



Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt

Sluttrapport

Program Grunnforurensning 2006-2008

Rapport



RAPPORT

Rapport nr.: 152030-4	Oppdrag nr.: 152030	Dato: 18.12.2009
Oppdragsnavn: Overvåking av skyte- og øvingsfelt		
Kunde: Forsvarsbygg Utleie Utleietjenester Skyte- og øvingsfelt		
<p>Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt Sluttrapport Program Grunnforurensning 2006-2008</p>		
Emneord: Skytefelt, forurensning, avrenning, tungmetaller, sprengstoff og hvitt fosfor		
<p>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. 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>		
Kontaktperson Forsvarsbygg Futura Miljø	Grete Rasmussen (grete.rasmussen@forsvarsbygg.no) Freddy Engelstad (freddy.engelstad@forsvarsbygg.no)	
	Rev.:	Sign.:
Utarbeidet av: Torgeir Mørch Roger Pedersen Stian Sørli Bente Breyholtz Ella Lambertsen Terje Farestveit Lars Været		
Kontrollert av: Amund Gaut Finn Gravem		
Oppdragsansvarlig: Lorenzo Lona / Anlegg	Oppdragsleder / avd.:  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 utlekking 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 utlekking 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

Markedsområde	Skyte-/øvingsfelt	Screeningsperiode	Anbefaling etter screening
Oslofjord	Steinsjøfeltet	2006 - 2007	Tiltak/Overvåkning
Oslofjord	Hengsvann	2006 - 2007	Overvåkning
Oslofjord	Rauøy	2007	Avslutte
Oslofjord	Regimentsmyra	2007	Tiltak/Overvåkning
Oslofjord	Hauersetser	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	Høybuktkmoen	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 sidebækker 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 beskjeden, 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 relativ 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 selvplågt 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 overvåkningen 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 overvåkning 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 overvåkningen 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. Prøvetakningen 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 overvåkning 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 overvåkningen 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 overvåkning.

Forurensningssituasjonen ved de øvrige punkt varierer og overvåkningen 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 fortykning. 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
		7,30	15,96	96,07	3 Ref	
MO Østlandet	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

MO Stavanger	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	
MO Bergen	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	
MO Trøndelag	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	
MO Bodø	Drevjamoen		21,91	70,41	123,63	Sum
				1,27	4,61	6 Ref
	Heggmoen	3,21	29,55	18,88	12,44	Sum
MO Hålogaland	Ramnes/Biskaia		2,26	1,10	4,02	Sum
MO Midt-Troms	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	Forurensingssituasjonen.....	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	Forurensingssituasjonen.....	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 velvillighet mht. prøvetaking og befaring:

Person	Enhet
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/Halkaværre
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



**Skyte- og øvingsfelt
Program grunnforurensing 2006-2008**

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

2 Bakgrunn

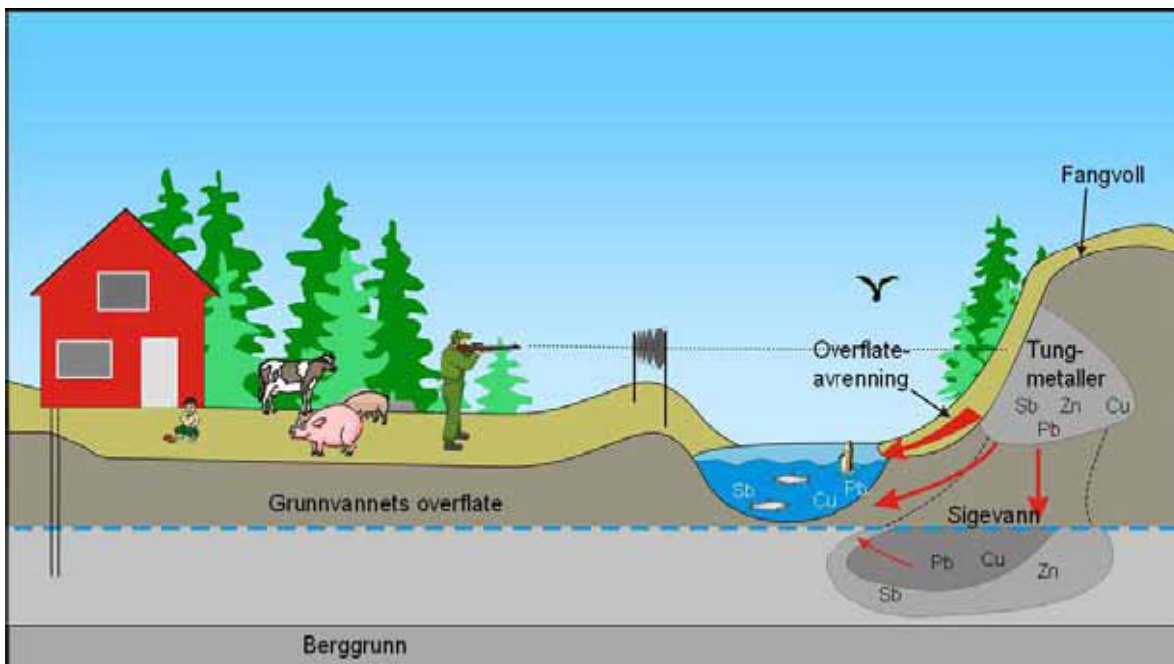
2.1 Bakgrunn

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 Miljøredegjørelse 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 (totaloppløsning).

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 km². 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 fordampning før vannet havner i elva eller annen resipient.

Den grafiske fremstillingen av nedbør rundt prøvetakingspunktet er tatt fra 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
Sørlia	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⁺⁺, 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 Cu²⁺-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 turbulent 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 myrvann. 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⁺-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 myrvann 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 klassifiseringsystemet 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 klassifiseringssystem 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. Noe tilleggspålysning 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.

6 Markedsområde Oslofjord

6.1 Steinsjøfeltet

6.1.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Steinsjøfeltet ligger i Østre Toten kommune i Oppland fylke. Skyte- og øvingsfeltet har en utstrekning på 11.224 daa (Forsvarsdepartementets nettsider).

Feltet er et nærøvingsfelt og består av 26 baner hvor det benyttes alt fra direkteskytende våpen og opp til 84 mm panservern og andre krumbanevåpen. Feltet brukes i dag hovedsakelig av Garden, Befalskolene på Sessvollmoen samt Telemarksbataljonen.

Vegetasjonsbildet rundt Steinsjøen er dominert av blåbærbaruskog. Området preges videre av til dels store myrområder og innsjøer.

Berggrunnen består av granitt/granodioritt, syenitt/kvartssyenitt og monzonitt/kvartsmonzonitt. Det er tilgrensende kvartsitt i øst. Overdekket består hovedsakelig tynt morenedekke, samt torv og myr, ellers bart fjell. Det har tidligere vært utvunnet jernmalm i området rundt Steinsjøfeltet.

Feltet ble prøvetatt av Sweco i september 2006 og av Forsvarsbygg MO Oslofjord i november 2006. I 2007 prøvetok Forsvarsbygg MO Oslofjord feltet i april (snøsmelting), september og november. Kartfestede prøvepunkter, gitt av Forsvarsbygg, ble vurdert ved første befaring. Ved behov ble punkter flyttet/tatt ut eller lagt til. Feltet er tidligere prøvetatt av NIVA.

En oversikt over prøvepunkter, beskrivelse, hva elvesystemene drenerer og evt. kommentarer/observasjoner er gitt i Tabell 9.

Prøvepunktene 1, 3, 4 og 5 er tatt i vassdrag ved skytefeltets sørlige grense og renner alle ut i Steinsjøen. Prøvepunkt 1 og 2 drenerer den vestlige delen av feltet, mens punktene 7 – 13 drenerer den østlige delen av feltet. Avrenning fra den midtre delen av feltet fanges opp i prøvepunkt 4. Punktene 9, 12 og 13 er tatt i vassdrag som fanger opp avrenning fra østre del av feltet. Vassdragene renner ut i hhv Syljutjernet og Langetjern.

Prøvepunkt 6 ref A ligger helt nord i feltet hvor det p.t. ikke er militær aktivitet. Dette var i utgangspunktet satt som referansepunkt. Det viser seg at det likevel har vært aktivitet her i 70-årene og ved prøvetakningsrundene i 2006/2007 ble det påvist varierende innhold av metallene kadmium, kobber og sink, tilsvarende tilstandsklasse II – IV. Referansepunktet ble derfor bestemt flyttet til vest for vestre skytefeltgrense for videre overvåkning av feltet. Det nye referansepunktet er kalt 6 ref B og ble prøvetatt første gang i september 2007.

Prøvepunkt 14 og 15 ble prøvetatt i november 2007 for å vurdere avrenning fra to enkeltbaner.

Det er analysert mht. innhold av hvitt fosfor i alle prøvepunkter bortsett fra referanseprøvene. Vannprøver fra punktene 2 og 11 ble i tillegg analysert mht. innhold av sprengstoff fordi disse drenerer nedslagsfelt brukt til krumbanevåpen.

Det ligger et lite småbruk sydvest for prøvepunkt 7 og utenfor skytefeltgrensen. Det benyttes ikke grunnvann som drikkevann her.

Tabell 9 Oversikt over prøvepunkter, Steinsjøen

Prøve punkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesial-analyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk	Flere baner hvor det benyttes småkalibret håndvåpen			Observert mye jernutfellinger
2	Liten bekk	Baner hvor det benyttes småkalibret håndvåpen og muligens noe krumbanevåpen	S		Observert mye jernutfellinger
3	Middels bekk	Baner hvor det benyttes småkalibret håndvåpen			
4	Liten bekk	Baner hvor det benyttes småkalibret håndvåpen			Nedstrøms drikkevannskilde til hyttefelt
5	Liten bekk	Baner hvor det benyttes småkalibret håndvåpen			Observert mye jernutfellinger
6 Ref a	Liten bekk i myrområde	"Urørt" område, har vært noe aktivitet her på 70-tallet			Referansepunkt – utgikk
6 Ref b	Liten bekk	Vest for skytefeltgrensen			Nytt Referansepunkt fra sept. -07
7	Liten, litt dyp bekk i myrområde	Baner hvor det benyttes håndvåpen og håndgranater, området ble på 70 – 80 tallet brukt til tyngre prosjektiler (12.7 med mer)			Utenfor skytefeltgrense i ett av hovedvassdragene som drenerer feltet, tidligere pkt S4V
8	Liten bekk	Baner hvor det benyttes håndvåpen, øvings-systemer for panservern og øvingsgranat gevær		X st. 1	Forsøk av FFI ved punktet
9	Liten bekk	Baner hvor det benyttes håndvåpen, øvings-systemer for panservern og øvingsgranat gevær. Mottar også avrenning fra gammel bane (4) hvor det er brukt selvanvisere.		X st. A	
10	Liten bekk	Baner hvor det benyttes håndvåpen og panserverngranat (M72)			
11	Nesten uttørket bekk	Baner hvor det benyttes 84 mm panservern av alle typer (øving, røyk, panser og spreng)	S	X st. 3	Antagelig kun våt ved regnvær, prøve tatt i kulp ved utløp
12	Liten bekk. Utløp av Storstvatnet	Baner hvor det benyttes 84 mm panservern av alle typer (øving, røyk, panser og spreng)			
13	Liten bekk i skogen	Område hvor det ikke har vært skutt siden ~1985, det kan finnes rester av gammel kjent/ukjent aktivitet av type panservern (57 mm) og håndvåpen			
14		Bane 7a - sør			
15		Bane 7a - nord			

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

** S = sprengstoff, LAI = labilt aluminium

6.1.2 Nedbør og vanntransport

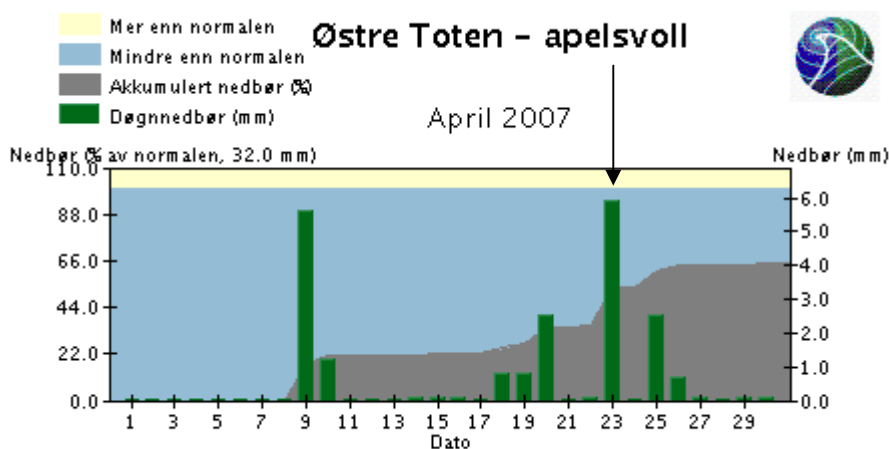
Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 10. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

Tabell 10 Beregnet normalavrenning for Steinsjøen

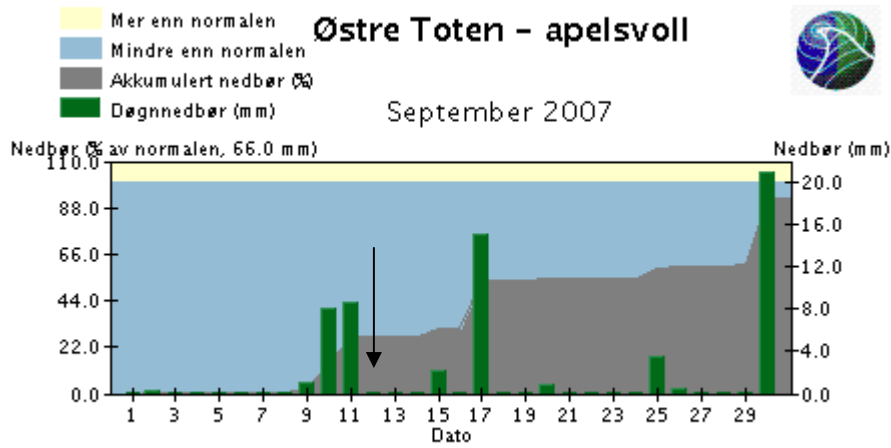
Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	0,23	16,28	3,71
2	0,32	20,03	6,36
3	3,83	18,88	72,29
4	2,62	18,94	49,61
5	1,38	16,96	23,33
6 Ref	2,03	18,14	36,75
7	0,28	17,36	4,86
8	0,43	18,14	7,76
9	1,09	17,91	19,50
10	0,26	18,29	4,74
11	0,01	20,01	0,25
12	1,07	18,35	19,65
13	0,13	15,95	2,09
14	0,05	19,96	1,00
15	0,03	20,01	0,60

Nedbørsdata for de månedene i 2007 da prøvetakingen er gjennomført er vist i Figur 3, Figur 4 og Figur 5. I tillegg er det vist nedbørsdata for 2006 – 2007 hentet fra www.met.no for Østre Toten - Apelsvoll, som er nærmeste målestasjon, er vist i Figur 6. Figuren viser månedsverdier i forhold til månedsnormaler (1961 – 1990). Prøvetakingsrundene er markert ved en pil.

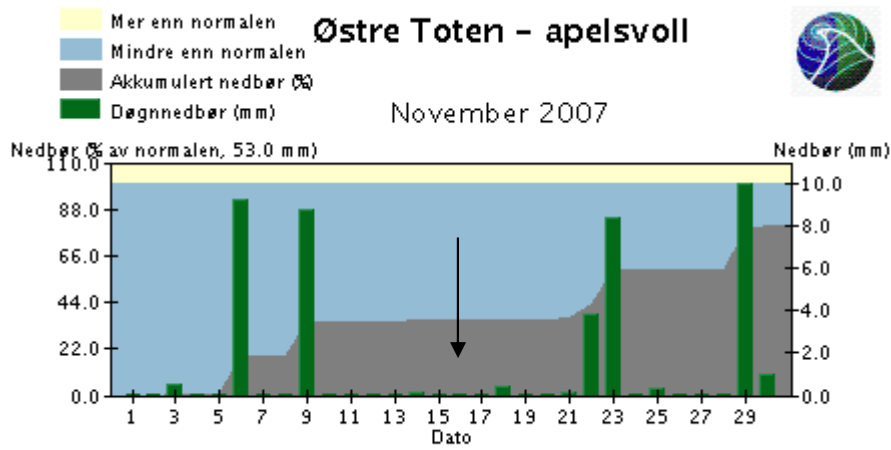
Dataene viser at det forut for prøvetakingene i september og november 2006 var en kraftig nedbørsperiode etterfulgt av en noe roligere periode. Før prøvetakingen i april 2007, viser dataene at det generelt var en meget tørr periode, selv om det på prøvetakingdagen falt en del nedbør. Nedbøren i april var til dels i form av snø. Forut for prøvetakingen i september 2007 viser dataene en mer normal nedbørssituasjon med en del regn to dager før prøvetakning, mens det før prøvetakingen i november 2007 var en mer tørr periode enn normalt.



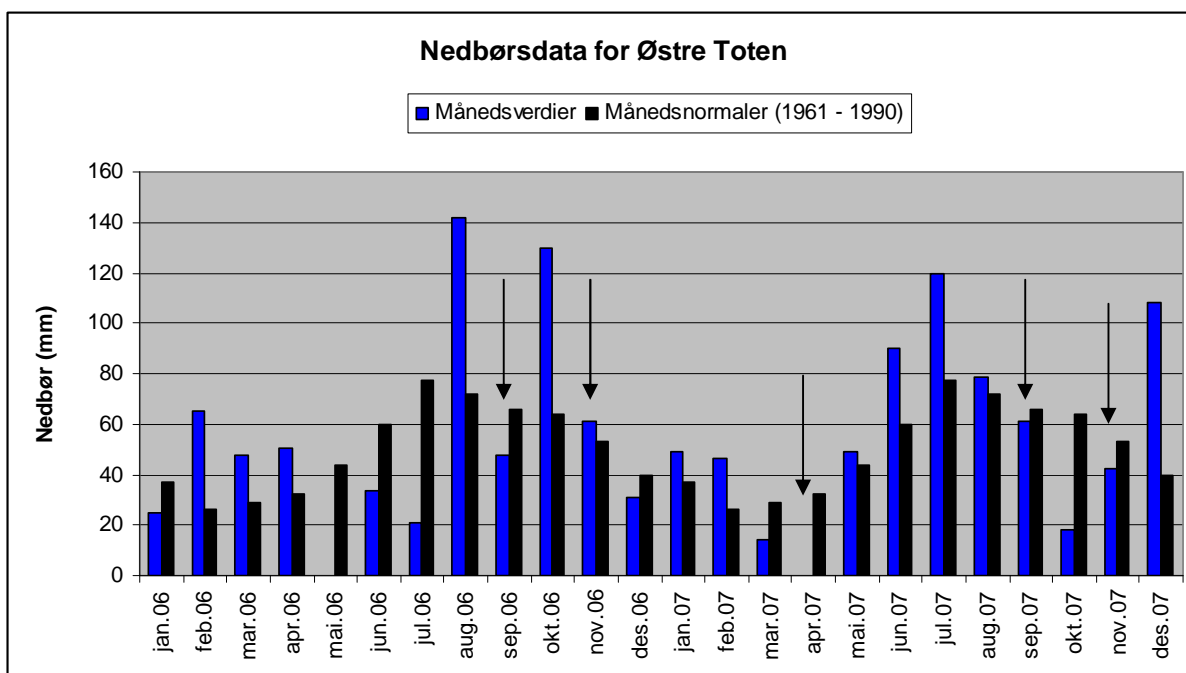
Figur 3 Nedbørsdata for Østre Toten, april 2007.



Figur 4 Nedbørsdata for Østre Toten, september 2007.



Figur 5 Nedbørsdata for Østre Toten, november 2007.



Figur 6 Nedbørsdata for Østre Toten, månedsverdier 2006 – 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Ved prøvetakningen ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene. Vannføringen for feltet ble hovedsakelig vurdert til å være normal for årstiden og er vist i Tabell 11.

Tabell 11 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Steinsjøfeltet

Punkt	Vannføring		
	April	September	November
1	Liten	Liten	Liten
2	Normal	Liten	Veldig liten
3	Normal	Liten	Liten
4	Normal	Liten	Liten
5	Liten	Liten	Liten
6 Ref	Normal	Liten	Liten
7	Liten	Liten	Liten
8	Normal	Liten	Liten
9	Normal	Liten	Liten
10	Normal	Veldig liten	Liten
11	Normal	Liten	Liten
12	Normal	Liten	Liten
13	Høy	Veldig liten	Veldig liten

Videre er det utført en beregning av vanntransport fra prøvepunktene på Steinsjøfeltet

6.1.3 Analyseresultater

Det er hovedsakelig påvist meget god til god vannkvalitet mht pH (6,0 – 7,4), tilsvarende tilstandsklasse I – II i SFTs veileder i vassdragene i Steinsjøfeltet. Ved enkelte punkter (10, 11, 13, 14 og 15) er det dog sett pH-verdier tilsvarende dårlig – meget dårlig vannkvalitet (4,8 – 5,5) ved flere prøvetakningsrunder. Det bemerkes at det kun er gjennomført én prøvetakning ved punkt 14 og 15, da disse punktene ble tatt inn i programmet i løpet av 2007.

De påviste nivåer av TOC er til dels høye (2,5 – 21 mg/l) og viser en vannkvalitet tilsvarende mindre god til meget dårlig (tilstandsklasse III – V). Videre er det funnet høye konsentrasjoner av jern. Spesielt er det sett høy jern verdi ved siste prøvetakning i punkt 2.

Prøvepunktet et lagt til et vassdrag med myrbunn og vannet var veldig grumsete ved prøvetakningen.

Ved en inkurie hos analyselaboratoriet er det kun få resultater for kalsium. Konsentrasjonen av kalsium er vist å ligge fra 1,4 – 6,1 mg/l.

I referansepunktet 6 Ref A ble det i 2006 og starten av 2007 påvist varierende nivåer av kadmium, kobber og sink tilsvarende tilstandsklasse II – IV (moderat – sterkt forurenset) iht. SFTs veileder for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Det ble derfor valgt et nytt referansepunkt som ligger utenfor skytefeltgrensen, 6 Ref B. To prøvetakningsrunder er gjennomført i det nye referansepunktet i 2007 og det er her ikke påvist konsentrasjoner av bly, kobber eller sink over de gitte deteksjonsgrenser.

Det ble sett tilsvarende variasjoner i konsentrasjonene av kadmium og sink i noen av prøvepunktene inne på feltet som ved det første referansepunktet. Det er ikke påvist nivåer av kadmium og sink som overskrider tilstandsklasse II, moderat forurenset, i punktene som representerer avrenningen ut fra feltet.

Det er påvist høye konsentrasjoner av bly og kobber, tilsvarende tilstandsklasse IV – V (sterkt – meget sterkt forurenset) i de fleste prøvepunktene inne på feltet (punkt 2, 7, 8 10, 11, 14 og 15). Det er sett meget varierende nivåer av bly i punkt 11 – alt fra markert til meget sterkt forurenset (tilstandsklasse II – V). Ved punkt 14 og 15 er det kun gjennomført en prøvetakning og påvist markert forurensning (tilstandsklasse III) av bly.

Ved siste prøvetakning i punkt 7, er det påvist vesentlig lavere konsentrasjoner av bly, kobber og sink i forhold til ved de tidligere fire prøvetakninger. Det er ikke sett noen logisk naturlig forklaring på dette. Det kan skyldes en analysefeil, men pga en inkurie ved laboratoriet var det ikke mulig å kjøre en reanalyse av prøven.

Påviste metallkonsentrasjoner i punktene 1, 3, 4, 5, 9, 12 og 13 representerer avrenning av metaller ut fra feltet. Ved punktene 3 – 5 er det påvist varierende nivåer av kobber, tilsvarende tilstandsklasse II – IV (moderat – sterkt forurenset). Det er kun påvist lave konsentrasjoner av bly, tilsvarende tilstandsklasse II, ved punkt 3 og da kun ved to av fem prøvetakninger. Det er ikke påvist bly ved punkt 4 og 5.

