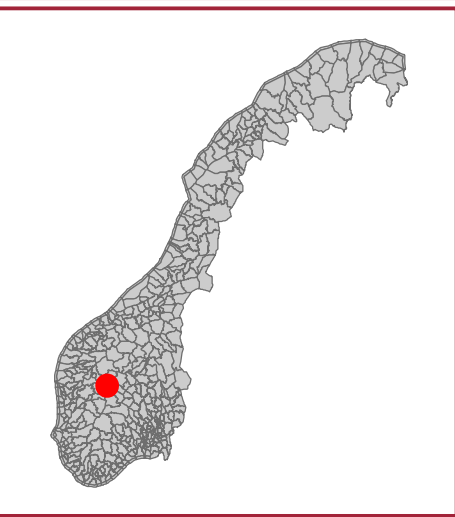
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Privat veg
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane



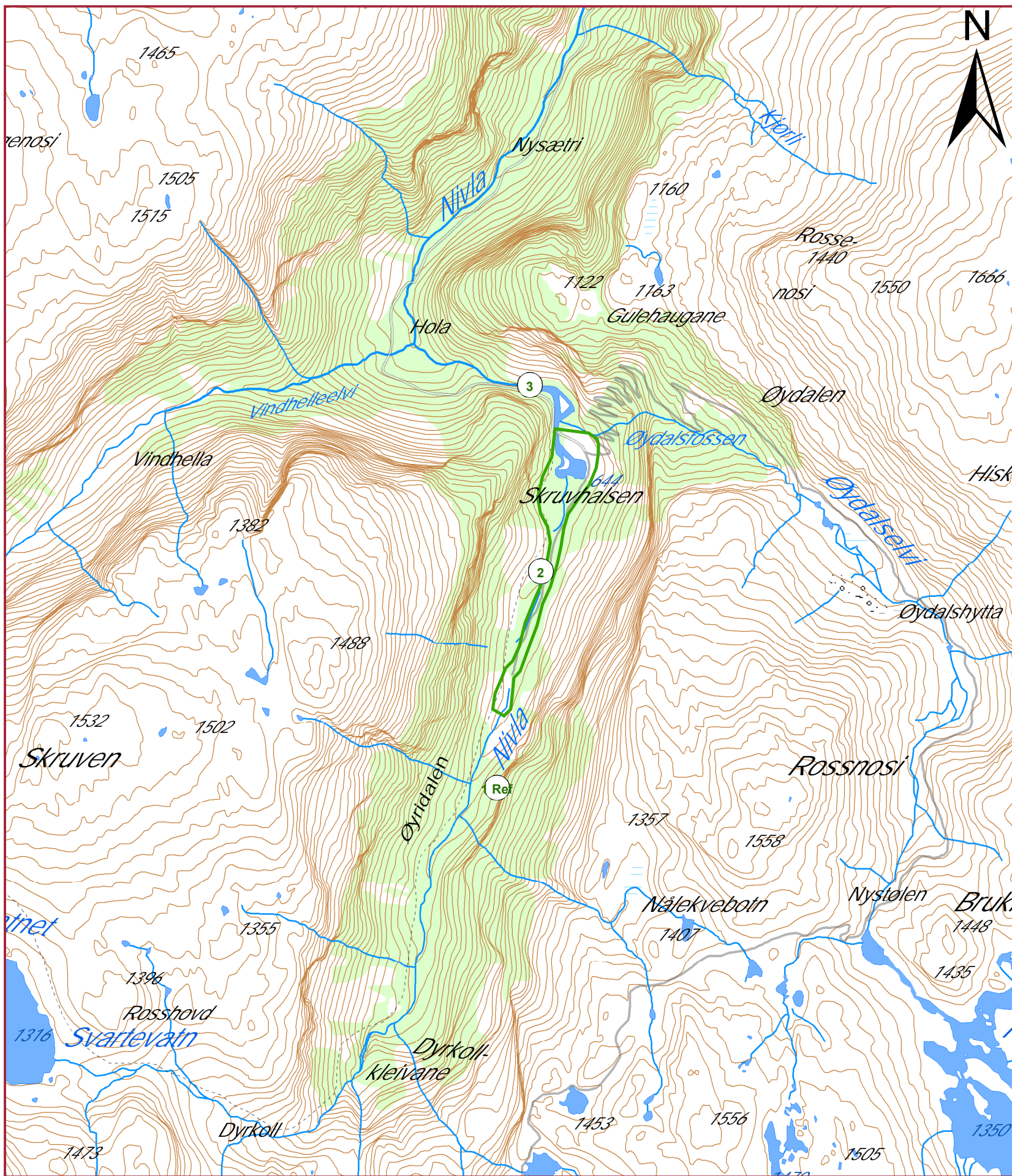
**Forsvarsbygg**  
**SWECO GRØNER**

	Middelavrenning l/s	Konsentrasjon i vann okt.06 [ug/l]	des.06 [ug/l]	Utlekking [kg/år]
1 Ref	3127.59	<0.5	< 0.5	
2	3169.80	<0.5	< 0.5	
3	4469.20	<0.5	< 0.5	