I punktene 1, 9, 12 og 13 er det påvist nivåer av kobber tilsvarende tilstandsklasse V, meget sterkt forurenset. Ved punkt 9 er det påvist blykonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse VI – V (sterkt – meget sterkt forurenset), mens det ved punktene 12 og 13 kun er blykonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse II – III (moderat – markert forurenset). Ved punkt 1 er det ved de fem gjennomførte prøvetakningene påvist meget varierende konsentrasjoner av bly, tilsvarende tilstandsklasse I – V (ubetydelig – markert forurenset).

Det er påvist antimon over drikkevannsnormen i enkelte punkt (2 og 8) inne på Steinsjøfeltet. Det er påvist antimon over deteksjonsgrensen ved prøvepunktene 1 – 2 og 8 – 12.

Det er ikke påvist hvitt fosfor eller sprengstoff over de gitte deteksjonsgrenser på Steinsjøfeltet.

6.1.4 Forurensingssituasjon

Vannkvaliteten i vassdragene i Steinsjøfeltet er i tidligere undersøkelser (NIVA 2006), karakterisert som nokså dårlig til meget dårlig. Denne undersøkelsen bekrefter at vannkvaliteten er mindre god til meget dårlig mht metaller og TOC, mens pH-verdiene i de fleste analyser er høyere enn 6. Det høye innholdet av partikler/humus i vassdragene må sees på som naturlig tilførsel fra myroråder etc. i området. Høy TOC sammen kan gi stort potensial for transport av metaller det pH-verdien er lavere.

Det er funnet utlekking av bly og kobber ved punktene inne i feltet og i punktene ved skytefeltgrensen. Dette viser at det er transport av disse metallene ut fra skytefeltet. Det er ikke sett noen vesentlige endringer i forurensningssituasjonen fra 2006 til 2007.

Variasjonen av bly i punkt 11 kan forklares med at prøvepunktet er lagt til en liten bekk med meget liten vannføring og som i tørre perioder er tørrlagt. Dette kan gi varierende avrenning, tilførsel av partikler i vannfasen, etc.

Det er også sett en variasjon i blykonsentrasjonene ved punkt 1. Punktet ligger i en liten bekk hvor det er sett mye jernutfellinger. Det er sett noe tilsvarende variasjoner i TOC og jern som for bly, men det er ingen tydelig sammenheng. Den høyeste konsentrasjonen er påvist ved prøvetakningen i april 2007. Det er også i andre punkt (2, 8 og 9) påvist høyere konsentrasjon ved samme prøvetakning. Samtlige punkt ligger i små bekker. April var en meget tørr periode nedbørsmessig, hvilket kan ha gitt en mindre fortykningseffekt enn ved de andre prøverundene.

Berggrunnen i deler av Steinsjøfeltet inneholder en del sulfidmineralisering, som ved forvitring kan gi lav pH, og derved gi spesielt gunstige forhold for utlekking av tungmetaller. Med enkelte unntak er imidlertid ikke pH-verdiene ved Steinsjøfeltet spesielt lave, og det er lite sannsynlig at registrert forurensning av kobber, bly og sink i vesentlig grad kommer fra kismineralene selv om kisen inneholder disse metallene.

Det er større utlekking av kobber enn bly. Årsaken til dette kan være at bly har større bindingsstyrke til huminer og mindre vannløselige humusstoffer enn kobber. Dette gjør at bly i større grad kan holdes tilbake i jorda.

Det er påvist antimon i enkelte punkter både inne på Steinsjøfeltet og i punkter som representerer avrenning fra feltet. Konsentrasjonen ved i vann som renner ut av feltet er lavere enn drikkevannsforskriftens grenseverdi, men i enkelte tilfelle nær opp til denne. Det må forventes at dette er et resultat av den militære aktiviteten.

Tabell 12 viser beregnet årlig utlekking av antimon, bly, kobber og sink i de punktene som representerer avrenning ut i fra feltet i 2007. Beregningene viser ingen vesentlige endringer i utlekking av metallene fra feltet fra beregningene for 2006.

Tabell 12 Beregnet årlig utlekking fra Steinsjøen 2006/2007

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1	0,36	0,44	1,32	2,14
3		1,27	4,79	20,06
4			3,60	13,87
5			1,79	6,82
9	2,40	3,42	10,04	14,14
12	0,74	0,61	4,46	9,83
13		0,10	0,60	1,25
Sum	3,50	5,84	26,6	68,11
6 Ref		0,50	2,51	23,18

Tabell 13 viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter. Det er kun ved enkelte prøvetakningsrunder i punkt 1, 5 og 9 at konsentrasjonene av kobber tilsvarer tilstandsklasse III (middels effekt).

Tabell 13 Resultater for metaller fra Steinsjøen, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1			3			4		
Parameter	Enhet	29.03.07	12.09.07	16.11.07	29.03.07	12.09.07	16.11.07	29.03.07	12.09.07	16.11.07
Bly, Pb	µg/l	9,0	1,0	<0,5	0,68	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	16	7,6	4,9	3,7	1,4	1,5	2,9	3,4	2,4
Sink, Zn	µg/l	22	10	9,1	7,3	<5	5,8	5,3	<0,5	6,2

Stasjon		5			9			12		
Parameter	Enhet	29.03.07	12.09.07	16.11.07	29.03.07	12.09.07	16.11.07	29.03.07	12.09.07	16.11.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	7,4	5,0	3,6	1,3	2,5	1,7	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	2,5	2,1	16	17	16	<0,1	9,8	9,2	2,0
Sink, Zn	µg/l	6,3	8,1	17	14	23	8,6	8,7	8,8	6,5

Stasjon		13		
Parameter	Enhet	29.03.07	12.09.07	16.11.07
Bly, Pb	µg/l	1,1	2,3	0,92
Kobber, Cu	µg/l	11	4,5	8,7
Sink, Zn	µg/l	11	25	11

6.1.5 Konklusjon og anbefalinger

Det er funnet utlekking av bly og kobber både inne i og ut fra Steinsjøfeltet. Det er påvist antimon både i enkelte punkter inne i feltet og i punkter som representerer avrenning fra 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 overvåkningen av feltet fortsettes, for å følge utviklingen av forurensningssituasjonen og effekt av eventuelle gjennomførte tiltak.

Det er allerede gjort forsøk med kalking av Steinsjøen for å redusere utlekkingen fra feltet, uten særlig gode resultat (NIVA 2006). I tillegg har Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI), COWI og GEM Consulting testet ulike filterløsninger for å rense bekkevannet. Enkelte av løsningene er lovende og skal videreutvikles, og kan være aktuelle å prøve ut i fullskala (pers. med. Grete Rasmussen, 2007).

Det kan være et behov for å vurdere en endring av hvilke områder som bør benyttes til de forskjellige aktivitetene på Steinsjøfeltet (unngå skyting i myr, unngå graveaktiviteter som kan mobilisere metaller, etc.).

Det er ikke påvist hvitt fosfor eller sprengstoff over de gitte deteksjonsgrenser på Steinsjøfeltet.

6.2 Hengsvann skyte- og øvingsfelt

6.2.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Hengsvann skyte- og øvingsfelt ligger i Kongsberg kommune i Buskerud fylke. Feltet ble etablert i 1909 og har et areal på 36.069 daa.

Feltet brukes til feltskyting og manøverområde for lett infanteri. Det består av 19 baner hvor det benyttes alt fra håndvåpen til TOW-raketter, inkl. 84 mm bombekaster. Feltet benyttes i dag hovedsakelig av Heimvernet (HV 01, 02 og 03), samt til dels av Garden, Telemarksbataljonen med flere.

Vegetasjonsbildet rundt Hengsvann er dominert av blåbærbarskog. Området preges videre av flere mindre myrområder.

Berggrunnen består hovedsakelig av øyegneis med innslag av gabbro/amfibolitt lengst vest i feltet. Øst for Hengsvann er det hovedsakelig diorittisk til granittisk gneis og migmatitt, samt granitt og granodioritt. Berggrunnen er stedvis dekket av tynt morenedekke og innslag av torv og myr, ellers er det mye bart fjell.

Feltet ble prøvetatt av Sweco i september og av Forsvarsbygg MO Oslofjord i november 2006. I 2007 prøvetok Forsvarsbygg MO Oslofjord feltet i mars (snøsmelting), september og november. Kartfestede prøvepunkter, gitt av Forsvarsbygg, ble vurdert ved første befaringen. Ved behov ble punkter flyttet/tatt ut eller lagt til. Feltet er tidligere prøvetatt av NIVA. En oversikt over prøvepunkter, beskrivelse, hva elvesystemene drenerer og evt. kommentarer/observasjoner er gitt i Tabell 14.

To vannsystemer i feltet er overvåket. Det ene drenerer området rundt blindgjengerfeltet som ligger midt i feltet, der det også finnes feltskytebaner (punkt 3 – 7). Det andre drenerer det østlige området hvor det ligger flere skytebaner (punkt 1, 10 og 8). Av disse punktene ligger punkt 7 og 8 utenfor skytefeltgrensen. Resultater herfra vil kunne si noe om evt. transport av metaller ut av feltet.

Det ble analysert for hvitt fosfor i alle prøvepunkter bortsett fra referansene. Det ble analysert for innhold av sprengstoff i punktene 3, 4, 5 og 6, da disse drenerer nedslagsfelt for krumbanevåpen.

Punkt 2 og 9 er satt som referansepunkter. Punkt 11 Ref er tatt utenfor feltgrensen og oppstrøms punkt 9, for å prøve å lokalisere kilden til blyforurensningen observert i punkt 9 (se kapittel om forurensningssituasjonen).

Punkt 8 ble tatt ut av prøvetakningsprogrammet i løpet av 2007 og det er derfor kun tre resultater herfra. Punkt 12 ble lagt til i prøveprogrammet i 2007 og er prøvetatt to ganger.

Tabell 14 Oversikt over prøvepunkter, Hengsvann

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Brånebekken, liten bekk	Skytebane 5 og 6 hvor det benyttes alle typer håndvåpen opp til 7,62 med mer		X pkt 2	Tidligere punkt Bane 5
2 Ref	Middels bekk der Villingbuvann renner ut i Mevann				Referansepunkt
3	Middels bekk nedstrøms Tyssjøen	Kun sikkerhetssonen hvor det ikke er skutt noe	S		Ligger på grensen til blindgjengerfeltet
4	Liten bekk fra Tuvetjern	Kun sikkerhetssonen hvor det ikke er skutt noe	S		Ligger på grensen til blindgjengerfeltet
5	Middels bekk ut av Diplemyr	Blindgjengerfeltet hvor det brukes bombekastere, granater, håndvåpen, 12,7 mm, 84 mm RFK og bane 13, 14, 15 og 16 (alle på selve Diplemyr). Dette er alt fra vanlige skytebaner til sprengningsfelt.	S	X pkt 3	Tidligere punkt Diplemyr
6	Liten bekk inn i Diplemyr, oppstrøms punkt 5	Blindgjengerfeltet hvor det brukes bombekastere, granater, håndvåpen, 12,7 mm bane, 84 mm RFK	S		
7	Middels elv nederst i Hengselva, nedstrøms pkt 5 og 6	Blindgjengerfeltet hvor det brukes bombekastere, granater, håndvåpen, 12,7 mm bane, 84 mm RFK			Utenfor skytefeltgrensen i ett av to hovedvassdrag som drenerer feltet
8	Stor bekk (Helgebekken, nedstrøms pkt 9 Ref og 10)	Bane 1, 3, 4, 5 og 6 hvor det skytes med gevær			Utenfor skytefeltgrensen i ett av to hovedvassdrag som drenerer feltet
9 Ref	Stor bekk, Helgebekken				Referanse
10	Middels bekk, Brånebekken	Bane 1, 3, 4, 5 og 6, hvor det skytes med gevær			
11 Ref	Stor bekk, Helgebekken, oppstrøms pkt 9				Utenfor skytefeltgrensen
12	Brånebekken, liten bekk (nedstrøms pkt 1, oppstrøms pkt 9 Ref og pkt 10)	Skytebane 5 og 6 hvor det benyttes alle typer håndvåpen opp til 7,62 med mer			Nytt pkt ifm overvåking

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

** S = sprengstoff

6.2.2 Nedbør og vanntransport

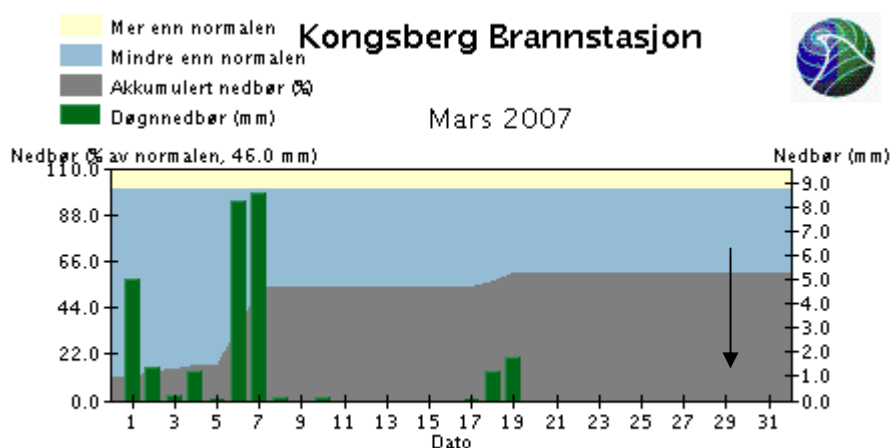
Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 15. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

Tabell 15 Beregnet normalavrenning for Hengsvann

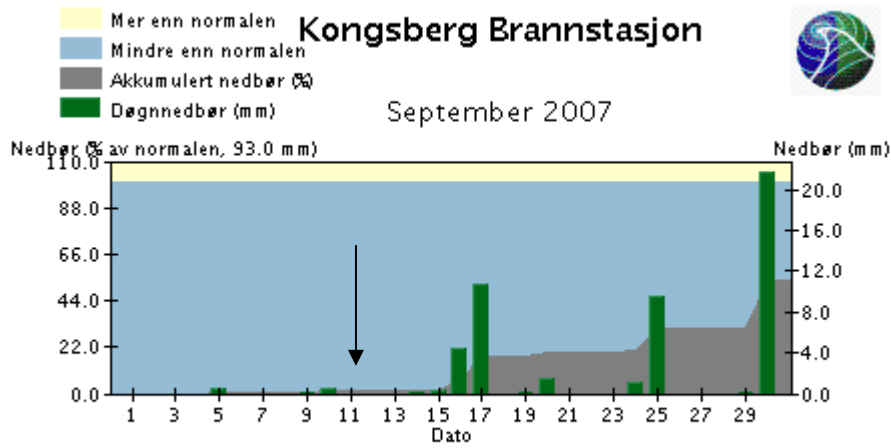
Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	0,29	22,10	6,52
2 Ref	2,69	22,97	61,81
3	2,85	24,49	69,86
4	0,88	25,03	22,08
5	1,91	26,34	50,44
6	1,62	26,83	43,45
7	32,56	24,08	784,11
8	11,90	23,99	285,47
9 Ref	5,97	26,28	156,99
10	3,97	21,97	87,22
11 Ref	5,67	26,70	151,29

Nedbørsdata for 2006 – 2007 hentet fra www.met.no for Kongsberg brannstasjon, som er nærmeste målestasjon, er vist i Figur 7, Figur 8 og Figur 9. Figuren viser månedsverdier i forhold til månedsnormaler (1961 – 1990). I tillegg er det i Figur 10 vist nedbørsdata for de månedene i 2007 da prøvetakingen er gjennomført. Prøvetakingsrundene er markert ved en pil.

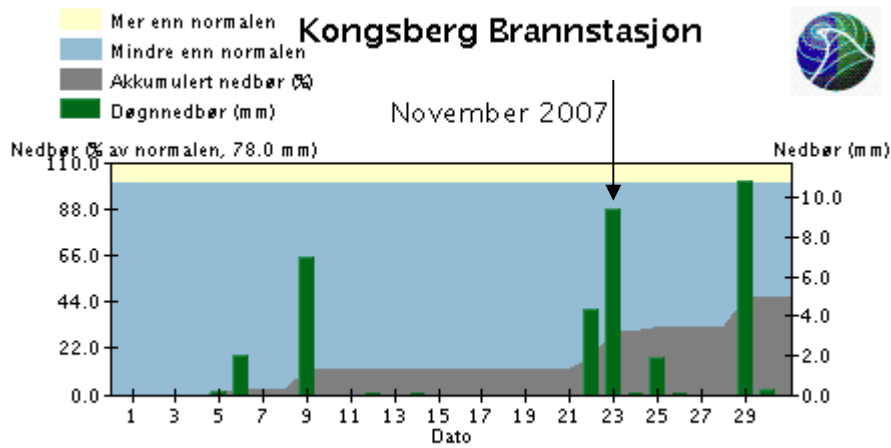
Dataene viser at det forut for prøvetakingene i september og november 2006 var en kraftig nedbørsperiode etterfulgt av en noe roligere periode. Før prøvetakingene i 2007, viser dataene at det var en noe tørrere periode nedbørmessig enn normalt. Nedbøren i mars kom hovedsakelig tidlig i måneden, mens prøvetakingen ble utført i slutten av måneden, og var til dels i form av snø. Den motsatte situasjonen er tilfelle for prøvetakingen i september 2007. Dagen før og i løpet av prøvetakingen i november 2007 ble det målt til dels mye nedbør ved Kongsberg brannstasjon, mens det tidligere i måneden generelt falt lite nedbør.



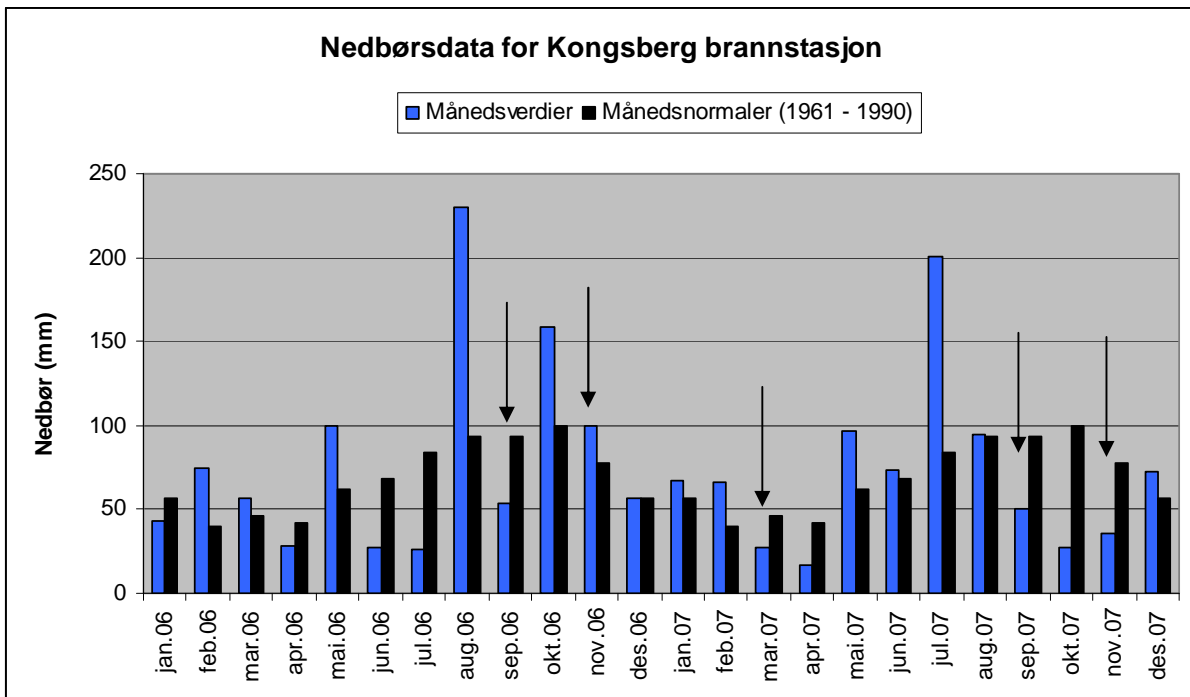
Figur 7 Nedbørsdata for Kongsberg Brannstasjon, mars 2007.



Figur 8 Nedbørsdata for Kongsberg Brannstasjon, september 2007.



Figur 9 Nedbørsdata for Kongsberg Brannstasjon, november 2007.



Figur 10 Nedbørsdata for Kongsberg Brannstasjon, månedsværdier 2006 – 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Ved prøvetakningen ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene. Vannføringen for de enkelte punkt ble vurdert til å være normal for årstiden og er vist i Tabell 16.

Tabell 16 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Hengsvann

Punkt	Vannføring		
	Mars	September	November
1	Lav	Lav	Lav
2 Ref	Høy	Lav	Lav
3	Høy		
4	Høy		
5	Høy	Lav	Lav
6	Høy	Lav	Lav
7	Høy	Lav	Lav
8	Høy		
9 Ref	Høy		
10	Høy	Lav	Lav
11 Ref	Høy	Lav	Lav

6.2.3 Analyseresultater

Det er hovedsakelig påvist meget god til god vannkvalitet (tilstandsklasse I – II i SFTs veileder) mht pH i vassdragene i Hengsvann skyte- og øvingsfelt. Unntaket er de tre først prøvetakningene fra punkt 5 og 6, ved den sørlige grensen til blindgjengerfeltet, hvor det gjennomgående er påvist lavere verdier (4,8 – 5,0) enn i de andre punktene.

Det er påvist meget varierende nivåer av TOC, 4,8 – 13 mg/l (kun tre målinger pga inkurie ved laboratoriet), tilsvarende tilstandsklasse III – IV (mindre god – dårlig). Ved prøvepunkt 5, som drenerer Diplemyra, er det funnet en høy TOC-verdi i september 2007. Tilsvarende er i samme prøvetakningsrunde påvist ved punkt 12.

Det er generelt funnet høye konsentrasjoner av jern på Hengsvann. Spesielt høy verdi er påvist ved punkt 5 og 12, hhv. 5000 og 3300 µg/l, ved prøvetakningen i september 2007.

Ved en inkurie hos laboratoriet er det ikke utført analyser av kalsium.

Analyseresultatene fra Hengsvann har generelt lave konsentrasjoner av metaller. Unntaket er prøvepunkt 1, 5 og 6.

Prøvepunkt 1 drenerer bane 5 og 6. Her er det funnet nivåer av bly og kobber som tilsvarer tilstandsklasse V. Det er i tillegg påvist nivåer av antimon i prøvepunkt 1 som ligger vesentlig høyere enn det som er påvist i de andre punktene. Konsentrasjonen ligger til dels over drikkevannsnormen.

Punkt 12, 10, 9 ref og 8 ligger nedstrøms punkt 1, i nevnt rekkefølge. Det er påvist varierende konsentrasjoner av bly og kobber i prøvepunktene nedstrøms punkt 1: Ved punkt 12 ble det påvist markert - ubetydelig forurensning (tilstandsklasse IV - I) av bly og moderat forurensning (tilstandsklasse III) av kobber. Ved punkt 10 er det sett sterk forurensning av kobber (tilstandsklasse IV) og ubetydelig til moderat forurensning (tilstandsklasse I - II) av bly. Ved punkt 9 ref ble det påvist nivåer av bly i det ene referansepunktet (punkt 9) tilsvarende tilstandsklasse III, markert forurenset. Ved prøvepunkt 8 er situasjonen motsatt av punkt 10.

Prøvepunkt 5 og 6 ligger henholdsvis nedstrøms og oppstrøms Diplemyr. I begge punkt er det påvist forhøyede verdier av bly som tilsvarer hhv. tilstandsklasse III, markert forurenset og tilstandsklasse II - V, markert til meget sterkt forurenset. For kobber er det ved tre prøverunder påvist meget sterk forurensning, tilstandsklasse V. Ved de to resterende prøverundene ble det punktene påvist varierende konsentrasjoner av både bly og kobber (tilstandsklasse I - IV).

Med unntak av punkt 1 er det ikke påvist antimon over drikkevannsnormen i Hengsvann.

Det er ikke påvist hvitt fosfor eller sprengstoff over de gitte deteksjonsgrenser.

6.2.4 Forurensingssituasjon

Vannkvaliteten i vassdragene i Hengsvann skyte- og øvingsfelt er hovedsakelig meget god til god mht. pH, mens den er dårlig mht. TOC. De tilsynelatende høyere TOC-konsentrasjonene i september 2006 i forhold til i september og november 2007 samsvarer med en lavere vannføring i september og november 2007. Det er ingen tydelige variasjoner i TOC-verdiene mht til størrelse på vassdrag, nedbørsområde og vannføring. Det høye innholdet av partikler/humus i vassdragene må sees på som naturlig tilførsel fra myrområder og lignende.

De høye TOC-verdiene i september 2007 ved punkt 5 og 12 samsvarer med tilsvarende høye jernverdier og grumsete vann i vannsystemet (feltobservasjon). Vannføringen ved prøvetakning ble vurdert til å være lav i begge vannsystem og det falt lite nedbør i dagene forut for prøvetakningen.

Punkt 5 og 6 ligger begge sør for blindgjengerfeltet (hvor det brukes bombekastere, granater, håndvåpen, 12,7 mm, 84 mm RFK) og fanger dermed opp evt. avrenning derfra. I mellom punkt 5 og 6 ligger myrområdet Diplemyr. Punkt 5 (nedstrøms punkt 6 og Diplemyr) mottar derfor avrenning både fra blindgjengerfeltet og fra Diplemyr, hvor deler av bane 13 (målområdet), hele bane 14 (vanlig skytebane og pyroteknisk), bane 15 (sprengningsfelt) og bane 16 (bane for håndgranater og M72) er lokalisert. Dette tilsier at det er naturlig med en lav pH i punkt 5. pH i punkt 6, oppstrøms Diplemyr, er like lav som i punkt 5. Dette viser at avrenningen fra blindgjengerfeltet også har lav pH. De lave pH-verdiene gir mulighet for høy mobilisering av metallene.

Begge punktene 5 og 6 viser forurensning av bly og kobber som må antas å kunne tilskrives den militære aktiviteten. Blyforurensningen er generelt jevn i løpet av prøvetakningene, spesielt ved punkt 6. Det er likevel påvist vesentlig høyere konsentrasjon av bly ved punkt 5 i september 2007. Denne høye verdien samsvarer med høy TOC, jerninnhold og grumsete vann ved prøvetakningen (se ovenfor). Når jern felles ut i vann, medfelles som regel også andre metaller. Dermed skulle man forvente å finne lavere blykonsentrasjoner ved denne prøvetakningen. Når det ikke er tilfellet, kan dette skyldes at det ved metallanalysen av prøvene analyseres på både vannfase og partikler og evt. partikkelbundet bly vil derfor også komme med i resultatet. For å få et bilde på en evt medutfelling med jern må det gjøres en analyse kun på vannfasen (filtrert prøve).

Prøve 7 er tatt lenger nede i Hengselva, utenfor skytefeltgrensen. Her er det ikke påvist forhøyede nivåer av verken bly eller kobber. Man må anta at dette hovedsakelig skyldes fortykning ved innblanding av vann fra sidebekker, men det også kan skyldes utfelling med påfølgende sedimentasjon av metallene.

Prøvepunkt 1 ligger øverst i Brånebekken og drenerer et myrområde nedstrøms bane 5 og 6. Her er det ved samtlige prøverunder påvist meget sterk forurensning (tilstandsklasse V) av bly og kobber, i tillegg til relativt høye nivåer av antimon. Forekomsten av antimon i norsk berggrunn er så vidt liten at høye konsentrasjoner i vann med liten sannsynlighet kan tilskrives naturlig forekomster. Dette gir at forurensningen i punkt 1 må stamme fra militær aktivitet. Banene som dreneres av punkt 1, benyttes aktivt til skyting med alle typer håndvåpen.

Prøvepunktene 12, 10 og 8 ligger nedstrøms punkt 1 i nevnt rekkefølge. Punkt 8 ligger utenfor skytefeltgrensen. I tillegg til bane 5 og 6 fanger punkt 10 opp eventuell avrenning fra bane 1, 3 og 4, hvor det skytes med gevær. Punkt 9 ref er tatt i Helgebekken som renner ut i Brånebekken, mellom prøvepunkt 10 og 8 (oppstrøms punkt 8).

Det er funnet varierende nivåer av bly (tilstandsklasse I – III) i både punkt 12 og 10. Først i punktene 9 ref og 8 er det sett en jevn markert forurensning (tilstandsklasse IV) av bly. Det skal ikke være militær aktivitet oppstrøms prøvepunkt 9 ref. Dette kan tyde på at blyinnholdet funnet i punkt 8 kan ha kommet fra Helgebekken og ikke fra avrenningen fra skytebanene. Det ble derfor tatt en prøve i Helgebekken (punkt 11 ref) utenfor skytefeltgrensen. Det ble ikke påvist forhøyet nivå av bly i prøven tatt i Helgebekken. Det er fremdeles ukjent hvor blyforurensningen i prøve 8 og 9 ref kommer fra. Det kommer inn en sidebekk mellom punkt 10 og 8 fra vest i feltet. Iht MO Oslofjord skal det dog ikke foregå militær aktivitet i dette området som kan føre til forurensning av bly.

Det er ikke påvist kobber i prøvene fra punkt 12. Kobberforurensningen kommer først til uttrykk ved punkt 10. Dette kan bety at forurensningen fra punkt 1 er neglisjerbar allerede ved punkt 12 pga fortykning og utfelling med påfølgende sedimentering og at kobberet ved punkt 10 stammer fra bane 1, 3 og 4. Det er ikke påvist kobber i punkt 9 ref. Ved punkt 8 er det kun påvist forhøyet innhold av kobber ved første prøverunde.

Analyseresultatene viser at det transporteres bly ut fra skytefeltet, men at det ikke er klart om forurensningen skyldes den militære aktiviteten. Resultatene gir ingen entydige tegn på om det transporteres kobber ut av skytefeltet. Det kan se ut til at bly- og kobberforurensningen fra den militære aktiviteten ved punkt 1 avtar nedover i vassdraget. Man må anta at dette skyldes fortykning ved innblanding av vann fra sidebekker og/eller utfelling med påfølgende sedimentering.

Tabell 17 viser beregnet årlig utlekking av antimon, bly, kobber og sink i de punktene som representerer avrenning ut i fra feltet.

Tabell 17 Beregnet årlig utlekking fra Hengsvann, 2007.

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
7		8,24	19,95	160,73
8	3,75	12,00	15,30	79,22
Sum	3,75	20,24	35,25	239,95
2 Ref		1,12	0,95	12,74
9 Ref		9,41	2,61	38,12
11 Ref*		3,66	4,29	40,08

* Utlekking beregnet på bakgrunn av resultater fra 29.03.07, 11.09.07 og 25.11.07.

Tabell 18 viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter. Det er kun påvist konsentrasjonene av bly, kobber eller sink som tilsvarer tilstandsklasse I – II (meget lav til lav effekt).

Tabell 18 Resultater for metaller fra Hengsvann 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		7			8
Parameter	Enhet	29.03.07	11.09.07	23.11.07	29.03.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	1,5
Kobber, Cu	µg/l	1,1	<1	1,7	1,3
Sink, Zn	µg/l	7,8	<5	7,6	9,1

6.2.5 Konklusjon og anbefalinger

Det er fortsatt funnet meget sterk forurensning av bly og kobber fra skytebane 5 og 6 øverst i Brånebekken, hvor det benyttes alle typer håndvåpen opp til 7,62 mm. Forurensningen ser ut til å avta nedover i vassdraget. Dette kan skyldes fortykning ved innblanding av vann fra sidebækker og/eller utfelling med påfølgende sedimentering.

Det er funnet konsentrasjoner av kobber og bly som tyder på utlekking fra blindgjengerfeltet og Diplemyr. Både blindgjengerfeltet og Diplemyr er nedslagsfelt for bombekastere, granater, håndvåpen, 12,7 mm, 84 mm RFK. Ved skytefeltgrensen er konsentrasjonene lave.

Kilden til det påviste blyinnholdet i punkt 9 ref er foreløpig ikke lokalisert. For å prøve å lokalisere denne kilden anbefaler vi å fortsette å prøveta vann i punkt 10, 11 ref og 8, i tillegg til et nytt prøvepunkt i bekken som kommer inn fra vest ved punkt 9 i minimum et år framover, og da med mer enn tre prøvetakninger. Idet en vannprøve kun gir et øyeblikks innsikt i forurensningssituasjonen, og det er mange faktorer som må tas med i vurderingen av resultatene, bør man ha flere enn tre resultater, spesielt når man ser hvordan en del resultater på dette feltet varierer. Av samme årsak bør det vurderes å benytte en passiv prøvetaker (DGT) som akkumulerer metaller i vannfasen over tid istedenfor vannprøver. Vi bemerker at passive prøvetakere i hovedsak er konstruert for akkumulering av den biotilgjengelige delen i vannfasen og ikke den partikkelbundede delen av den aktuelle parameter.

Med unntak av punkt 1 er det ikke påvist antimon over drikkevannsnormen i Hengsvann.

Det er ikke påvist hvitt fosfor eller sprengstoff over de gitte deteksjonsgrenser på Hengsvann.

Med unntak for hvitt fosfor og sprengstoff anbefales det å fortsette overvåkingen av vannsystemet for å følge utviklingen av forurensningssituasjonen og effekt av eventuelle gjennomførte tiltak.

6.3 Rauøy

6.3.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Rauøy ligger utenfor Engelsviken i Fredrikstad kommune, Østfold fylke. Forsvaret kjøpte søndre delen av Rauøy på 1920-tallet. Hele øya, med et areal på 3.025 daa, er nå eid av Forsvaret.

Det er kun én skytebane på øya. Banen ble tatt i bruk i 1948 og brukes nå kun sporadisk. Det kan skytes opptil 300 m. Det er standplasser for henholdsvis 50, 200 og 300 meter. Det skytes inn i en sandvoll med fjell bak, se Figur 11. Brukere av banen og øya er kystjegere og Befalsskolen for sjøforsvaret.



Figur 11 Skytebanen på Rauøy, standplass og vollen

For det meste har det blitt benyttet håndvåpen fra tre standplasser. Det er benyttet, er opp til 7,62 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys.

Det ble ved befaring 17.04.07 gjort forsøk på å finne egnede punkter for prøvetaking. Det var ikke mulig å finne overflatevann egnet for prøvetaking. Det er ikke rennende vann på Rauøy, og alle vannområder på øya er myrer som ligger oppstrøms skytebanen. De mottar derfor ikke avrenning fra skytebanen.

6.3.2 Nedbør og vanntransport

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

6.3.3 Analyseresultater

Analyseresultater foreligger ikke.

6.3.4 Forurensningssituasjonen

Forurensningssituasjonen vurderes som uproblematisk. Avrenningen er liten og fortynningen vil bli betydelig i og med at resipient vil være Oslofjorden.

6.3.5 Konklusjon og anbefalinger

Det ble under befaring med Forsvarsbygg og Sweco (17.04.07) observert at det ikke eksisterer overflatevann egnet for prøvetaking nedstrøms skytebanen på Rauøy og det er derfor ikke tatt prøver her. Det er ingen behov for videre overvåking av skytebanen.

6.4 Haurseter

6.4.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Haurseter skytefelt ligger i Ullensaker kommune og dekker et areal på 1.648 daa. Feltet ble tatt i bruk rundt 1910 og har mer eller mindre vært i kontinuerlig bruk frem til rundt 2003. Etter dette har det ikke vært skutt på noen av banene. Feltet består av 4 stk 300 m baner.

For det meste er det benyttet håndvåpen på skytebaner/standplasser. Det er benyttet håndvåpen med opp til 7,62 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys.

Det ble ved befaring 13.04.07 gjort forsøk på å finne punkter for prøvetaking. Det var ikke mulig å finne vann som var egnet for prøvetaking. Markert myr på kart var tørrlagt og skogbevakst.



Figur 12 Haurseter skytebane.

På Figur 12 kommer det frem at standplass er i ferd med å gro igjen. Dette tyder på at feltet har vært meget lite brukt de siste årene.

6.4.2 Nedbør og vanntransport

Feltet har ingen konsentrert overflateavrenning i bekker eller elver.

6.4.3 Analyseresultater

Det er ikke tatt prøver av dette feltet. Analyseresultater foreligger derfor ikke.

6.4.4 Forurensningssituasjonen

Forurensningssituasjonen vurderes som uproblematisk.

6.4.5 Konklusjon og anbefalinger

Det ble under befaring med Forsvarsbygg og Sweco (13.04.07) gjort en vurdering om ikke å ta prøver på dette feltet da det ikke var mulig å finne vann som var egnet for prøvetaking.

Det anbefales imidlertid at det tas jordprøver rundt skytevollene i forbindelse med avhending av skytevollmassene. Det anbefales å ta grunnvannsprøver under kulefangervollene, fordi banen ligger i utkanten av grunnvannsreservoaret på Gardermoen.

6.5 Regimentsmyra Fredrikstad

6.5.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Regimentsmyra skytebane ligger i Fredrikstad kommune, Østfold fylke. Det dekker et areal på 1.814 daa. Dette er et lite felt som består av en håndgranatbane, to aktive militære skytebaner (D1 og D 3), samt en sivil pistolbane og leirduebane. Leirduebanen ligger på oversiden av Regimentsmyra. Den sivile skytebanen ligger mellom bane D1 og D3. Det brukes ikke krumbanevåpen eller ikke pyrotekniske våpensystemer på dette feltet. Det har tidligere vært en stridsvognbane i feltet hvor det også har blitt skutt med skarp panserammunisjon.

Feltet ble tatt i bruk 1922 og har vært i kontinuerlig bruk siden. Feltet blir hovedsakelig brukt av HV-01, men brukes også av politiet og jegere, blant annet til jegerprøven. Det blir kun brukt håndvåpen på skytebaner/standplasser. Det benyttes håndvåpen med opp til 7,62 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys.

Leirduebanen er sivil og er ikke prøvetatt i dette prosjektet. Dersom det er brukt mye blyhagl tidligere vil dette kunne bidra til forhøyde nivåer av bly konsentrasjoner i bekkesystemer ved Regimentsmyra.

Berggrunnen består av granitt og granodioritt, som til dels er dekket av hav- og fjordavsetninger (leire, silt) og marine strandavsetninger (sand, grus).

Det er meget lite overflatevann og bekker i Regimentsmyra stytefelt. Det er derfor vanskelig å finne overflatevann å prøveta. Det ble gjennomført befarings og prøvetaking første gang i april 2007 hvor det ble plukket ut to punkter for overvåking av skytebanen. Det er kun vann på oversiden av bane D1. Det er derfor ikke tatt vannprøver nedstrøms bane D1.

Tabell 19 Oversikt over prøvepunkter, Regimentsmyra

Prøvepunkt*	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk Nedstrøms banen.	Leirduebane, håndgranatbane, 100 meterbane (Bane D3)			Nesten gjengrodd.
2 Ref	Liten bekk Oppstrøms feltet.				Referanse. Nesten gjengrodd.

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

6.5.2 Nedbør og vanntransport

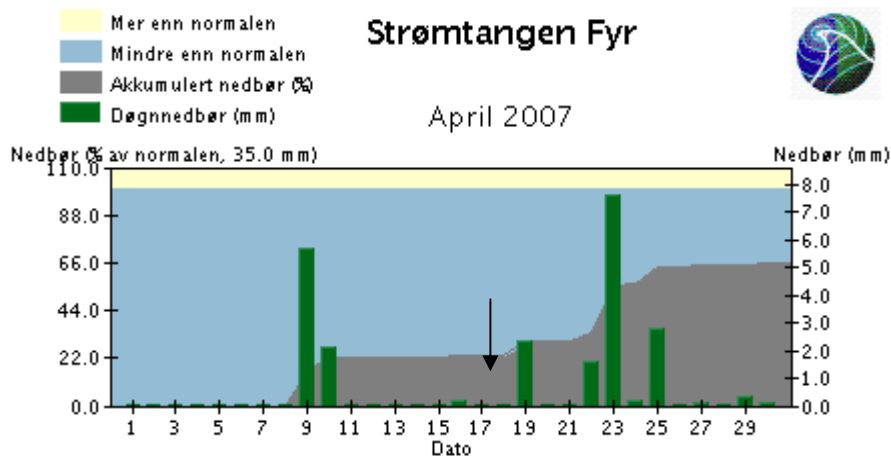
Nærmeste nedbørsmål og grafisk fremstilling er Strømtangen Fyr, Fredrikstad, som er en øy utenfor Fredrikstad by ca 10 km i luftlinje fra Regimentsmyra. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

Beregnet normalavrenning for de enkelte punktene i feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 20. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

Tabell 20 Beregnet normalavrenning for Regimentsmyra

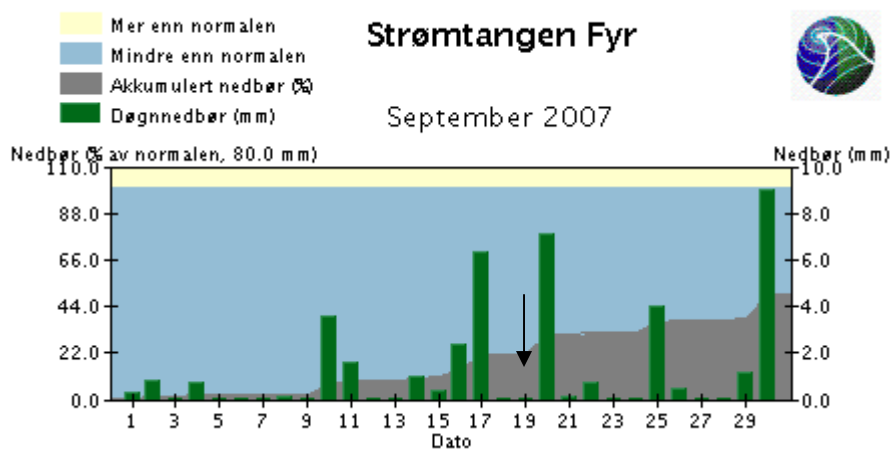
Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	0,14	10,71	1,46
2 Ref	0,10	10,71	1,07

Prøvene som ble tatt den 17. april ble tatt etter en lengre periode med tørke. Det hadde så å si ikke vært snø i området sesongen 2006/2007. Det har derfor ikke vært mulig å få tatt prøver etter en snøsmelting, men prøvene reflekterer likevel nivået i vårløsningen.



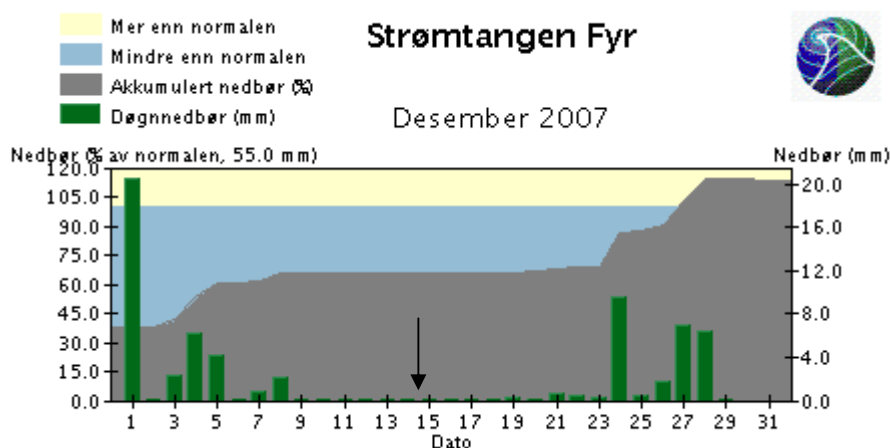
Figur 13 Nedbørsdata for Regimentsmyra (Strømtangen Fyr, Fredrikstad), april 2007

Prøvene i september ble tatt etter at det hadde regnet relativt mye noen dager før prøvetakingen. Men forut før dette hadde det vært en relativt lang periode med tørke. Dette hadde blant annet ført til at punkt 2, referansepunktet, hadde tørket ut.

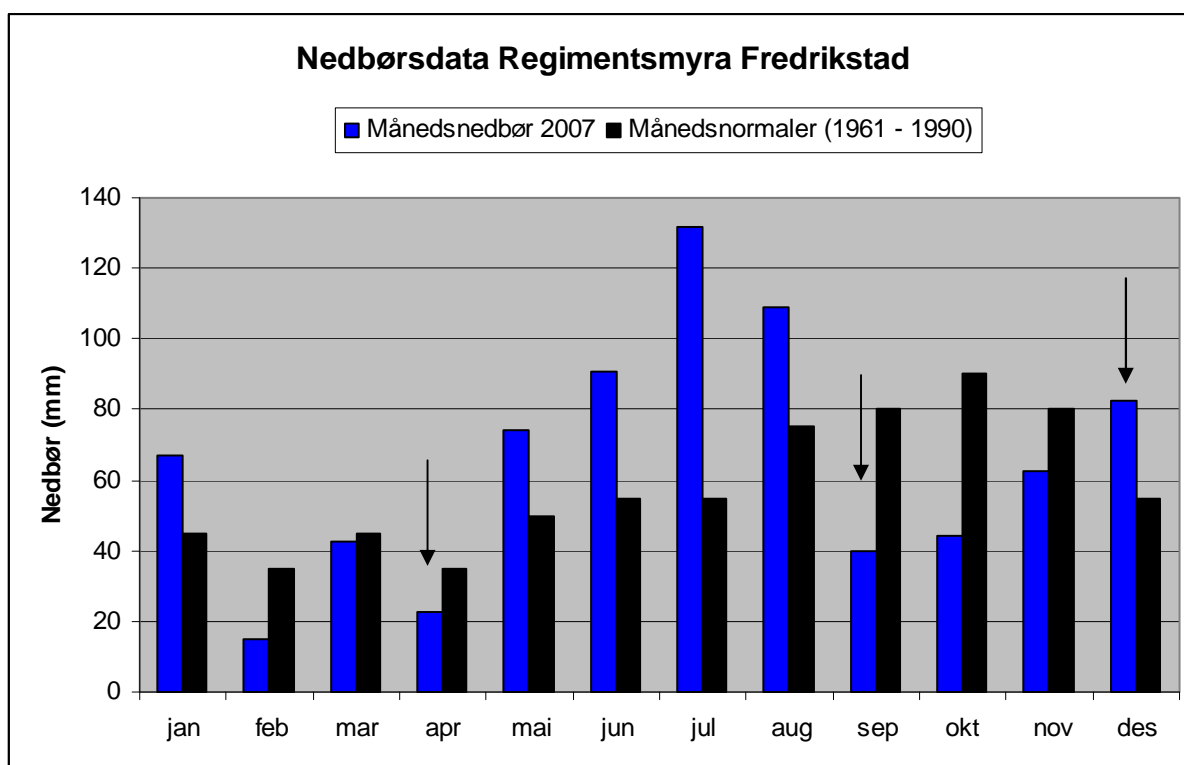


Figur 14 Nedbørsdata for Regimentsmyra (Strømtangen Fyr, Fredrikstad), september 2007

Prøvene i desember ble tatt etter en relativt tørr uke. Det hadde imidlertid regnet relativt kraftig 2 uker før prøvetakingen. Været på prøvetakingsdatoene var grått og overskyet, men uten nedbør av betydning.



Figur 15 Nedbørsdata for Regimentsmyra (Strømtangen Fyr, Fredrikstad), desember 2007



Figur 16 Nedbørsdata Regimentsmyra (Strømtangen Fyr) Fredrikstad for 2007. Piler viser prøvetakingtidspunkter.

Som det kommer frem av Figur 16, var det både ved prøvetakingene i april og september mindre nedbør enn normalt, mens månedene juli og august hadde betydelig mer nedbør enn normalt. Desember hadde også noe mer nedbør enn normalt, men november hadde noe mindre enn normalt.