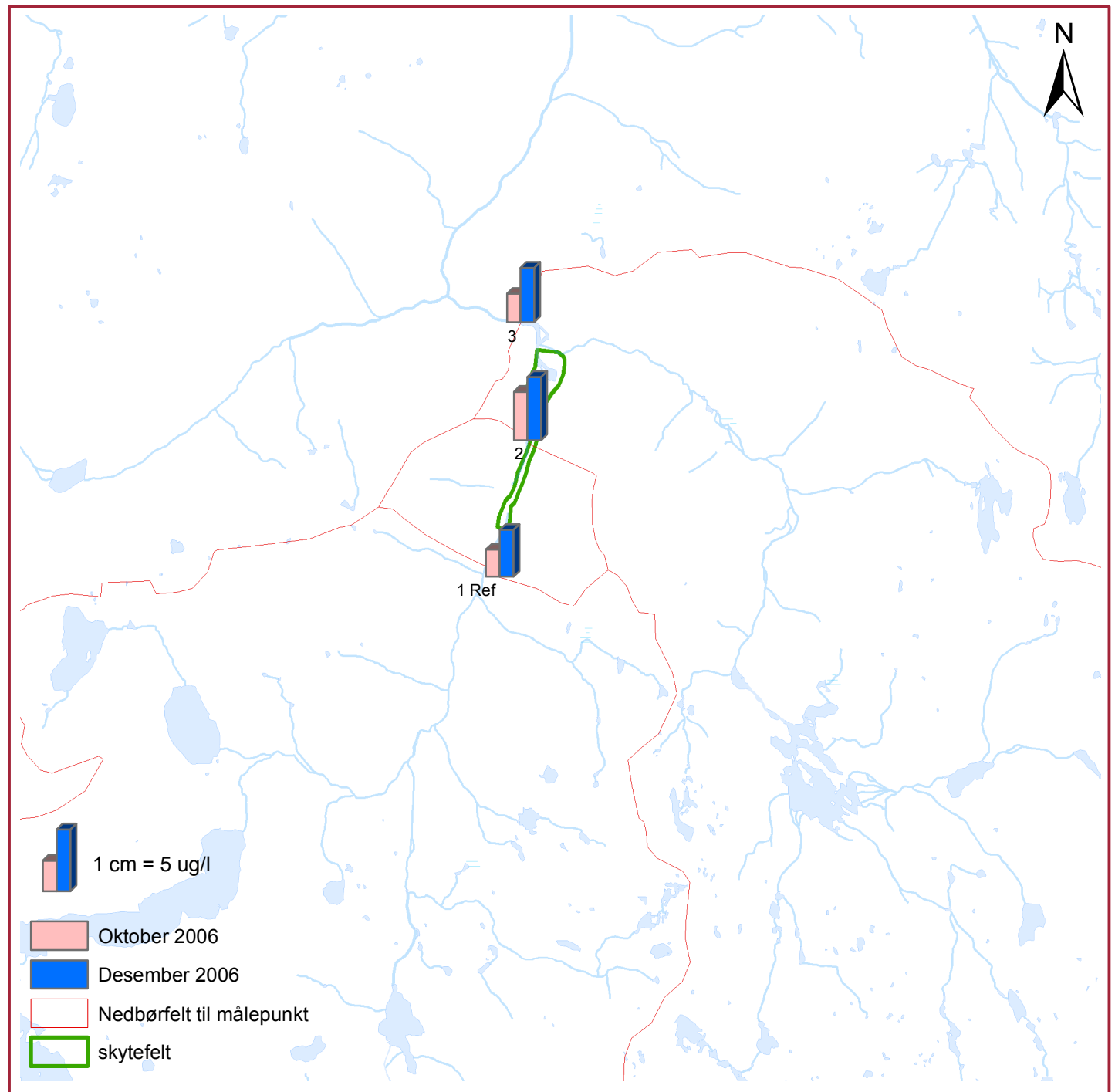
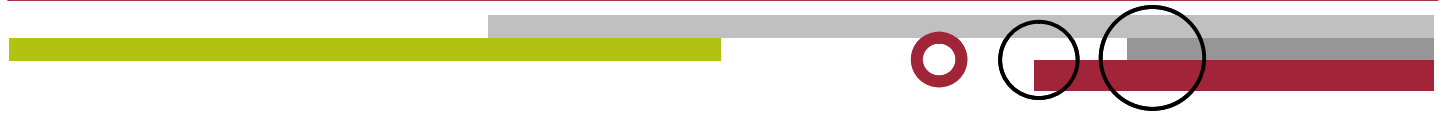
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann. Det er beregnet utlekking i punkter som viser transport ut av feltet. I tillegg er foretatt masseberegning i referansepunktene, dette er markert i kursiv i tabellen.