Tabell 21 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Regimentsmyra

Punkt	Vannføring		
	April	September	Desember
1	Meget liten	Meget liten	Lav, meget lite vann
2 Ref	nesten uttørket	Uttørket	Lav, lite vann

6.5.3 Analyseresultater

Analyseresultatene fra Regimentsmyra viser meget høye nivåer av tungmetaller relatert til metaller fra prosjektiler. Konsentrasjonene av bly i punkt I er alle i tilstandsklasse V og meget høye (140 – 330 µg/l). Referansepunktet har også blykonsentrasjoner i tilstandsklasse V, men de er mye lavere. Konsentrasjonen av kobber er lavere enn bly, men likevel i tilstandsklasse V i punkt 1, mens den er i tilstandsklasse III i referansepunktet. Sink er i tilstandsklasse III i punkt 1 og i tilstandsklasse II i referansepunktet.

Det er i prøver med høye blykonsentrasjoner også påvist høye antimonkonsentrasjoner. Dette tyder på at bekken lokalt er sterkt påvirket av avrenning fra bane D3.

pH i referansen er meget lav, ned mot 4,1. og bekken har også et relativt høyt TOC nivå. Prøven nedstrøms banen viser ikke tilsvarende lav pH. Selv om bekken er relativt kraftig gjengrodd, er ikke TOC nivåene svært høye. Det ble ikke analysert på kalsium i 2007.

Det er også påvist relativt høye konsentrasjoner av aluminium og jern. Men for disse metaller kan det ikke påvises signifikante forskjeller mellom referansen og prøvepunktet nedstrøms. Faktisk har referansen for flere av prøvene betydelig høyere konsentrasjon enn prøvepunktet nedstrøms.

Det er ikke analysert på hvitt fosfor da dette ikke har blitt benyttet. Det er heller ikke analysert på sprengstoffkjemikaler.

6.5.4 Forurensingssituasjonen

Analysene viser at det er høye forurensningskonsentrasjoner også i referansepunktet, men at de der er vesentlig lavere enn i punkt 1. Hagl fra leirduebanen kan være årsak til de høye blykonsentrasjonene i referansepunktet, ettersom hagl kan havne 200-250 meter fra standplass.

Selv om referansen som nevnt kan være påvirket av blyhagl, ser en likevel en signifikant økning av nivåer nedstrøms bane D3.

Høyt TOC-innhold og lav pH i bekken i referansepunktet viser at bekken er påvirket av humussyrer og humus fra myr, som kan medføre økt utlekking. Dette medfører meget korrosive forhold for eventuelle metaller i grunnen, men lav pH-verdi kan i seg selv være forårsaket av sulfidmineralisering.

Selv om referansen er påvirket av bly og kobber, er økningen nedstrøms feltet så signifikant at dette klart må kunne relateres til feltet. Det bemerkes at det i referansen ikke er påvist antimon over deteksjonsgrensen i de to prøvene som ble tatt, mens det er påvist betydelige nivåer av antimon nedstrøms feltet til alle tre prøvene som er tatt her.

Høyt innhold av jern og aluminium skyldes sannsynligvis den lave pH-verdien oppstrøms kombinert med lokale geologiske forhold og ikke aktivitetene i feltet. I og med at jerninnholdet er høyere i referansepunktet kan dette imidlertid også tolkes som en indikasjon på at punktet mottar avrenning fra leirduebanen da ny blyfri hagl er stålbasert og dermed inneholder jern.

Etttersom konsentrasjonene av flere metaller er uvanlig høye i referansepunktet, er det naturlig å stille spørsmål om det kan være forårsaket av at aktiviteten i feltet tidligere har omfattet et større område. Man skal også huske på at feltet ligger meget nær Gamlebyen i Fredrikstad som i flere århundrer har vært senter for militære aktiviteter.

Basert på årsmiddelavrenningen og gjennomsnittskonsentrasjonen for de ulike prøvetakingsperiodene er en kommet frem til følgende teoretiske avrenning for de enkelte punktene:

Tabell 22 Beregnet årlig utlekking fra Regimentsmyra, 2007

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1	1,58	11,65	0,89	1,76
2 Ref*				

* Kun to målinger

Vannføringen var meget lave ved alle tre prøvetidspunkt. Mengden utlekking er beregnet fra et snitt på 1,46 l/s som vannføring, som er meget lavt. Dette blir derfor en beregning av utlekking. Selv om det er påvist svært høye nivåer av metaller, særlig bly blir den teoretiske utlekkingen forholdsvis lav.

Det er likevel tydelig at avrenningen fra Regimentsmyra skytefelt er påvirket av aktiviteten på skytebanene. Leirduebane oppstrøms banen kan også ha en viss påvirkning på beregnet utlekking av bly.

Tabell 23 Resultater for metaller fra Regimentsmyra, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1		
Parameter	Enhet	17.04.07	17.09.07	14.12.07
Bly, Pb	µg/l	290	140	330
Kobber, Cu	µg/l	19	23	16
Sink, Zn	µg/l	30	48	37

Det kommer frem av Tabell 23 at forurensningen har betydelige biologiske effekter. I forhold til den klassifiseringen er sink i tilstandsklasse II, lav effekt, kobber i tilstandsklasse III, middels effekt og bly i tilstandsklasse IV, høy effekt. Det bemerkes at bekken er en meget liten og nesten gjengrodd (se bildet) med svært liten vannføring. Den biologiske effekten vil derfor trolig være av mer lokal art. Bekken har avrenning mot Gansrødbukta som er en del av Oslofjorden. Fortynningen i denne resipienten vil derfor vær svært stor. Bidraget fra skytefeltet i forhold til biologiske effekter vil derfor trolig ikke være målbart i fjorden.

6.5.5 Konklusjon og anbefalinger

Basert på at det er de fire metallene (bly, antimon, kobber og sink) som viser betydelige forhøyde nivåer, må dette 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.

6.6 Rygge

6.6.1 Beskrivelse prøvepunkter

Rygge flystasjon ligger i Rygge og Råde kommune, Østfold fylke. Dette er ikke et skytefelt. På Rygge flystasjon er det etablert to skytebaner – geværbanen hvor det skytes opptil 200 m og pistolbanen hvor det skytes opptil 50 m. Siden dette er to enkeltbaner er det ikke hensiktsmessig å operere med areal.

Rygge blir hovedsakelig brukt av luftforsvaret. Geværbanen ble tatt i bruk 1969 og Pistolbanen i 1970. Begge har vært i kontinuerlig bruk siden.

Det blir kun brukt håndvåpen på skytebaner/standplasser. Det benyttes håndvåpen med opp til 7,62 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys. Det brukes ikke krumbanevåpen eller pyrotekniske våpensystemer på banene.

Berggrunnen i området består av gneisbergarter med varierende sammensetning. Berggrunnen er stedvis overdekket med noe torv/myr og noe hav- og fjordavsetninger. All avrenning fra skytebanene vil ende ut i Vansjø som er drikkevannskilde for MOVAR, som er VAR-selskap for Mosseregionen.

Ved geværbanen er det et myrområde med en rennende bekk. Det er derfor etablert to prøvepunkter, en oppstrøms (referanse) og en nedstrøms standplass.

Ved pistolbanen var det markert en bekk, men denne var tørket inn. Nedstrøms for pistolbanen ligger en middels stor bekk som er prøvetatt.

Tabell 24 Oversikt over prøvepunkter, Rygge

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1 Ref	Liten bekk Renner inn i myr	Oppstrøms geværbane			
2	Liten bekk Renner ut fra myr, ca 40-50 meter fra banen.	Nedstrøms geværbane			
3	Liten bekk, ca 30 meter fra banen	Nedstrøms pistolbane			Ikke mulig å finne referanse til dette punktet

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

6.6.2 Nedbør og vanntransport

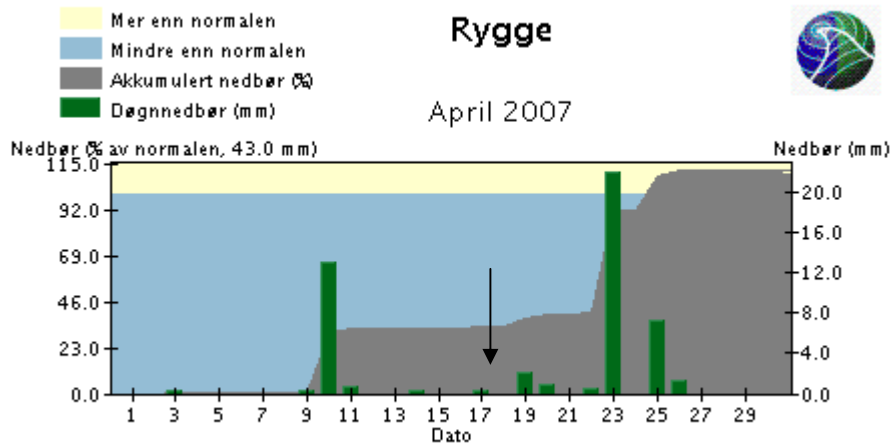
Nærmeste nedbørsmål med grafisk fremstilling er i Rygge, som ligger kun 2-3 km fra Rygge flystasjon. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

Beregnet normalavrenning for de enkelte punktene i feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 25. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

Tabell 25 Beregnet normalavrenning for Rygge

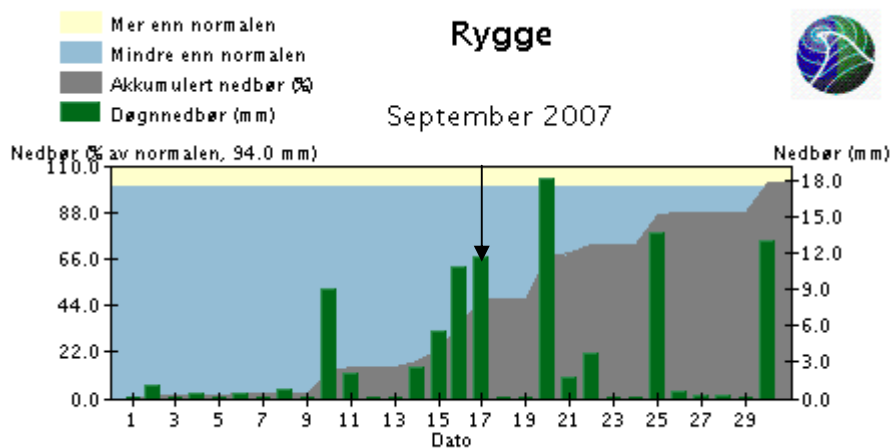
Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1 Ref	0,22	13,84	3,04
2	0,23	13,81	3,14
3	0,39	15,07	5,92

Prøvene som ble tatt den 17. april 2007 ble tatt etter en lengre periode med tørke. Det hadde så å si ikke vært snø i området sesongen 2006/2007. Det har derfor ikke vært mulig å få tatt prøver etter en snøsmelting, men prøvene reflekterer likevel nivået i vårløsningen.



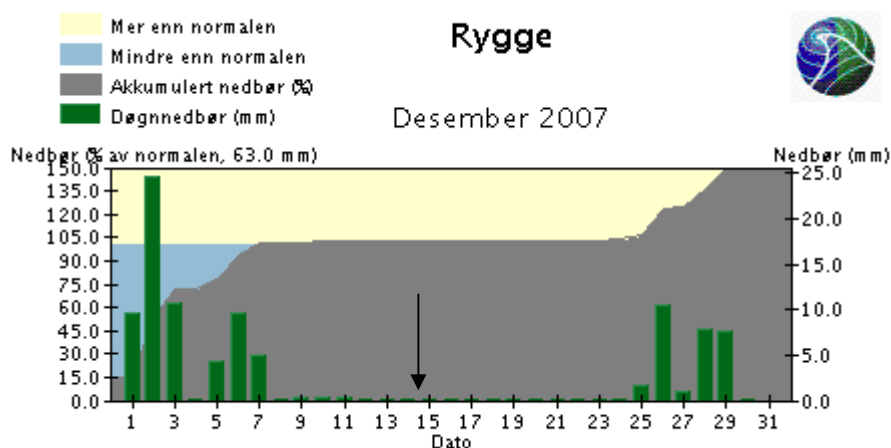
Figur 17 Nedbørsdata for Rygge, april 2007

Prøvene i september ble tatt etter at det hadde regnet relativt mye noen dager før prøvetakingen. Det regnet også relativt tett i dagene rett før prøvetakingen. Denne runden vil derfor representere avrenning etter nedbør.

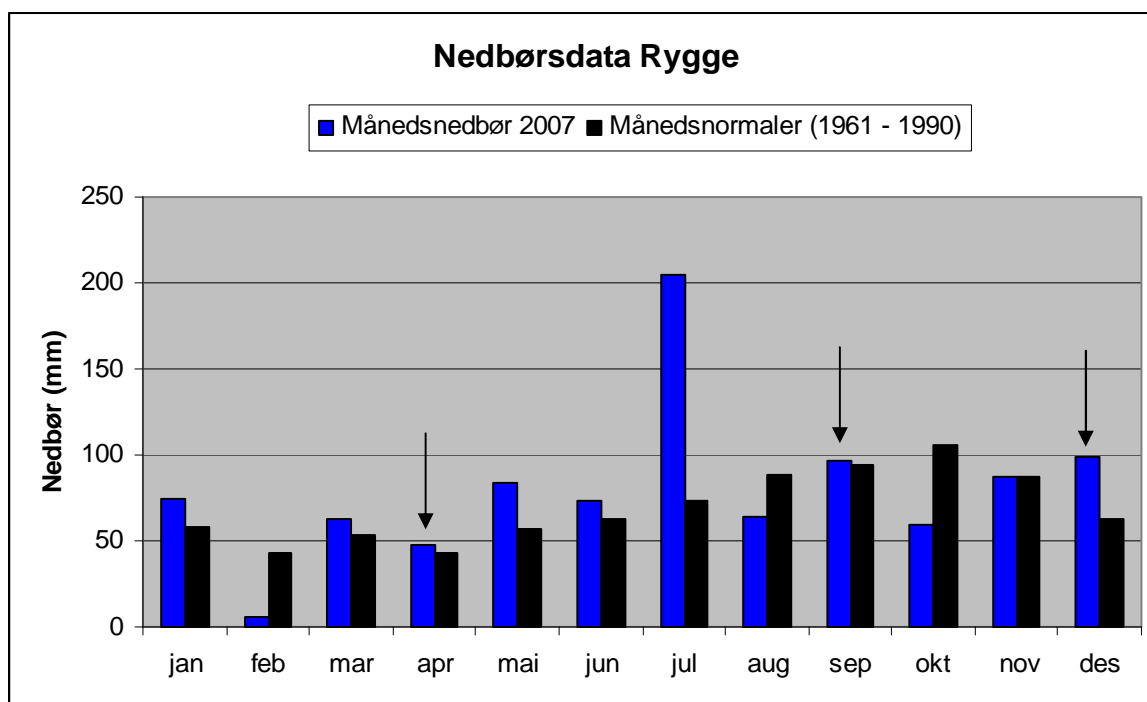


Figur 18 Nedbørsdata for Rygge, september 2007

I begynnelsen av desember var det noe regn. Men ellers var desember en relativt tørr måned. Det hadde vært tørt vær i en uke før prøverunden i desember ble gjennomført.



Figur 19 Nedbørsdata for Rygge, desember 2007



Figur 20 Nedbørsdata Rygge for 2007. Piler viser prøvetakingstidspunkter.

Som det kommer frem av Tabell 26, var det tilnærmet normal nedbør i april og september. Desember hadde noe mer nedbør enn normalt.

Tabell 26 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Rygge

Punkt	Vannføring		
	April	September	Desember
1 Ref	Middels	Lav	Middels
2	Middels	Lav	Middels
3	Middels	Lav	Middels

Det ble observert rød/brun jernutfelling i bunnsedimentene i bekken i punkt 3 i april og september.

Vannet i punktene 1 og 2, som er ved 200 m banen, betegnes som klart med myrbunn. Vannet ved kortholdsbanen (punkt 3) er betegnet som bekk med rødlig bunn og vann.

6.6.3 Analyseresultater

Analysene fra Rygge har gjennomgående noe forhøyede konsentrasjoner i prøvene fra punkt 3 nedstrøms pistolbanen, hvor nivåene ligger i tilstandsklasse IV og V for kobber og III – V for bly. Det er imidlertid ikke påvist antimon over deteksjonsgrensen i noen av prøvene. Det er påvist nivåer av nikkel i tilstandsklasse II og IV ved alle målinger i alle punkter.

For geværbanen kan det ikke påvises signifikante forskjeller mellom referansestasjonen punkt 1 oppstrøms banen og punkt 2 nedstrøms.

pH er nøytral på ca 7, men noe lavere for punkt 3 enn for de to punktene ved geværbanen. TOC-innholdet tilsvarer tilstandsklasse IV eller V ved alle målinger i alle punkt. Det ble ikke analysert på kalsium i 2007.

Det er ikke analysert på hvitt fosfor, da dette ikke har blitt benyttet. Det er heller ikke analysert på sprengstoffkjemikaler.

6.6.4 Forurensingssituasjonen

Det er påvist avrenning av metaller fra Rygge, men det var ikke mulig å finne noen egnet referansepunkt for pistolbanen, så det er ikke mulig å fastslå om nivåene skyldes bidrag fra banen alene eller om det er eksterne kilder til metallene. Nikkel er et metall som ikke direkte er relatert til metaller i håndvåpenammunisjon, og analysene kan derfor tyde på et det er andre kilder enn skytebanen som kan bidra til de økte metallnivåene.

Nøytral pH skulle tilsi at surt vann ikke er en faktor som bidrar til korrosive forhold for eventuelle metaller i grunnen. TOC innholdet kan medføre at en får økt avrenning av metaller fordi metallene kan inngå i organiske kompleksforbindelser.

Basert på årsmiddelavrenningen og gjennomsnittskonsentrasjonen for de ulike prøvetakingsperiodene er en kommet frem til følgende teoretiske avrenning for de enkelte punktene:

Tabell 27 Beregnet årlig utlekking fra Rygge

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
2		0,09	0,78	1,47
3		2,17	4,00	10,70
1 Ref		0,09	0,89	1,82

Siden prøvene ikke er tatt ved eiendomsgrensen, og derfor ikke representerer mengder som forlater et skytefelt, er ikke resultatene summert.

Tabell 28 Resultater for metaller fra Rygge. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		2			3		
Parameter	Enhet	17.04.07	17.09.07	14.12.07	17.04.07	17.09.07	14.12.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	0,62	<0,5	2,4	8,7	1,5
Kobber, Cu	µg/l	2,1	3,9	5,5	5,9	13	7,6
Sink, Zn	µg/l	5,5	5,3	12	14	37	19

Tabell 28 viser at det i en av prøvene nedstrøms pistolbanen påvist konsentrasjon av bly i tilstandsklasse III i forhold til biologiske effekter. Det vil si det kan forekomme artsreduksjoner samt at tolerable arter kan dominere. Effekter på laksefisk ansees som lite relevant. For de andre parametere er tilstandsklassen II – I, tilsvarende lav til meget lav biologisk effekt.

Bekkene som drenerer banene har imidlertid beskjedne vannføringer, slik at fortykningseffekten før vannet når Vansjø vil være stor.

Siden bekkesystemene fra Rygge renner ut i Vansjø, som er en drikkevannskilde, er resultatene også vurdert opp mot drikkevannsforskriften. Bly- og kobberkonsentrasjonene ligger godt under grenseverdiene der.

6.6.5 Konklusjon og anbefalinger

Bekken som renner gjennom geværbanen viser innhold av kobber og nikkel. Både oppstrøms og nedstrøms geværbanen. Blykonsentrasjonene i bekken ansees som meget lave. Dette tyder på at metallinnholdet i denne bekken kommer fra annen kilde enn skytebanen. Det bør derfor gjennomføres en undersøkelse for å avklare kilden til metallforurensning av denne bekken.

Det er påvist høyere innhold av bly og kobber i punktet nedstrøms pistolbanen enn andre steder i feltet. Dett er sannsynlig at dette i det minste delvis skyldes virksomheten der.

Selv om avrenningen fra Rygge er liten og påvirkningen på resipienten (Vansjø) trolig er beskjedne, anbefales det at overvåkingen fortsetter. Dette vil også være i tråd med tillatelsen etter Forurensningsloven gitt av Fylkesmannen i Østfold for Rygge flystasjon. Det anbefales at overvåkingen av banene på Rygge overføres til det generelle overvåkingsprogrammet som er knyttet opp til utslippstillatelsen.

6.7 Sessvollmoen/Trandum

6.7.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Skytefeltet ligger i Ullensaker kommune og dekker et areal på ca 4.596 daa. Feltet ble tatt i bruk 1955 og har vært i kontinuerlig bruk siden. Feltet består i alt av 18 baner i feltet og en i leiren. I tillegg er fire nedlagte baner som skal fjernes. På disse banene har det ikke vært skutt siden 2003. Det har tidligere vært en stridsvognbane i feltet hvor det også har blitt skutt med skarp panserammunisjon.

Dette er et middels stort felt hvor det hovedsakelig brukes håndvåpen på skytebaner/-standplasser, samt pyrotekniske våpensystemer. Det benyttes håndvåpen med opp til 7,62 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys. Det benyttes også sprengladninger opp til 500 g. Brukere er blant annet Forsvarets Militærpolitiskole, Hærens befalsskole, Forsvarets sanitetsskole, Rekruttskolen for Hæren m.fl. Feltet brukes også sporadisk av andre styrker.

Sessvollmoen skytefelt ligger på sandige løsmasser av breelavsetninger og bresjø/-innsjøavsetninger, og det er dypt til berggrunnen. I tillegg finnes mindre forekomster av torv/myr.

Tabell 29 Oversikt over prøvepunkter, Sessvollmoen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Myr/overflatevann	Ikke relevant			Ca 500 m syd for bane B17
2	Aurtjern (bade plass)	Ikke relevant			Mottar ikke avrenning fra skytefeltet

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

Det er meget lite rennende overflatevann i Sessvollmoen skytefelt, og ikke bekker eller elver som renner ut av skytefeltet.. Det er derfor vanskelig å finne bekker å prøveta. Det ble gjennomført feltarbeid første gang 13.04.07 hvor det ble plukket ut to punkter for overvåking

av Sessvollmoen skyte- og øvingsfelt. Det ble valgt å ta prøver av Aurtjern som er en badeplass, og et myrtjern.

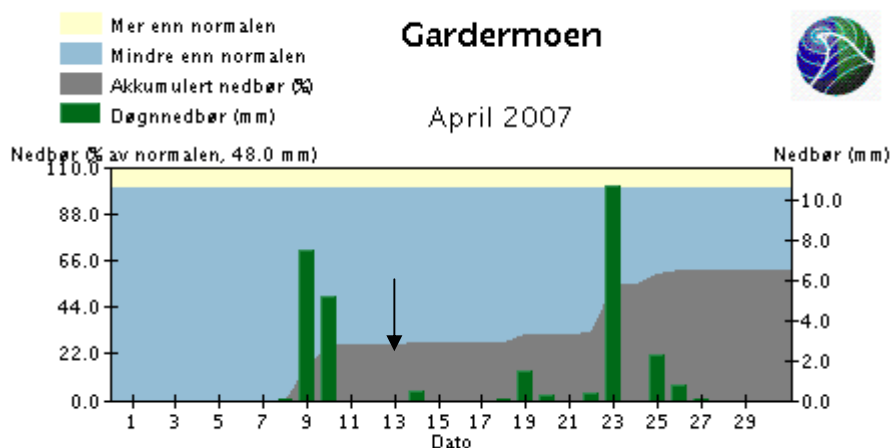
Det er ikke relevant å beskrive dreneringsområder da prøvepunktene ikke mottar avrenning fra baner i nærheten. Det er ikke overflatevann i nærheten av banene på Sessvollmoen.

6.7.2 Nedbør og vanntransport

Nærmeste nedbørsmåler med grafisk fremstilling av resultater er Gardermoen, som er ca 10 km fra Sessvollmoen. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

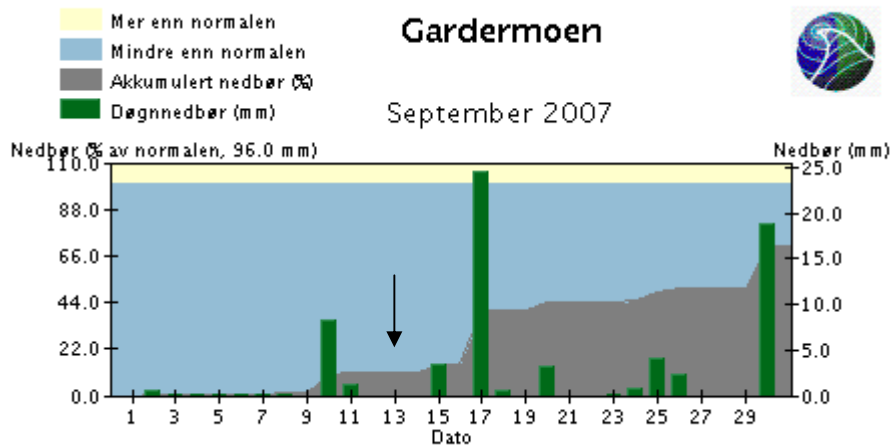
Prøvene som ble tatt den 30. mars ble tatt etter en lengre tørkeperiode. Snøsmeltingen var imidlertid i full gang. I og med at det ikke er bekker eller elver i området er det ikke mulig å fastslå om snøsmeltingen har hatt påvirkning på vannstand i prøvepunktene. Det er imidlertid relevant å anta at vannstanden i punktene var noe høyere enn normalt som følge av tilførsel av smeltevann. De to tjernene står sannsynligvis i kontakt med grunnvannet, men bunnen i tjernet ved punkt 1 kan være helt eller delvis tett.

Siden det ikke er vannførende bekker på området så er det ikke beregnet normalavrenning fra feltet.



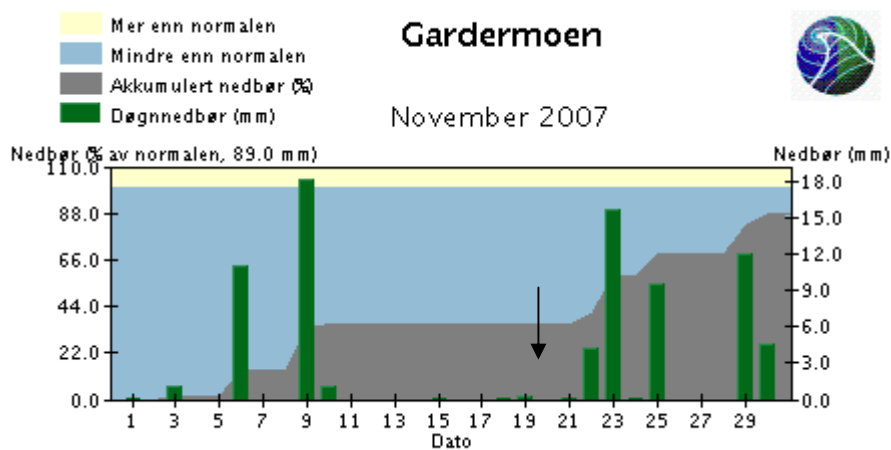
Figur 21 Nedbørsdata for Sessvollmoen (Gardermoen), april 2007

Som det kommer frem av Figur 22, hadde det vært en lengre tørkeperiode i september. Det bemerkes imidlertid at det i løpet av juli hadde vært relativt mye nedbør. Likevel vil prøvene representere prøver etter en tørkeperiode.

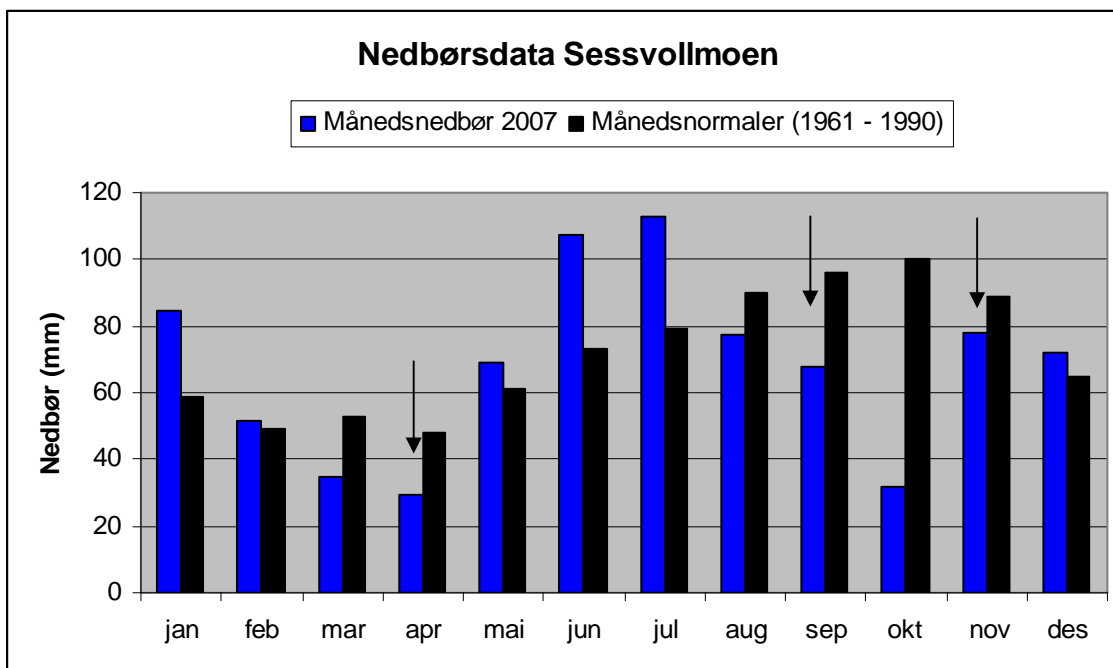


Figur 22 Nedbørsdata for Sessvollmoen (Gardermoen), september 2007

November var også en relativt nedbørsfattig måned. Hele uka før prøvetakingen hadde det så å si ikke vært nedbør.



Figur 23 Nedbørsdata for Sessvollmoen (Gardermoen), november 2007



Figur 24 Nedbørsdata for Sessvollmoen, månedsverdier 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990). Pilene markerer prøvetakingstidspunktene.

Figur 24 viser at våren 2007 var relativt tørr med lite nedbør i både mars og april. September hadde noe mindre nedbør enn normalt, og generelt var høsten 2007 relativt tørr med betydelig mindre nedbør enn normalt i oktober og også mindre nedbør enn normalt i november.

Siden prøvepunktene er grunnvann uten definert strømming, er det ikke relevant å beskrive vanntransport for punktene.

6.7.3 Analyseresultater

Vannkvaliteten i Aurtjern (punkt 2) er i tilstandsklasse I - II for alle parametere, som ventet kan være for et relativt stort vann med kontakt mot en ganske stort grunnvannsføremst.

I det lille myrtjernet ved punkt 1 er pH noe lavere og jerninnholdet høyere. TOC-innholdet er også høyere ved 2 av 3 målinger, men her er resultatene mer variable.

I prøvepunkt 1 har konsentrasjonen av kobber variert fra tilstandsklasse IV til tilstandsklasse II i 2007. Det er også én registrering av sink i tilstandsklasse III. Det er ikke påvist hvitt fosfor over deteksjonsgrensen i noen av prøvene som er analysert for dette. Det er ikke analysert på sprengstoffkjemikaler.

6.7.4 Forurensingssituasjonen

Tjernet med prøvepunkt 1 ligger 500 m fra nærmeste bane, slik at det er meget lite sannsynlig at dette punktet vil være nevneverdig påvirket av avrenning fra skyteaktivitet fra skytefeltet. Innholdet av kobber og sink kan derfor ha andre årsaker. Andre militære aktiviteter i feltet, som f.eks. den nedlagte stridsvognsbanen kan være en av dem.

Det er viktig å bemerke er at Aurtjern, som brukes som badeplass, ikke har nivåer av helsefarlige tungmetaller over deteksjonsgrensen.

Siden både myra og Aurtjern til en viss grad representerer grunnvannet og verken har tilførsel av vann utenfra (foruten nedbør) eller avrenning, er det lite relevant å beregne overflateavrenning og vanntransport fra dette feltet.

Man kan imidlertid stille spørsmål om hvilken effekt skytebanene lokalt kan ha på grunnvannet i området.

Selv om det ikke er avrenning fra feltet er det valgt å sammenstille resultatene med klassifisering relatert til biologiske effekter. Selv om det er påvist nivåer opp til tilstandsklasse III i henhold til klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, viser det seg at det er lav til meget lav påvirkning av biota.

Tabell 30 Resultater for metaller fra Sessvollmoen, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1			2		
Parameter	Enhet	30.03.07	10.09.07	23.11.07	30.03.07	10.09.07	23.11.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	0,73	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	3,6	1,8	1,3	<1	<1	<1
Sink, Zn	µg/l	13	10	20	<5	<5	<5

6.7.5 Konklusjon og anbefalinger

I og med at det ikke er noen målepunkter som representerer avrenning fra feltet og at de resultater som er påvist er relativt gode, anbefales det at prøvetakingen av overflatepunkter på Sessvollmoen avsluttes.

Grunnvannet i denne store grunnvannsforkomsten overvåkes flere steder, ikke minst ved Gardermoen flyplass. Den lokale effekten av skytebaneaktiviteten er derimot mindre kjent. Man bør vurderer å nedsette grunnvannsbrønner nær skytebaneområdet for å kunne vurdere denne effekten nærmere.

6.8 Heistadmoen

6.8.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Skytefeltet ligger i Kongsberg kommune og dekker et areal på 5.812 daa. Feltet ble tatt i bruk 1909 og har vært i kontinuerlig bruk siden.

Feltet består i alt av 14 baner. Hovedbruker er Heimevernet, med HV01, HV02, samt HV03. Feltet brukes også sporadisk av andre hærstyrker. Dette er et middels stort felt hvor det for det meste inngår bruk av håndvåpen på skytebaner/standplasser, samt pyrotekniske våpensystemer. Det benyttes håndvåpen med opp til 7,62 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys, samt 12,7 mm blåplast. Det benyttes også sprengladninger opp til 500 g. Ved prøvepunkt 6 har det tidligere vært et sprengningsfelt som ikke er blitt benyttet de senere årene. Det er tatt prøve mht. sprengstoff her.

I tillegg til skytebaner det et håndgranatfelt i bruk på Heistadmoen, bane E-14. Det er også en nedlagt TOW-bane i feltet, men det er ikke kjent når den sist ble brukt. Ut over dette er det ikke kjent til at andre typer våpen er benyttet, i tilfelle være for en god tid tilbake.

Berggrunnen består hovedsakelig av diorittisk til granittisk gneis. Terrenget er dominert av myrlendt terreng og bart fjell. Stedvis er det likevel tykt morenedekke. Mot Numedalslågen består overdekningen av breelavsetninger, elveavsetninger og til dels tykke hav- og fjordavsetninger.

Kongsbergområdet er en kjent mineralprovins med bl.a. sølv og kismalmer. Det er 3 kjente gruvelokaliteter i den nordvestre delen av feltet, "Kisgruva", "Ertstjern" og "Stavsmyr". De to førtsnevnte er drevet på kismalmer med kobber, bly og sink. Stavsmyr er et gammelt sølvskjerp, hvor det også er registrert noe kismalm og rust fra svovelkis på bergflater.

Det er tatt prøver fra dette feltet siden 1999, i forbindelse med overvåkingsprogrammet gjennomført av NIVA. Det ble da etablert 4 prøvepunkter som alle ligger langs en bekk som renner inn i Ertsjern. Det ble valgt å fortsette prøvetakingen i disse punktene i tillegg til seks nye prøvepunkter. De nye prøvepunktene har til hensikt å kartlegge hva som evt. renner ut av feltet. Det er i tillegg etablert to referansepunkter (ref 1 og ref 3) som skal være upåvirket av aktiviteten på feltet. Referansepunktene er tatt i to ulike vassdrag. Referansepunkt 3 er mest relevant i forhold til det som renner inn i feltet.

Feltet ble ikke prøvetatt i 2006. I 2007 ble feltet prøvetatt i mars, september og november.

Følgende skytebaner er lokalisert på Heistadmoen:

Bane	Type	Merknad
A-1	Kortholdsbane	
A-2	Kortholdsbane	
A-3	Kortholdsbane	
B-4	Stridsskyting	
B-5	Elektronisk mål	
B-5a	Kortholdsbane	
B-6	Demo dekningstykkelse	
C-8	Feltskytebane	Pistol/MP
C-9	Blåplast	
D-10	Stridsskyting	
D-11	Liten målbane	
E-13	Nærstridsløype	Midl stengt
E-14	Håndgranatbane	
F-17	TOW-øvingsbane	Nedlagt

Tabell 31 Oversikt over prøvepunkter, Heistadmoen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1 Ref	Stor bekk				Renner ned mot Dalselva
2	Liten bekk	Bane 3		St 1	
3 Ref	Stor bekk				Renner ovenfor feltet og delvis inn i feltet mot pkt 2
4	Liten bekk	Bane C8 og 9			
5	Liten bekk	Bane E13 og D11		St 2	Myrlig terreng
6	Liten bekk	Hele feltet	S	St 4	Renner inn i Ertstjern, drenerer sprengingsfelt.
7	Liten bekk	Nedstrøms bane 11, drenerer bane 4, 5, 8 og 9		St 3	
8	Liten bekk	Nedstrøms feltet.			Drenerer Ertstjern
9	Liten bekk	Nedstrøms feltet			
10	Liten bekk	Nedstrøms feltet			Nær bebyggelse

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

** S = sprengstoff

6.8.2 Nedbør og vanntransport

En del av bekkene her går til tider tørre i løpet av sommeren, etter lengre tørkeperioder. Nærmeste nedbørsmåler med grafisk fremstilling er Kongsberg brannstasjon, som er ca 10 km fra Heistadmoen. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med

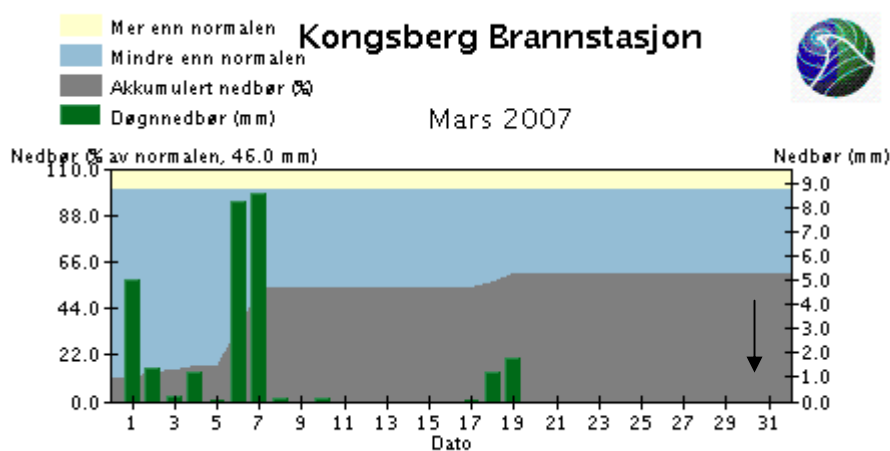
vurdering av nedbørssituasjonen. Prøvetakningsrundene er markert på nedbørsgrafene vha en pil.

Beregnet normalavrenning for de enkelte punktene i feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 32. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

Tabell 32 Beregnet normalavrenning for Heistadmoen

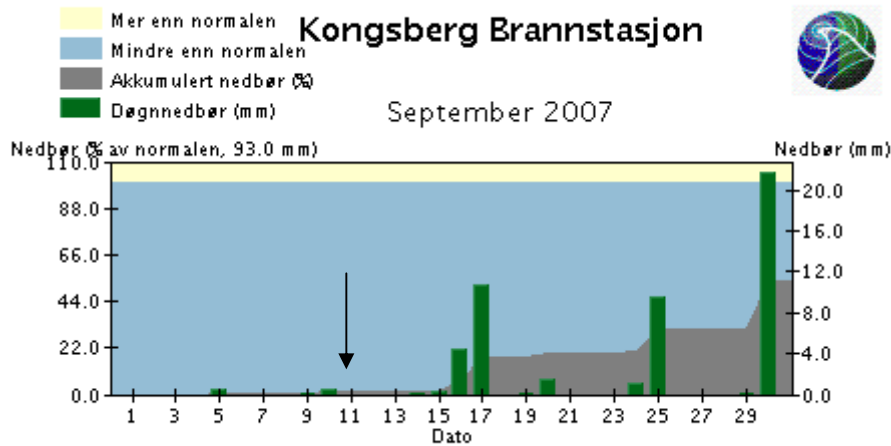
Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1 Ref	12,69	22,66	287,62
2	0,07	18,66	1,33
3 Ref	12,39	22,69	281,19
4	0,31	19,47	6,09
5	0,55	19,15	10,52
6	0,94	18,88	17,70
7	0,53	18,84	10,01
8	1,98	18,39	36,46
9	0,26	19,44	4,97
10	0,21	20,73	4,39

Prøvene fra 30. mars ble tatt etter en lengre tørkeperiode. Snøsmeltingen var imidlertid i full gang, slik at det var godt med vannføring i bekker og elver. Denne prøveserien vil derfor representere situasjonen etter snøsmelting.



Figur 25 Nedbørsdata for Heistadmoen (Kongsberg brannstasjon), mars 2007

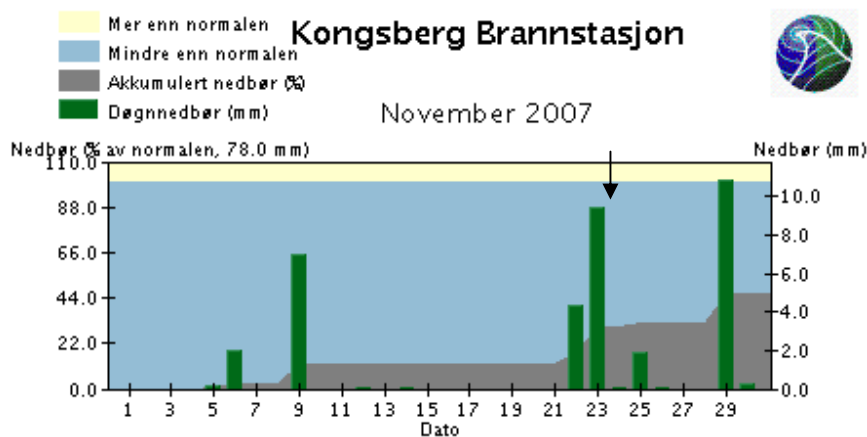
Som det kommer frem av Figur 26, hadde det vært en lengre tørkeperiode i august og september. Det bemerkes imidlertid at det i løpet av juli hadde vært relativt mye nedbør. Likevel vil prøvene representere prøver etter en tørkeperiode.



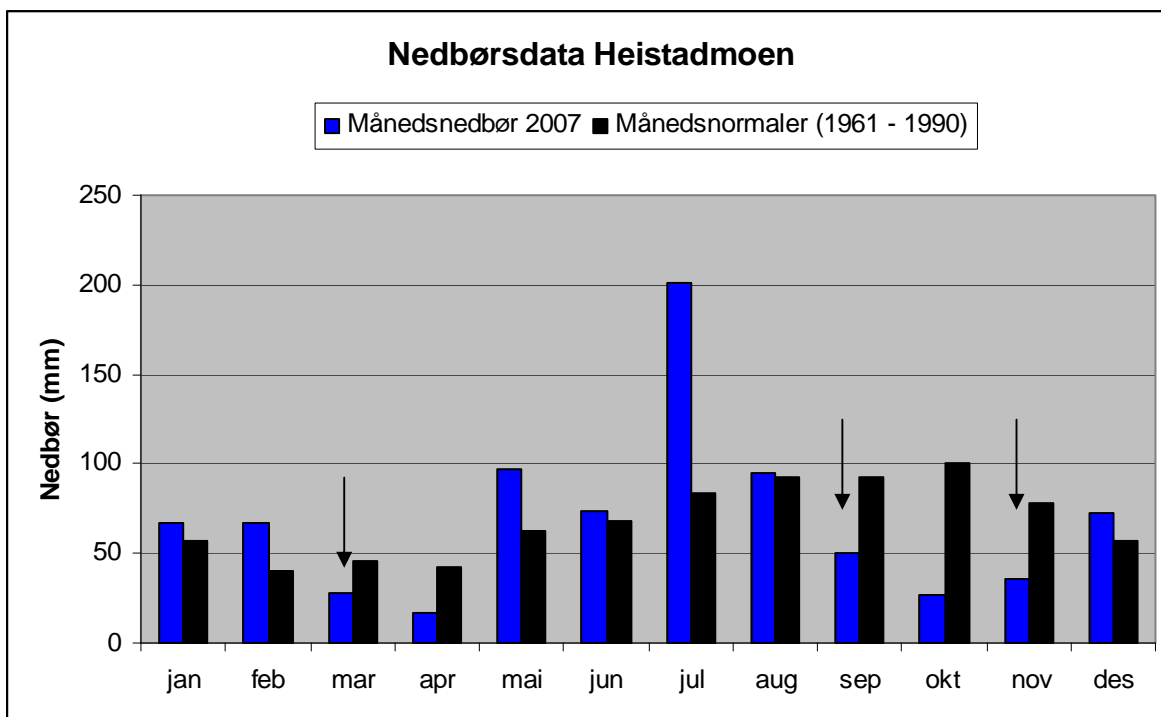
Figur 26 Nedbørsdata for Heistadmoen (Kongsberg brannstasjon), september 2007

Høsten 2007 var en relativt tørr periode, og det var mindre nedbør enn normalt. Det har derfor vært vanskelig å finne en prøvedato som vil representere situasjonen etter kraftig nedbør.

Det var imidlertid noe nedbør i dagen før prøvetaking samt på prøvetakingsdatoen.



Figur 27 Nedbørsdata for Heistadmoen (Kongsberg brannstasjon), november 2007



Figur 28 Nedbørsdata Heistadmoen for 2007

Det kommer frem av Figur 28 at våren 2007 var relativt tørr med lite nedbør i både mars og april. September hadde noe mindre nedbør enn normalt, og generelt var høsten 2007 relativt tørr med betydelig mindre nedbør enn normalt i oktober og også mindre nedbør enn normalt i november.

Tabell 33 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Heistadmoen

Punkt	Vannføring		
	Mars	September	November
1 Ref	Stor	Lav	Lav
2	Liten	Uttørket	Lav
3 Ref	Stor	Lav	Lav
4	Middels	Lav	Lav
5	Liten	Lav	Lav
6	Middels	Lav	Lav
7	Stor	Lav	Lav
8	Stor	Lav	Lav
9	Liten	Lav	Lav
10	Liten	Svært lav	Svært lav

Det er tatt to runder som representerer tørkeperioder, samt en periode som representerer snøsmelting. Erfaringsmessig ville senhøstes være en periode med mye nedbør. Men denne var relativt tørr. Nedbørsperioden for 2007 var i juli måned. På grunn av ferieavvikling var det ikke mulig å få tatt prøver i denne måneden. Selv om nedbørsperioden mangler, gir resultatene likevel et representativt bilde over avrenningen fra Heistadmoen.

6.8.3 Analyseresultater

Analyseresultatene fra Heistadmoen skytefelt viser relativt høye konsentrasjoner av bly, kobber (tilstandsklasser opp til V) og antimon (stedvis høyere enn grenseverdien for drikkevann) inne i feltet. Det er særlig påvist høye nivåer i prøvestasjon 2. Dette bekrefter resultatene fra rapporten til NIVA, som representerer overvåking fra 1999-2005. NIVAs prøvestasjonene representerer imidlertid kun det som renner av baner inne i feltet.

Stasjonene 8, 9 og 10 representerer det som renner ut av feltet. Her er det påvist relativt høye konsentrasjoner av kobber (i tilstandsklasse II, III og IV), men blykonsentrasjonene er ikke tilsvarende høye. I punkt 8 er det påvist antimon over deteksjonsgrensen for alle prøvene.