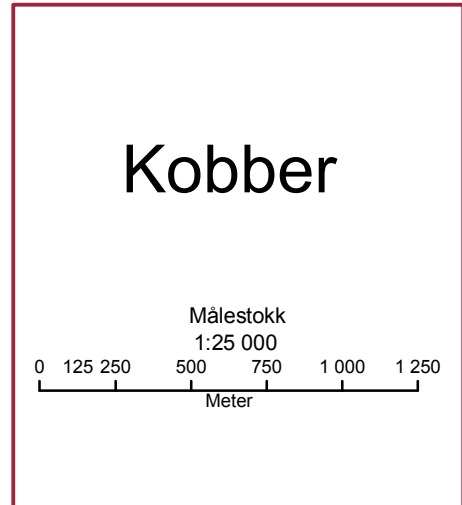




# Øyridalen skytefelt



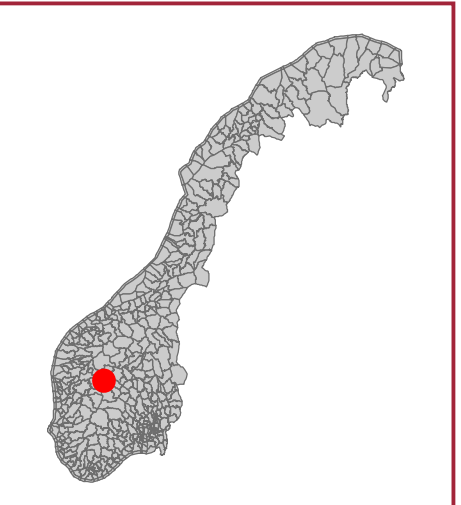
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane



**Forsvarsbygg**  
**SWECO GRØNER**

	Middelavrenning l/s	Konsentrasjon i vann okt.06 [ug/l]	des.06 [ug/l]	Utlekking [kg/år]
1 Ref	3127.59	2.2	3.8	
2	3169.80	3.9	5.1	
3	4469.20	2.3	4.4	

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann  
Det er beregnet utlekkning i punkter som viser transport ut av feltet. I tillegg er det foretatt masseberegning i referansepunktene, dette er markert i kursiv i tabellen



## Analyseresultater for Øyridalen, 2006

Stasjon	Parameter	Enhet	1		2		3	
			10.10.2006	29.11.2006	10.10.2006	29.11.2006	10.10.2006	29.11.2006
	Aluminium, Al	µg/l	i.a.	51	i.a.	43	i.a.	50
	Antimon, Sb	µg/l	< 1	<1	<1	<1	<1	< 1
	Arsen As	µg/l	i.a.	<0.5	i.a.	<0.5	i.a.	<0.5
	Bly Pb	µg/l	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
	Jern Fe	mg/l	0,011	0,022	0,074	0,047	0,11	0,14
	Kadmium Cd	µg/l	i.a.	<0.1**	i.a.	<0.1**	i.a.	<0.1**
	Kalsium, Ca	µg/l	8,0	i.a.	8,0	i.a.	7,0	i.a.
	Kobber Cu	µg/l	2,2	3,8	3,9	5,1	2,3	4,4
	Konduktivitet	mS/m	9,4	5,4	7,4	6,3	6,6	6,4
	Krom Cr	µg/l	i.a.	<1**	i.a.	<1**	i.a.	1,2
	Mangan Mn	µg/l	< 1	< 1	2,0	1,1	2,5	2,0
	Nikkel Ni	µg/l	i.a.	<1**	i.a.	<1**	i.a.	<1**
	pH	ph	7,5	6,6	7	6,7	6,8	6,6
	Sink Zn	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
	TOC	mg/l	0,90	i.a.	0,70	i.a.	0,80	i.a.

i.a. ikke analysert

\*\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I