I referanseprøvene er konsentrasjonene av kobber i tilstandsklasse IV i 2 av 3 prøver, og i én av dem er blykonsentrasjonen i tilstandsklasse III. Her er det imidlertid ikke påvist antimon.

Det er videre påvist gjennomgående høye jernkonsentrasjoner i referanseprøvene og andre prøver høyere opp i feltet.

TOC nivåene er også gjennomgående høye.

pH resultatene er gjennomgående gode, og ligger med noen få unntak i intervallet mellom 6,5 til 7,5.

Det er ikke påvist hvitt fosfor over deteksjonsgrensen i noen av prøvene som er analysert for dette. Det er heller ikke påvist sprengstoffkjemikaler over deteksjonsgrensen.

6.8.4 Forurensingssituasjonen

Prøvepunktene vest i Heistadmoen skytefelt ligger i et område med mange mineralforekomster med kismineraler innhold av kobber, sink, bly og jern. Om ikke referanseprøven er påvirket av aktiviteter utenfor skytefeltet, kan dette forklare konsentrasjonen av kobber og bly som er funnet der.

Selv om det er naturlig at metallforekomstene i noen grad vil påvirke vannkvaliteten i vassdragene, er innholdet av kobber og bly imidlertid så høyt i noen av punktene at alt neppe kan tilskrives naturlig avrenning fra berggrunnen. Forekomsten av antimon, som ikke er et dominerende metall i noen av forekomstene, men som inngår i ammunisjon tyder på at nivåene her skyldes avrenning fra feltet.

Det er ikke registrert konsentrasjoner av antimon høyere enn grenseverdiene for drikkevann i vann som renner ut av feltet.

TOC nivåene er også gjennomgående høye, noe som kan lette transporten av organiske tungmetallholdige kompleksforbindeleser.

Basert på årsmiddelavrenningen og gjennomsnittskonsentrasjonen for de ulike prøvetakingsperiodene er det beregnet en årlig utlekking for de punkt som representerer avrenningen fra feltet.

Tabell 34 Beregnet årlig utlekking fra Heistadmoen

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
8	2,49	0,54	4,33	11,54
9			0,25	1,29
10		0,07	0,22	1,41
Sum	2,49	0,61	4,80	14,25
1 Ref		10,28	22,98	80,12
3 Ref		7,30	15,96	96,07

Selv om det er funnet nivåer av metaller i tilstandsklasse III og IV, er ikke utlekkingen fra Heistadmoen skytefelt ansett som alvorlig. Dette skyldes at de punktene som representerer avrenning enten har lav vannføring eller har lave konsentrasjoner. Det skal bemerkes at referansepunkt 8 mottar avrenning direkte fra den største kiskeforekomsten i feltet, som ligger

ca 1 km lengre opp langs bekken. De forholdsvis høye konsentrasjonene i referanseprøvene slår kraftig ut i beregningene da vannføringen i disse bekkene er relativt høy.

Tabellen nedenfor viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter. Selv om det er påvist nivåer i tilstandsklasse III og IV i henhold til klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann viser det seg at det i henhold til klassifiseringssystemet er lav – meget lav påvirkning av biota.

Tabell 35 Resultater for metaller fra Heistadmoen, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		8			9		
Parameter	Enhet	30.03.07	10.09.07	23.11.07	30.03.07	10.09.07	23.11.07
Bly, Pb	µg/l	0,62	0,53	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	3,7	4,6	3	1,5	2,7	<1
Sink, Zn	µg/l	11	7,1	12	8,3	8	8,5

Stasjon		10		
Parameter	Enhet	30.03.07	10.09.07	23.11.07
Bly, Pb	µg/l	0,7	0,62	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	1,3	2,9	<1
Sink, Zn	µg/l	8,4	17	5,2

6.8.5 Konklusjon og anbefalinger

Selv om det ikke er påvist utlekking av betydning fra Heistadmoen, anbefales det å videreføre overvåkingen.

Vi foreslår at man vurderer å opprette et nytt referansepunkt i vassdreget vest for Ertstjern. Det er sannsynlig at dette punktet vil være påvirket av gruveavrenning uten å bli påvirket av skytefeltet. Målinger her kan bidra til å avklare hvor mye av metallavrenningen som skyldes naturgitte forhold.

Det er ikke behov for å videreføre analyser av hvitt fosfor og sprengstoff.

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 Tervingmoen; 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

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

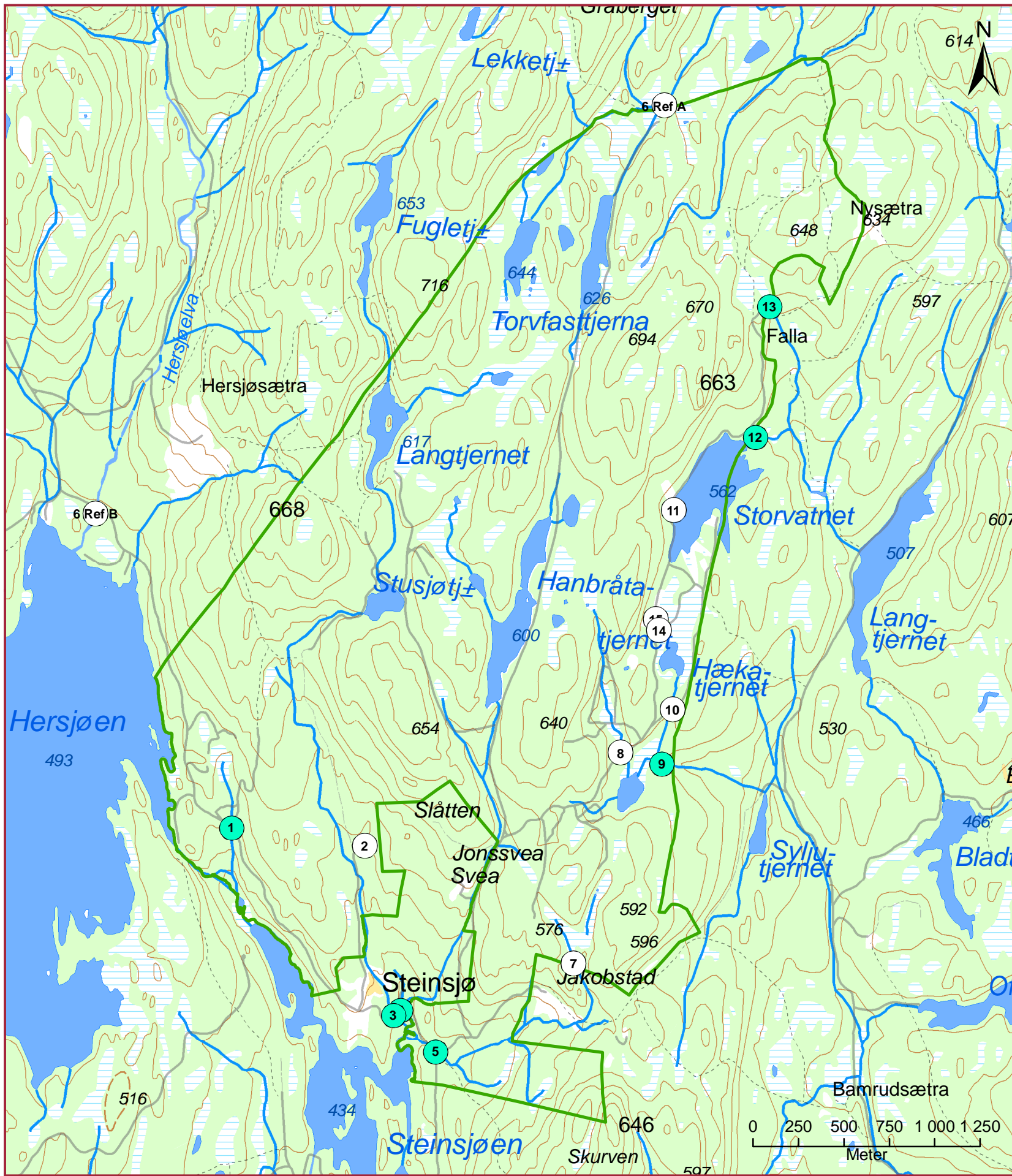
Scandiaconsult 2002: Konsekvensutredning, Forurensning av vann og grunn. Forsvarsbygg, Utbygning Østerdalen, juli 2002

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

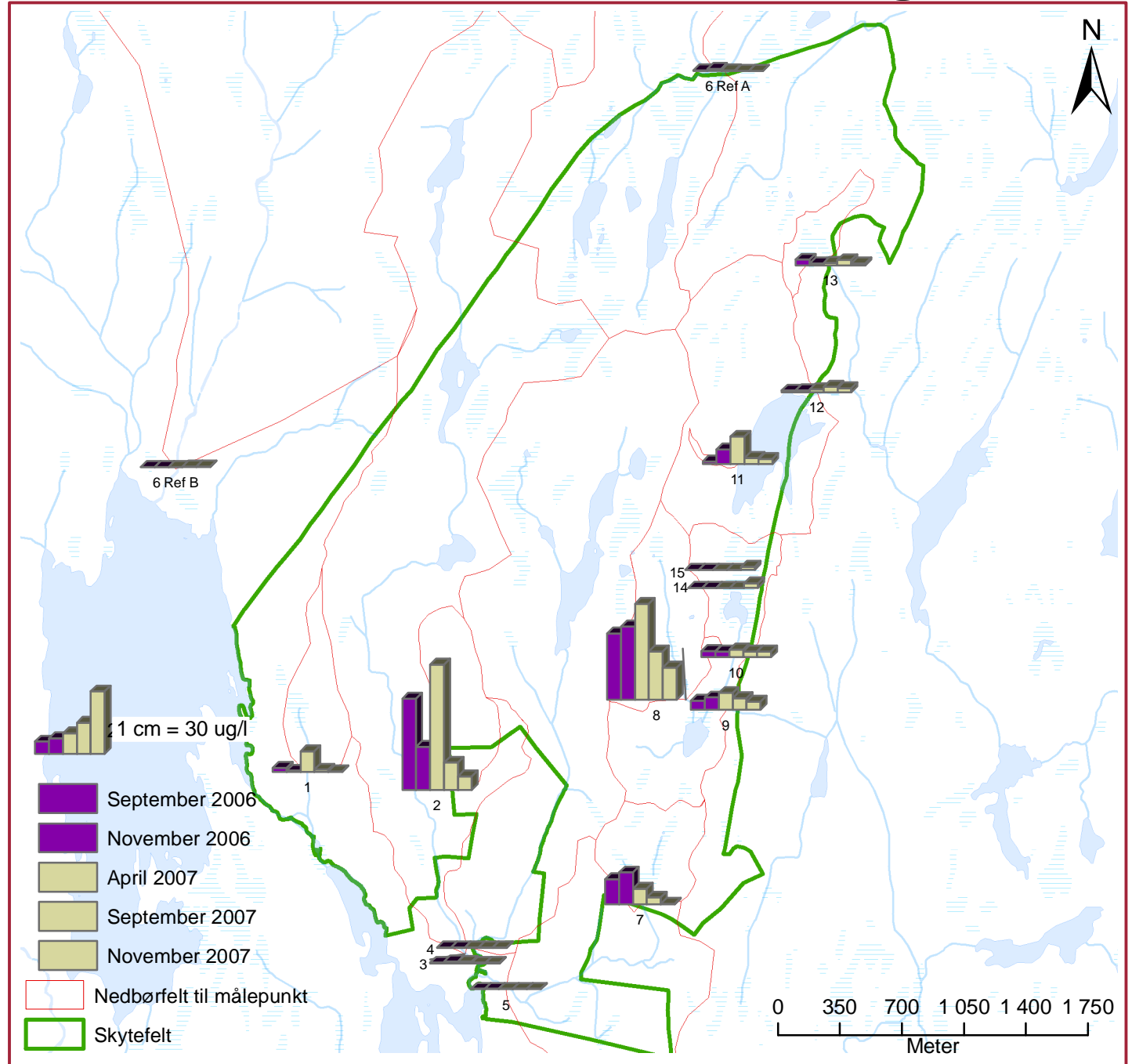
Poulsen, Atrh. O. 1964: Norges gruver og malmforekomster II, Nord Norge. NGU 204



- 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
- Skyltebaneinretning
- Taubane; Skitrekke
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

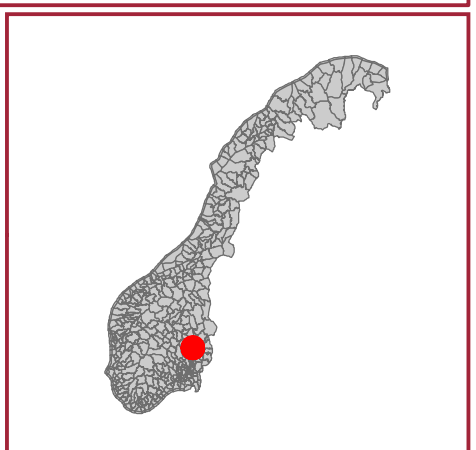
Steinsjøen skytefelt

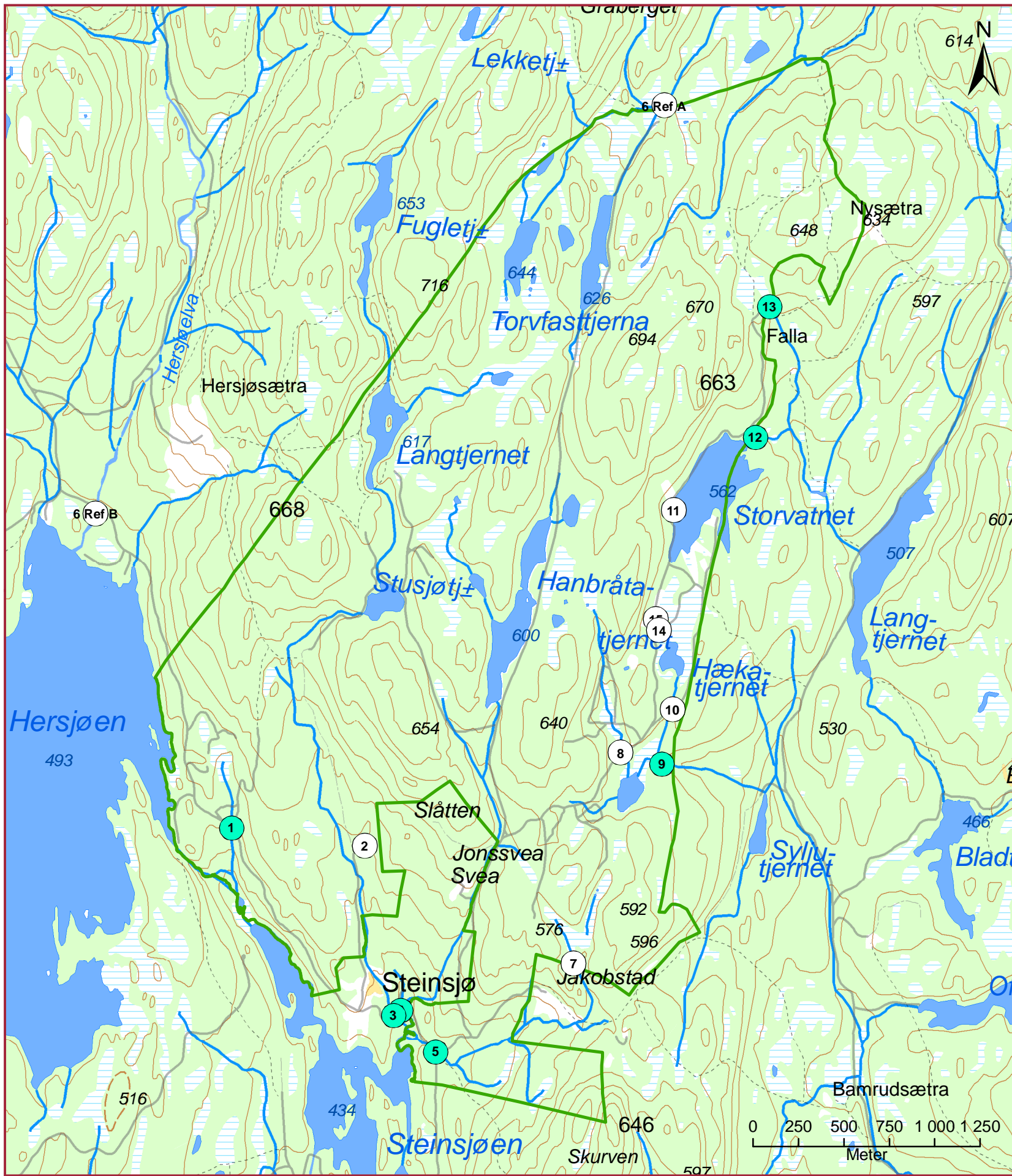
Bly



Middellavrenning [l/s]	sep. 06 [ug/l]	nov. 06 [ug/l]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]	
1	4	1.7	0.54	9.0	1.0	<0.5
2	6	40	19	55	12	5.9
3	72	<0.5	0.74	0.68	<0.5	<0.5
4	50	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
5	23	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
6 Ref A	37	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	<0.5
6 Ref B						
7	5	11	14	6.9	3.0	<0.5
8	8	29	32	42	21	14
9	19	3.9	5.4	7.4	5.0	3.6
10	5	2.8	2.5	3.4	2.5	2.6
11	0	1.2	6.4	12	2.6	2.3
12	20	0.8	0.85	1.3	2.5	1.7
13	2	2.5	0.80	1.1	2.3	0.92
14	1					2.1
15	1					1.3

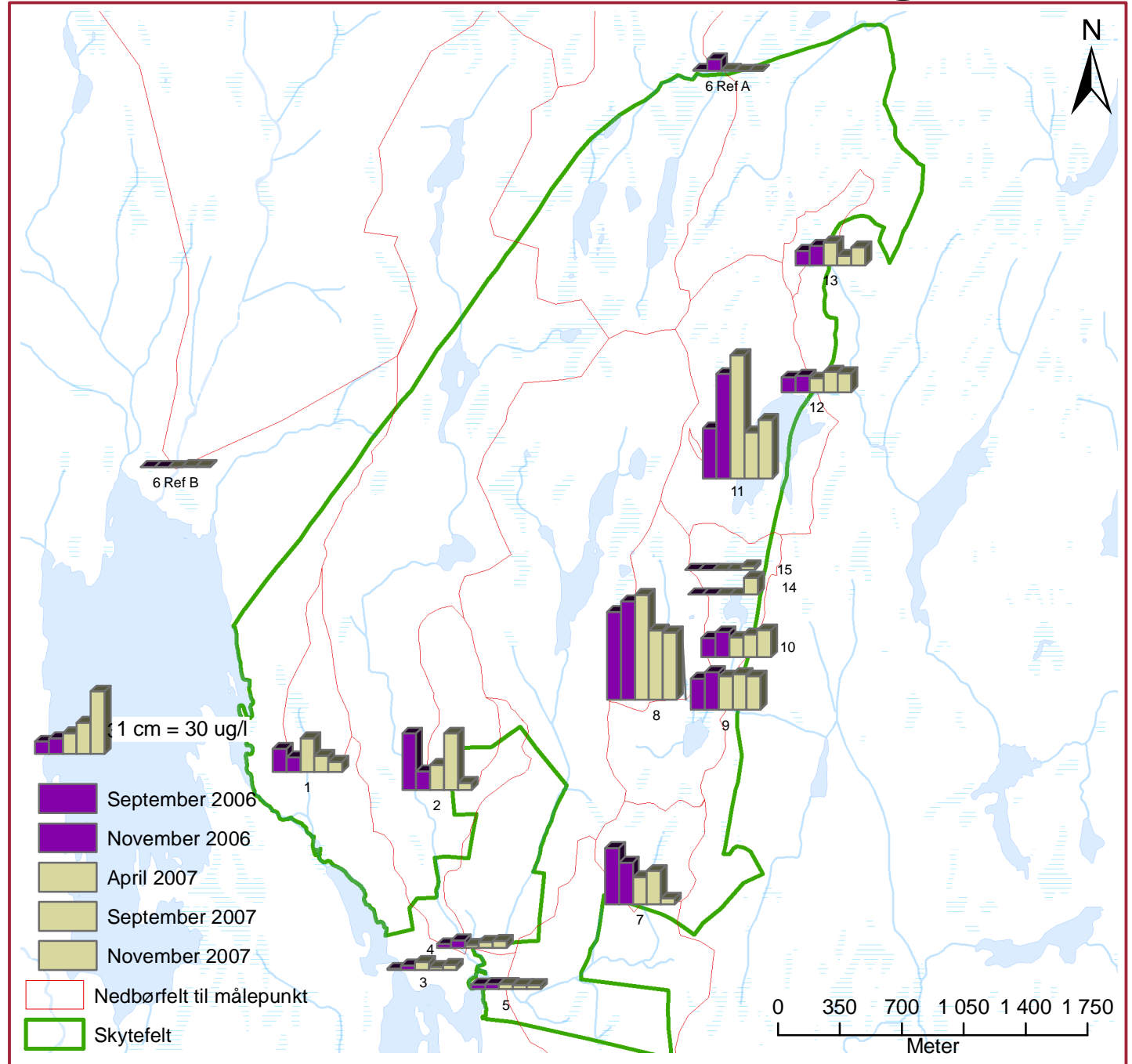
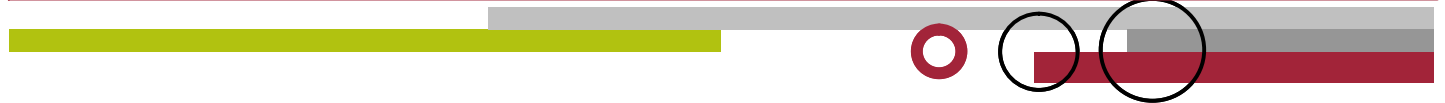
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



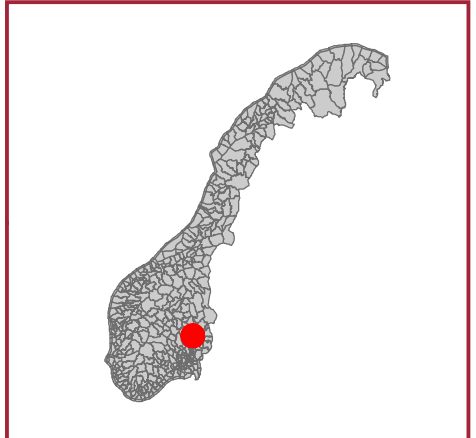


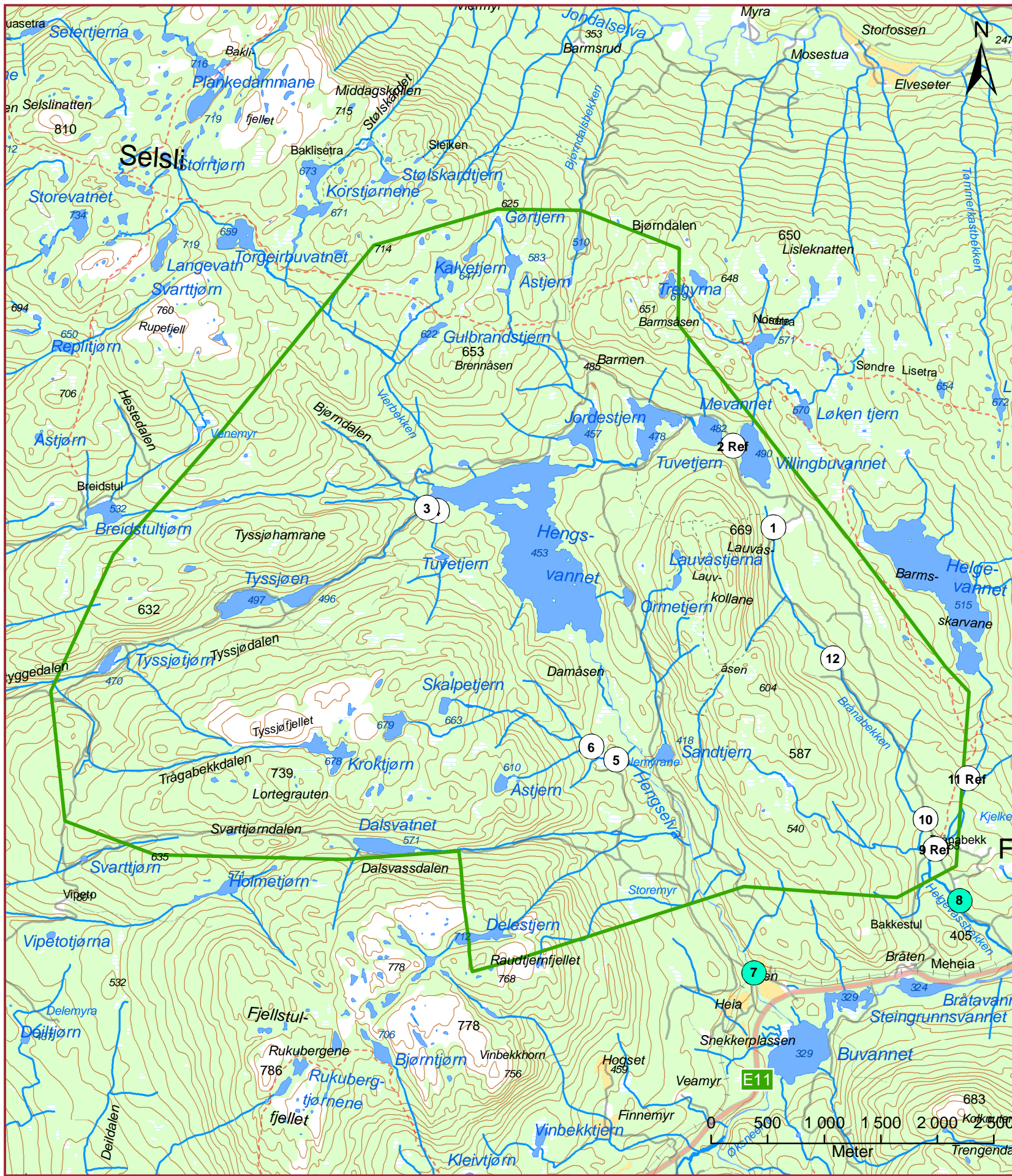
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

Steinsjøen skytefelt Kobber

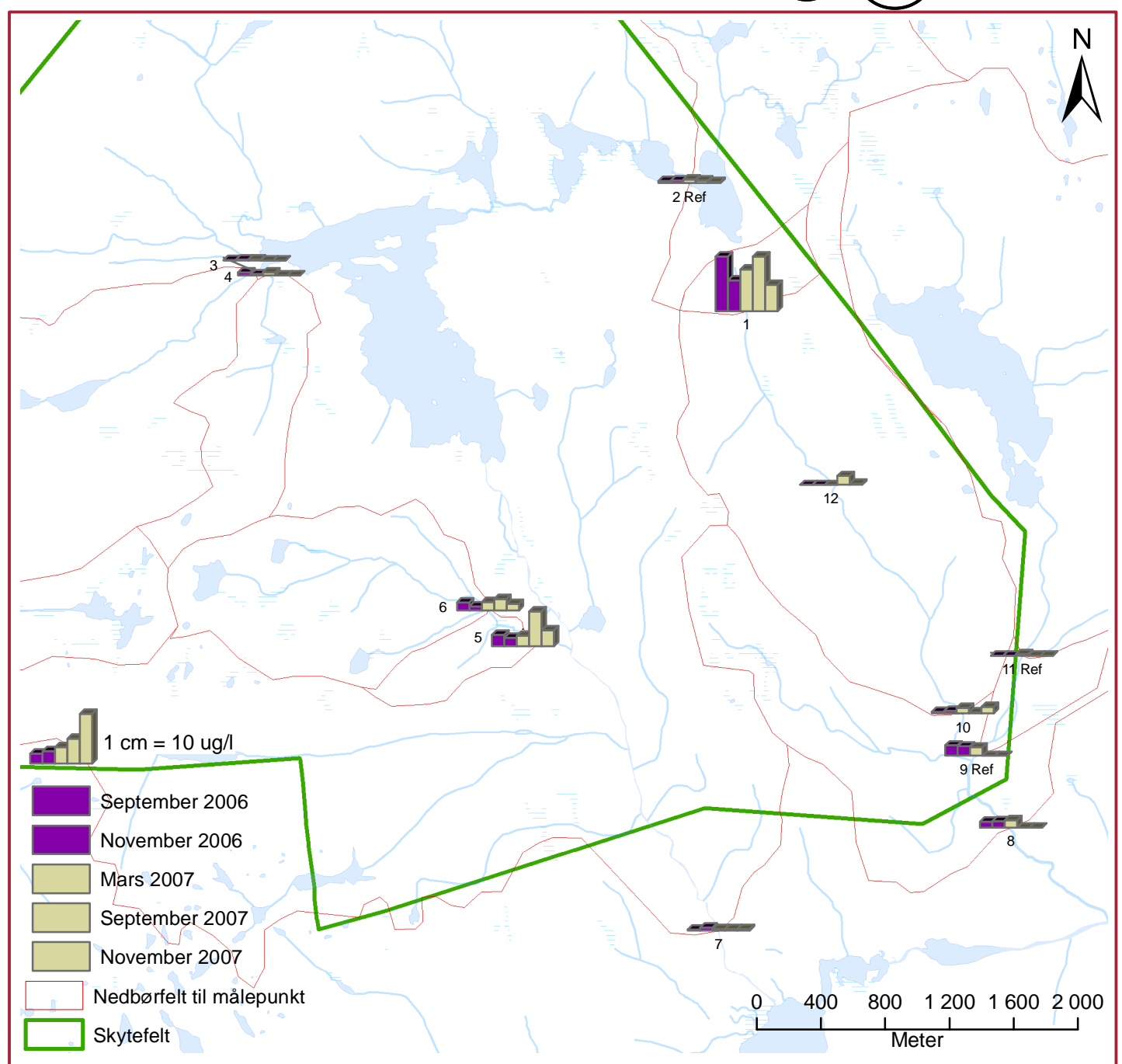


Middellavrenning [l/s]	sep. 06 [ug/l]	nov. 06 [ug/l]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	11	7.0	16	7.6	4.9
2	27	8.8	12	27	3.4
3	<1	2.1	3.7	1.4	2.4
4	1.8	3.6	1.5	2.9	3.4
5	2.3	2.5	2.5	2.1	2.0
6 Ref A	<1	5.5	<1		
6 Ref B				<1	<1
7	27	20	13	16	2.8
8	42	47	50	33	32
9	15	18	16	17	16
10	9.2	12	9.4	11	13
11	24	50	59	22	28
12	7.1	7.9	6.6	9.8	9.2
13	2	7.0	9.3	11	4.5
14	1				7.8
15	1				1.8

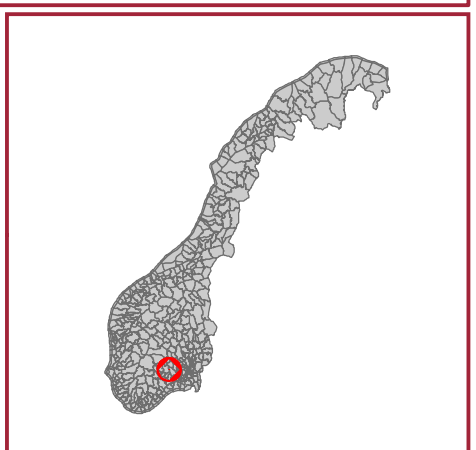




Hengsvann skytefelt Bly

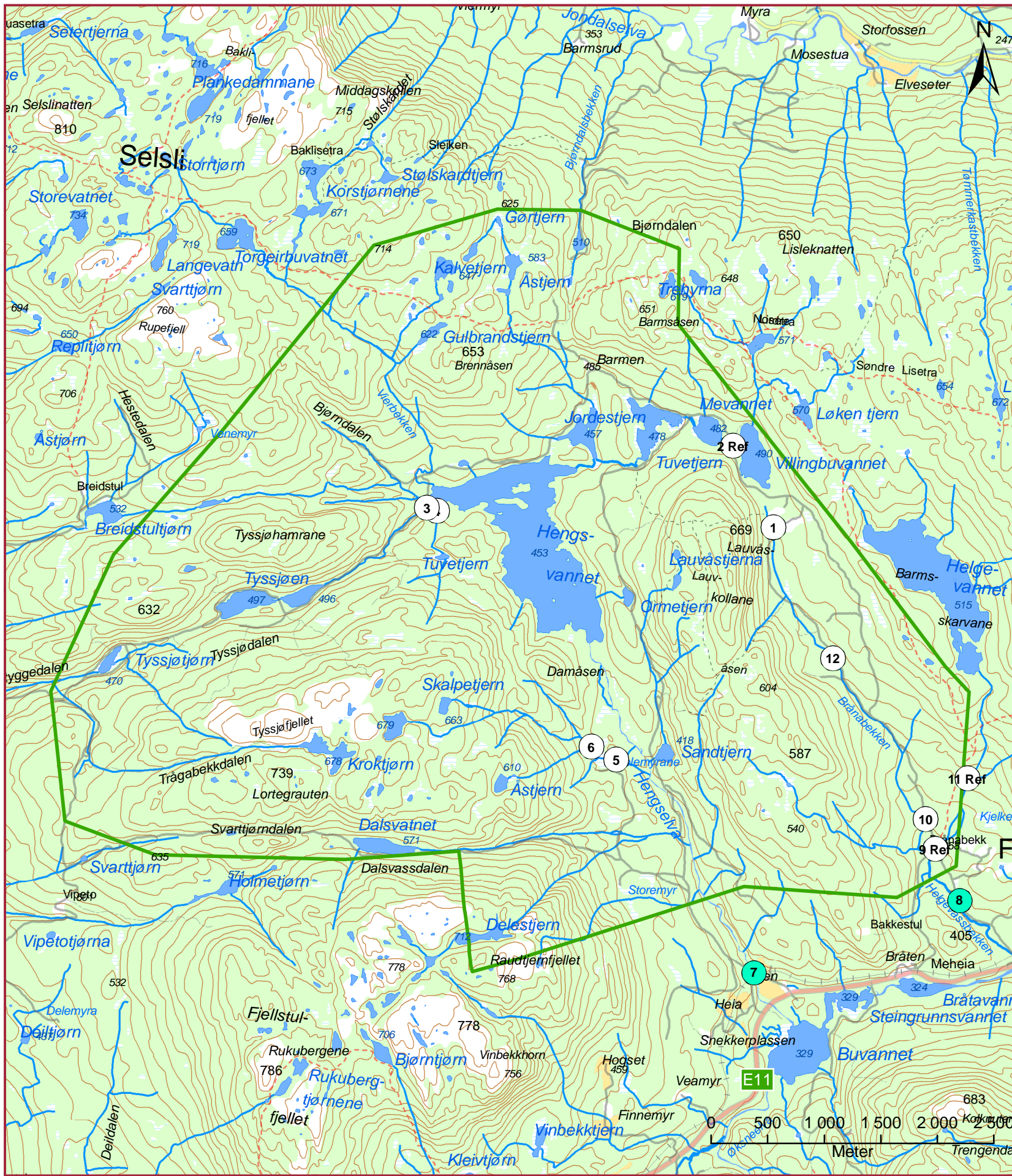


	Middelavrenning [l/s]	sep. 06 [ug/l]	nov. 06 [ug/l]	mar. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	7	11	6.2	8.4	11	5.3
2 Ref	62	0.48	0.52	0.72	0.58	<0.5
3	70	0.11	<0.5	<0.5		
4	22	0.61	<0.5	0.61		
5	50	2.3	1.7	2.1	7.0	3.2
6	43	1.6	0.81	1.7	2.3	1.3
7	784	0.19	0.56	<0.5	<0.5	<0.5
8	285	1.2	1.3	1.5		
9 Ref	157	2.1	1.9	1.7		
10	87	0.33	0.54	1.1	<0.5	1.3
11 Ref	151			<0.5	1.8	<0.5
12						

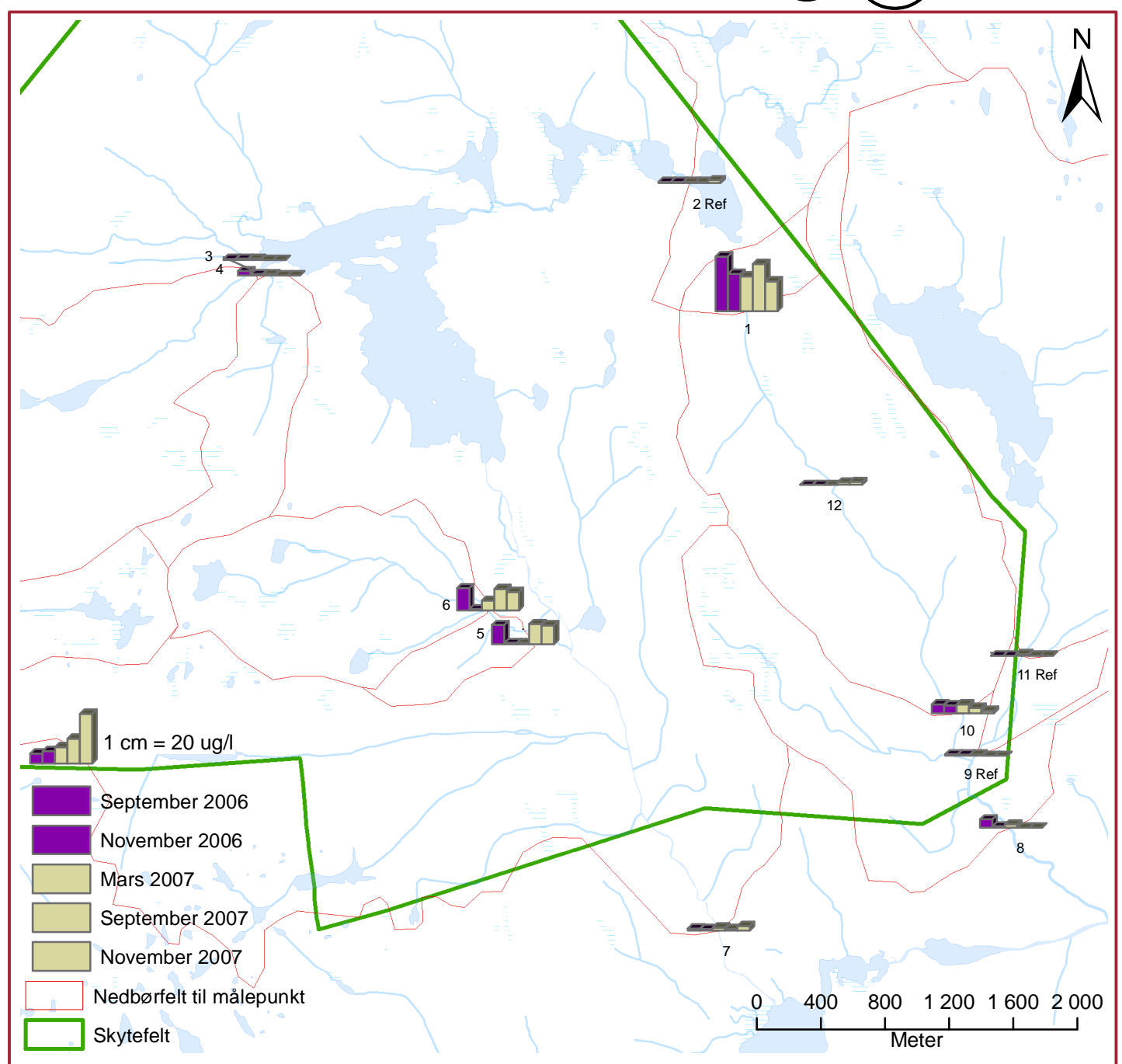


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



Hengsvann skytefelt Kobber



	Middelvrenning [l/s]	sep. 06 [ug/l]	nov. 06 [ug/l]	mar. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	7	22	15	14	19	12
2 Ref	62	0.46	<1	<1	<1	1.2
3	70	0.35	<1	<1		
4	22	1.7	<1	<1		
5	50	7.7	<1	<1	8.1	7.6
6	43	8.9	<1	3.9	8.6	7.4
7	784	0.82	<1	1.1	<1	1.7
8	285	3.3	<1	1.3		
9 Ref	157	0.58	<1	<1		
10	87	3.7	3.2	3.7	2.2	1.1
11 Ref	151			<1	1.0	1.2
12						



- 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; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Hengsvann, 2006 - 2007

Stasjon	Parameter	Enhet	1					2 referanse					3			4			5					
			12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	11.09.2007	25.11.2007	12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	11.09.2007	25.11.2007	12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	11.09.2007	25.11.2007	
Aluminium, Al	µg/l		i.a.	230	270	i.a.	i.a.	i.a.	230	240	i.a.	i.a.	i.a.	260	280		400	310		380	360	i.a.	i.a.	
Antimon, Sb	µg/l		3,7	3,7	2,9	2,4	i.a.	i.a.	<0,2	<1	<1	<1	<0,2	<1	<1	<0,2	<1	<1	0,23	<1	<1	<1	<1	
Arsen As	µg/l		0,3	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.	i.a.	0,38	0,5	<0,5	i.a.	i.a.	0,21	0,58	<0,5	0,39	<0,5	<0,5	0,36	0,69	<0,5	i.a.	i.a.
Bly Pb	µg/l		11	6,2	8,4	11	5,3	0,48	0,52	0,72	0,58	<0,5	0,11	<0,5	<0,5	0,61	<0,5	0,61	2,3	1,7	2,1	7,0	3,2	
Hvitt fosfor	µg/l		<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.
Jern Fe	mg/l		i.a.	0,24	0,22	0,55	0,29	i.a.	0,43	0,33	0,28	0,29	i.a.	0,53	0,31	i.a.	0,48	0,34	i.a.	0,48	0,22	5,0	0,5	
Kadmium Cd	µg/l		0,028	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	0,024	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	0,022	<0,1*	<0,1*	0,12	<0,1*	<0,1*	0,06	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	
Kalsium, Ca	µg/l		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.	
Kobber Cu	µg/l		22	15	14	19	12	0,46	<1*	<1*	<1*	1,2	0,35	<1*	<1*	1,7	<1*	<1*	7,7	<1*	<1*	8,1	7,6	
Konduktivitet	mS/m		i.a.	1,98	1,96	2,73	2,21	i.a.	2,09	1,69	2,55	2,57	i.a.	1,38	1,27	i.a.	1,38	1,32	i.a.	1,62	1,75	1,58	1,61	
Krom Cr	µg/l		0,26	<1*	<1*	i.a.	i.a.	0,18	<1*	<1*	i.a.	i.a.	0,1	<1*	<1*	0,15	<1*	<1*	0,17	<1*	<1*	i.a.	i.a.	
Mangan Mn	µg/l		i.a.	3,9	9,1	14	17	i.a.	30	21	14	17	i.a.	44	23	i.a.	11	12	i.a.	13	13	22	19	
Nikkel Ni	µg/l		1,2	<1*	<1*	i.a.	i.a.	0,31	<1*	<1*	i.a.	i.a.	<0,2	<1*	<1*	0,23	<1*	<1*	0,27	<1*	<1*	i.a.	i.a.	
pH	pH		5,8	6,1	6,4	5,9	6,1	6,3	6,6	6,2	6,6	7,1	6,3	6,0	6,0	7,1	5,0	5,3	5,0	5,0	4,9	5,6	5,4	
Sink Zn	µg/l		24	19	17	21	15	6,9	5,5	7,2	5,9	7,2	5,4	5,3	6,4	12	5,1	5,7	14	9,2	12	7,7	12	
TOC	mg/l		11	i.a.	i.a.	8,4	4,8	12	i.a.	i.a.	9,3	8,1	7,4	i.a.	i.a.	13			9,5	i.a.	i.a.	13	8,5	
Sprengstoff			i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.a.	i.a.

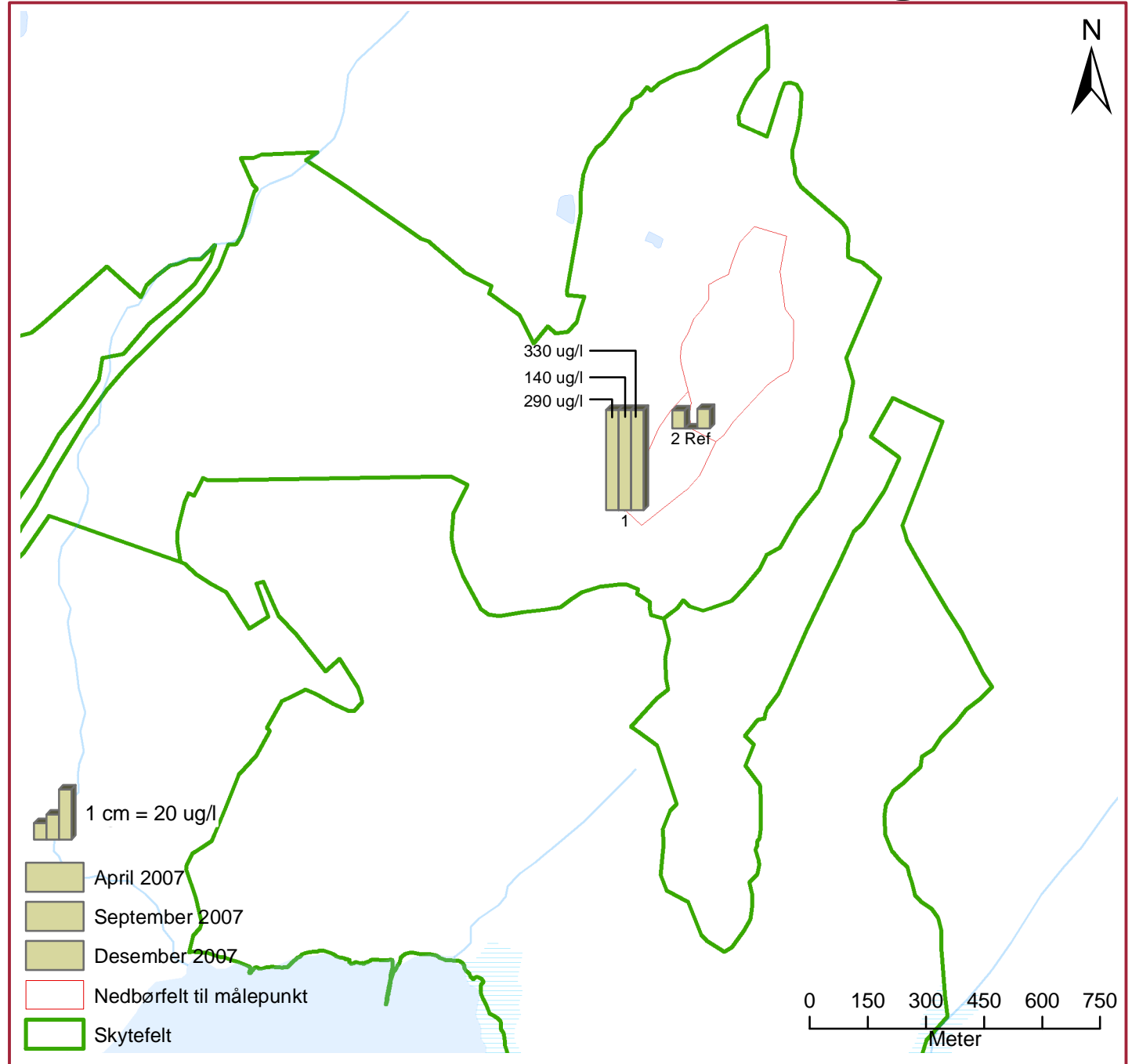
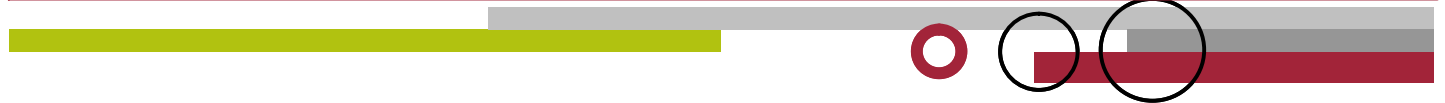
Stasjon	Parameter	Enhet	6					7					8			9 ref			10					
			12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	11.09.2007	25.11.2007	12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	11.09.2007	25.11.2007	12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	12.09.2006	13.11.2006	29.03.2007	11.09.2007	25.11.2007	
Aluminium, Al	µg/l		i.a.	330	330	i.a.		i.a.	290	320	i.a.	i.a.	i.a.	250	280		i.a.	i.a.	250	i.a.	i.a.	340	i.a.	i.a.
Antimon, Sb	µg/l		<0,2	<1	<1	<1	<1	<0,2	<1	<1	<1	<1	0,25	<1	<1	<0,2	<1	<1	0,54	<1	<1	<1	<1	
Arsen As	µg/l		0,31	0,56	<0,5	i.a.	i.a.	0,22	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.	0,24	<0,5	<0,5	0,28	<0,5	<0,5	0,19	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.	
Bly Pb	µg/l		1,6	0,81	1,7	2,3	1,3	0,19	0,56	<0,5	<0,5	<0,5	1,2	1,3	1,5	2,1	1,9	1,7	0,33	0,54	1,1	<0,5	1,3	
Hvitt fosfor	µg/l		<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	
Jern Fe	mg/l		i.a.	0,31	0,16	0,62	0,48	i.a.	0,32	0,23	0,11	0,28	i.a.	0,20	0,17	i.a.	0,16	0,16	i.a.	0,24	0,17	0,42	0,23	
Kadmium Cd	µg/l		0,068	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	0,024	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	0,038	<0,1*	<0,1*	0,022	<0,1*	<0,1*	0,022	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	
Kalsium, Ca	µg/l		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.	
Kobber Cu	µg/l		8,9	<1*	3,9	8,6	7,4	0,82	<1*	1,1	<1*	1,7	3,3	<1*	1,3	0,58	<1*	<1*	3,7	3,2	3,7	2,2	1,1	
Konduktivitet	mS/m		i.a.	1,74	1,85	1,28	1,58	i.a.	1,38	1,44	1,4	1,57	i.a.	1,62	1,41	i.a.	1,38	1,3	i.a.	1,47	1,54	2,63	1,8	
Krom Cr	µg/l		0,17	<1*	<1*	i.a.	i.a.	0,1	<1*	<1*	i.a.	i.a.	0,15	<1*	<1*	0,1	<1*	<1*	0,2	<1*	<1*	i.a.	i.a.	
Mangan Mn	µg/l		i.a.	11	14	18	18	i.a.	30	25	11	11	i.a.	14	13	i.a.	8,4	10		27	19	59	17	
Nikkel Ni	µg/l		0,25	<1*	<1*	i.a.	i.a.	0,21	<1*	<1*	i.a.	i.a.	0,7	<1*	<1*	0,26	<1*	<1*	0,53	<1*	<1*	i.a.	i.a.	
pH	pH		4,8	4,8	4,8	5,4	5,2	6,0	6,0	5,8	6,1	6,0	6,1	6,0	5,7	6,8	6,2	5,7	6,3	6,0	5,6	6,2	6,3	
Sink Zn	µg/l		12	7,9	8,3	7,7	11	5,5	6,2	7,8	<5	7,6	10	7,3	9,1	6,0	7,3	9,8	7,3	8,3	9,2	5,3	7,4	
TOC	mg/l		9,8	i.a.	i.a.	7,9	7,7	7,2	i.a.	i.a.	5,6	6,1	7,5	i.a.	i.a.	6,7	i.a.	i.a.	7,8	i.a.	i.a.	5,3	5,7	
Sprengstoff			i.p.	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.	

Stasjon	Parameter	Enhet	11 ref	12	
			29.03.2007	11.09.2007	25.11.2007
Aluminium, Al	µg/l		i.a.	i.a.	i.a.
Antimon, Sb	µg/l		<1	<1	i.a.
Arsen As	µg/l		<0,5	i.a.	i.a.
Bly Pb	µg/l		<0,5	1,8	<0,5
Hvitt fosfor	µg/l		i.a.	i.a.	i.a.
Jern Fe	mg/l		0,16	3,3	0,41
Kadmium Cd	µg/l		<0,1*	i.a.	i.a.
Kalsium, Ca	µg/l		i.a.	i.a.	i.a.
Kobber Cu	µg/l		<1*	1,0	1,2
Konduktivitet	mS/m		i.a.	1,59	1,75
Krom Cr	µg/l		<1*	i.a.	i.a.
Mangan Mn	µg/l		6,2	200	27
Nikkel Ni	µg/l		<1*	i.a.	i.a.
pH	pH		i.a.	5,7	6,0
Sink Zn	µg/l		6,3	11	7,9
TOC	mg/l		i.a.	11	5,7
Sprengstoff			i.a.	i.a.	i.a.

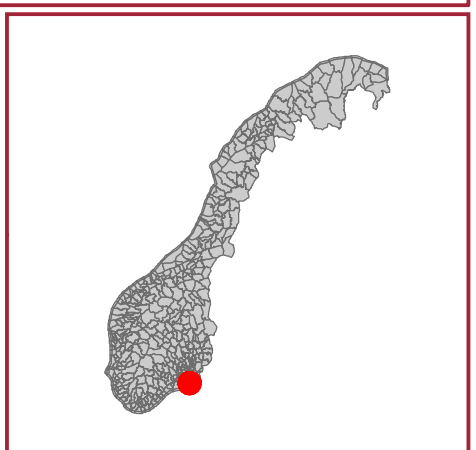
* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I
i.a Ikke analysert



Regimentsmyra skytefelt Bly



	Middellavrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	des. 07 [ug/l]
1	1	290	140	330
2 Ref	1	7.2	7.8	

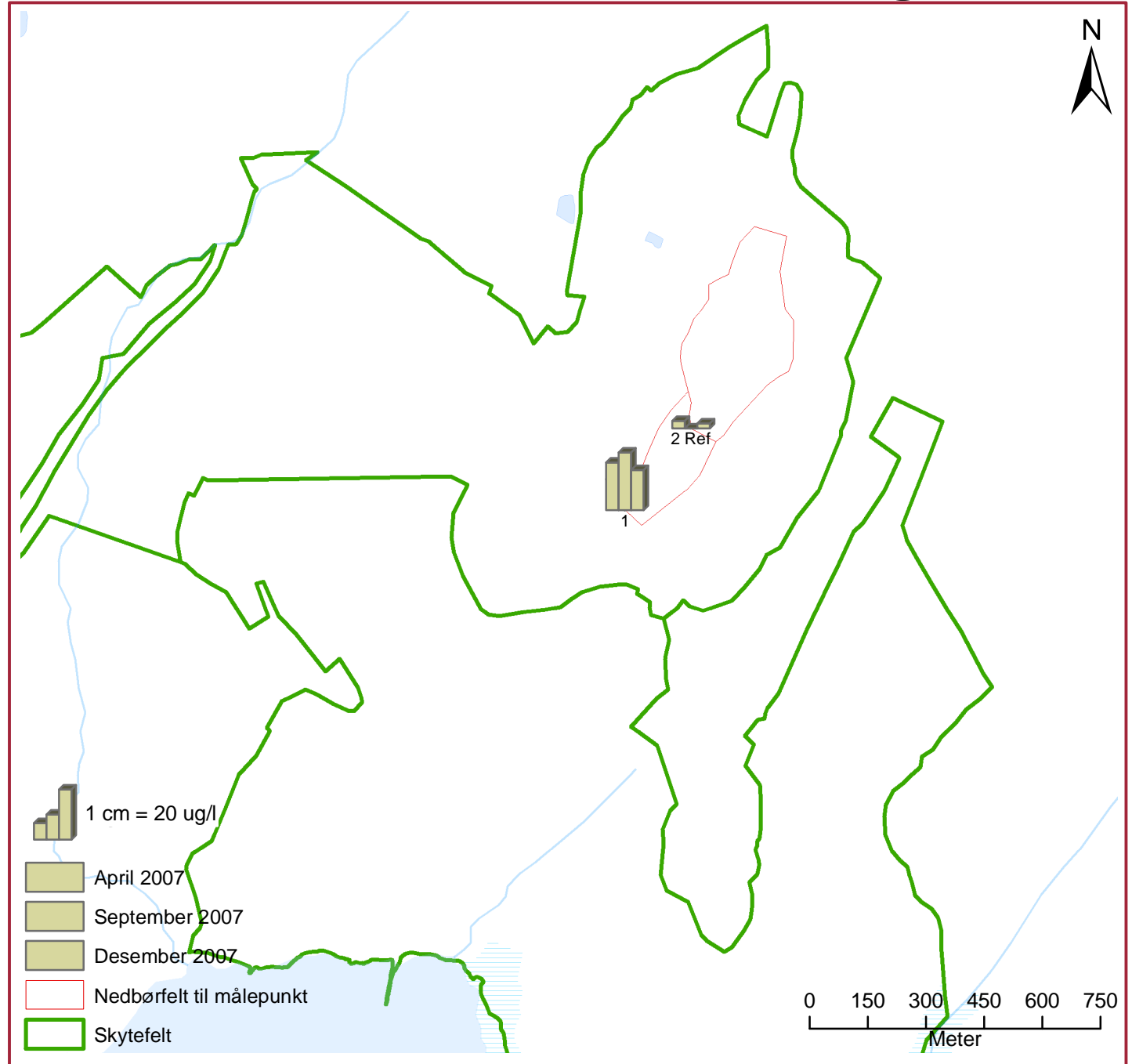


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

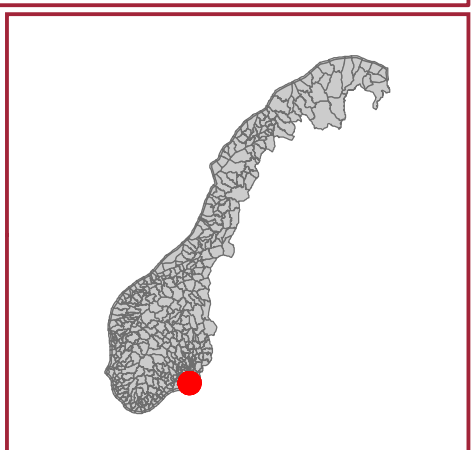
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



Regimentsmyra skytefelt Kobber



	Middelvrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	des. 07 [ug/l]
1	1	19	23	16
2 Ref	1	2.9		2



- 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
- Privat veg
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

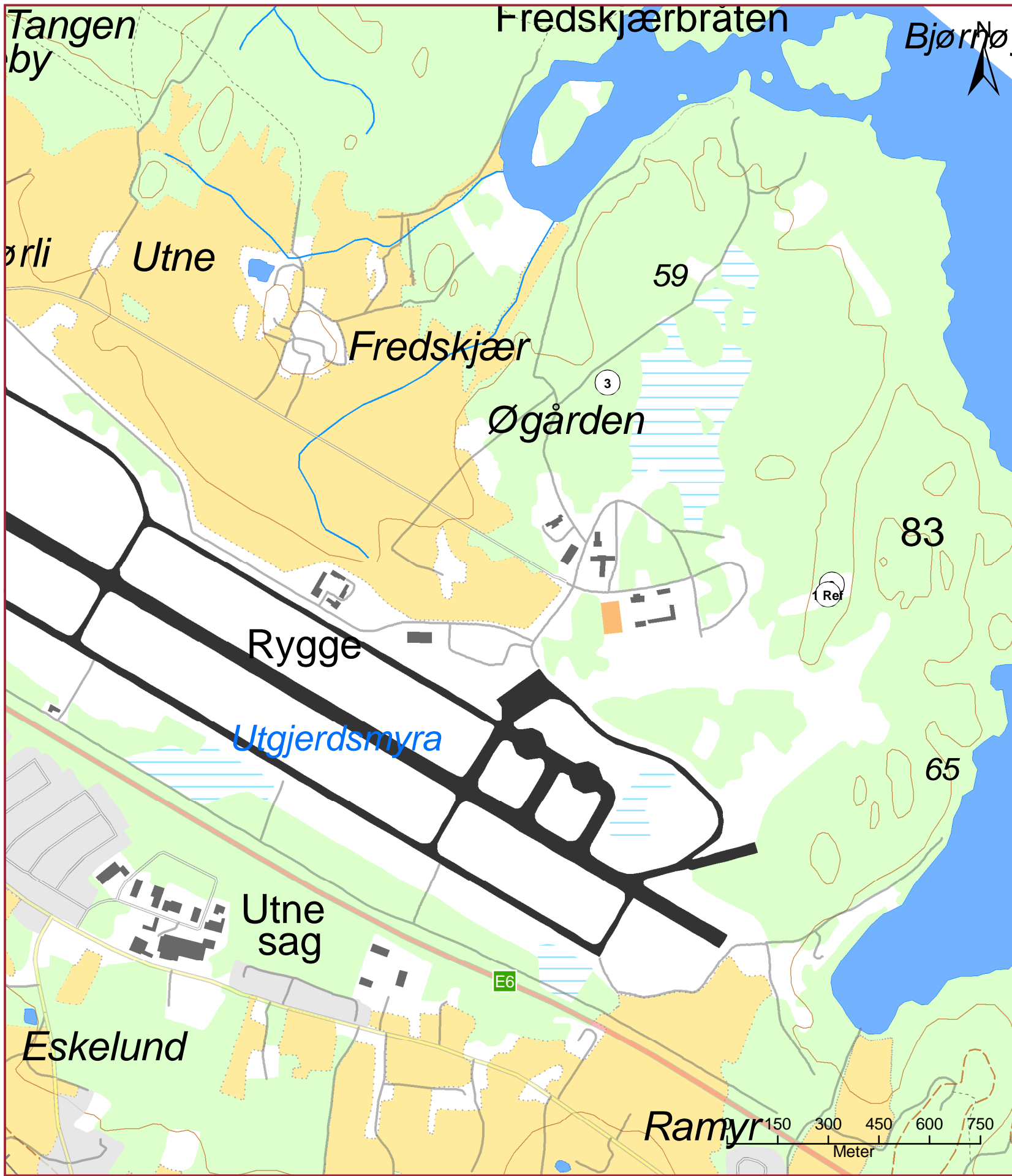
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Regimentsmyra, 2007

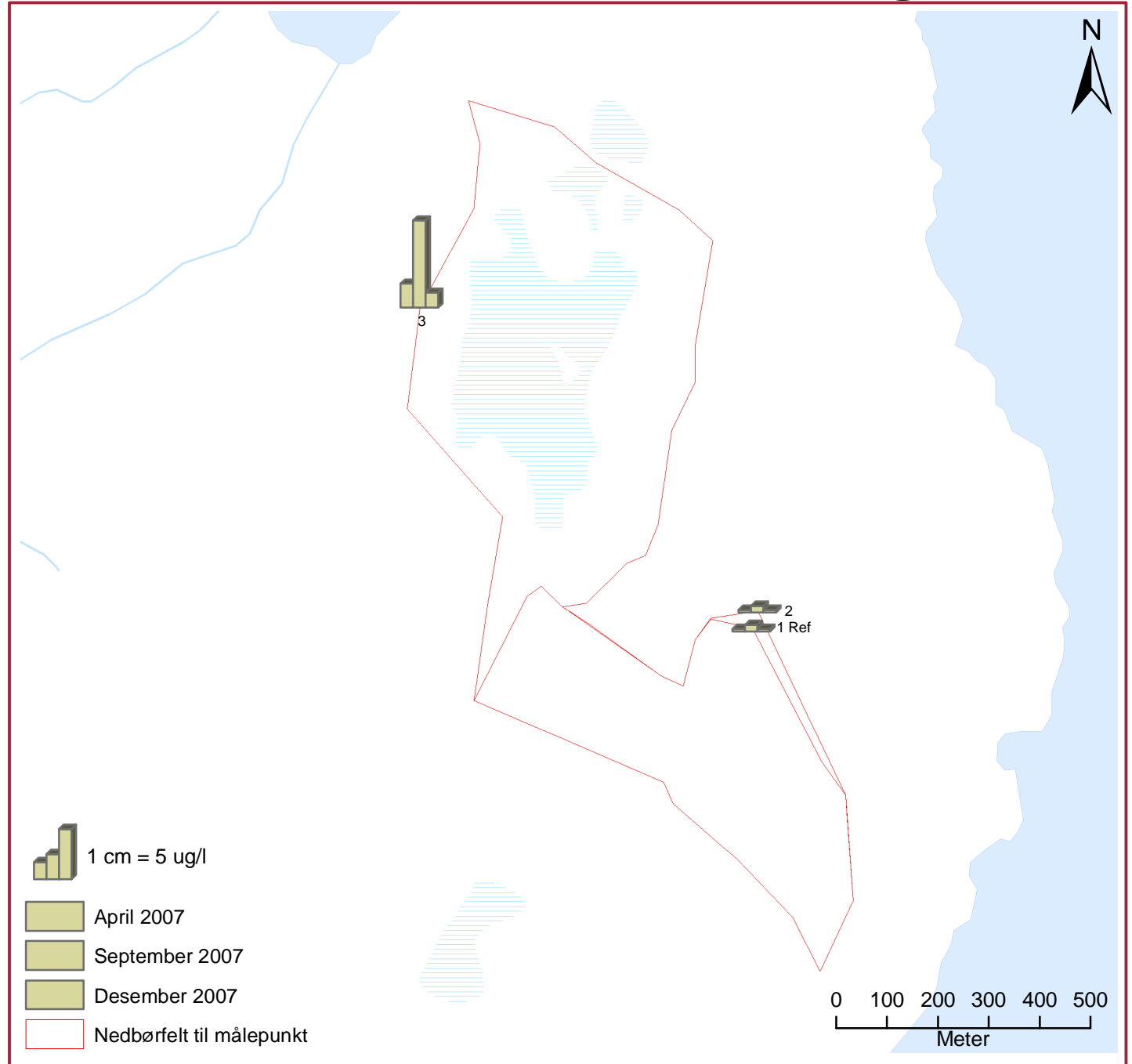
Stasjon		1			2 referanse		
Parameter	Enhet	17.04.2007	17.09.2007	14.12.2007	17.04.2007	17.09.2007	14.12.2007
Aluminium, Al	µg/l	290	350	440	800	i.a.	1000
Antimon, Sb	µg/l	13	81	9,2	<1	i.a.	<1
Arsen As	µg/l	0,54	0,65	1,2	0,88	i.a.	1,3
Bly Pb	µg/l	290	140	330	7,2	i.a.	7,8
Jern Fe	mg/l	0,26	0,42	0,28	0,80	i.a.	0,76
Kadmium Cd*	µg/l	<0.1*	0,11	<0.1*	<0.1*	i.a.	0,16
Kobber Cu	µg/l	19	23	16	2,9	i.a.	2,0
Konduktivitet	mS/m	8,64	15,8	7,04	8,7	i.a.	9,87
Krom Cr*	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	i.a.	<1*
Mangan Mn	µg/l	35	57	29	10	i.a.	7,9
Nikkel Ni*	µg/l	1,2	1,1	<1	1,2	i.a.	1,3
pH	ph	6,6	6,5	6,0	4,2	i.a.	4,1
Sink Zn	µg/l	30	48	37	15	i.a.	17
TOC	mg/l	8,2	8,7	11	26	i.a.	40

* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

i.a.: ikke analysert



Rygge skytefelt Bly

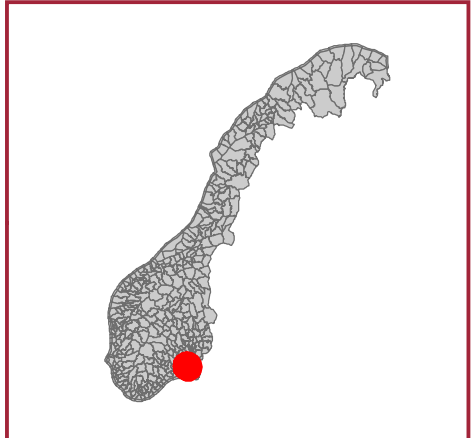


1 cm = 5 ug/l

April 2007
September 2007
Desember 2007

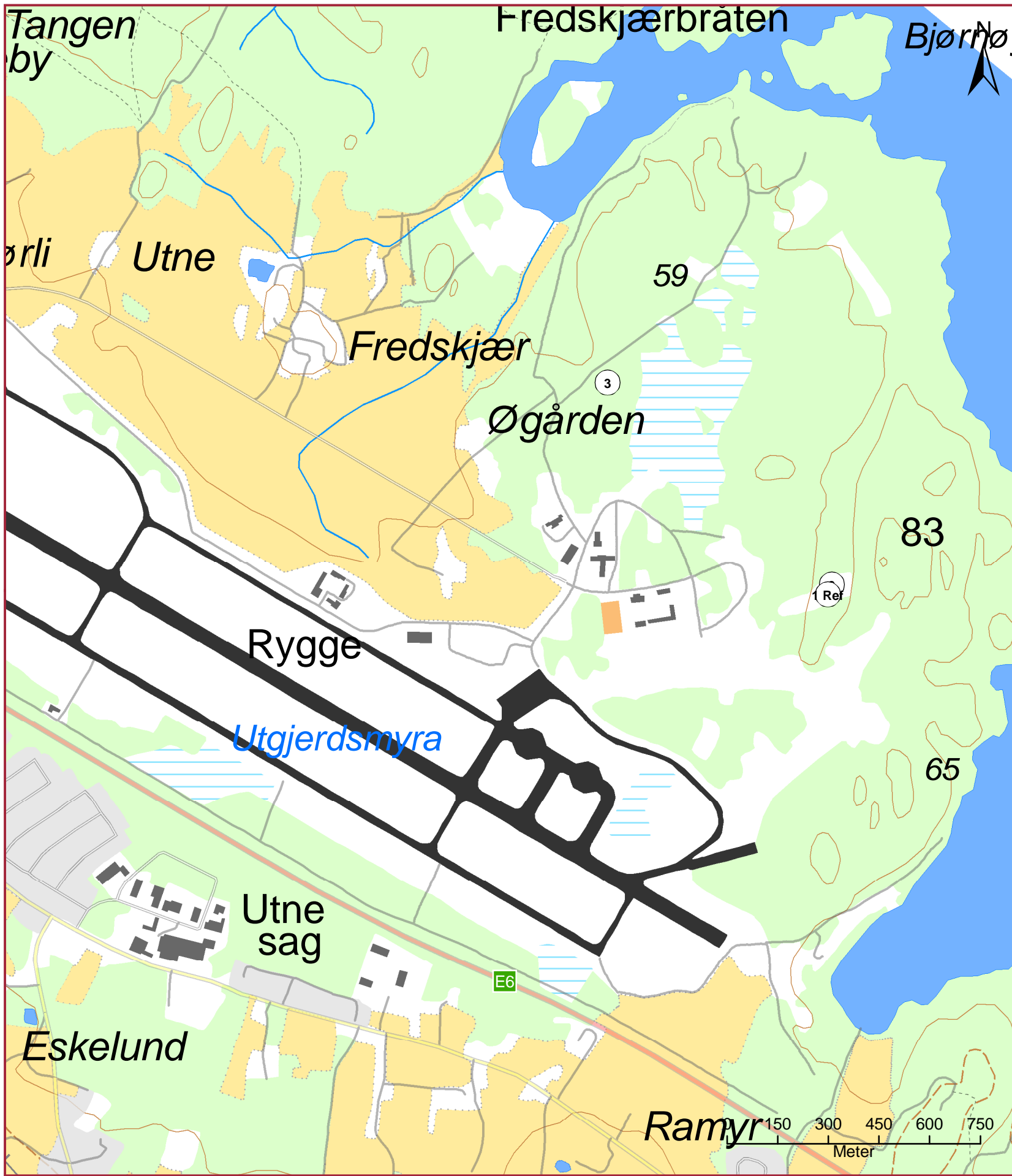
Nedbørfelt til målepunkt

	Middelvrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	des. 07 [ug/l]
1 Ref	3	<0.5	0.64	<0.5
2	3	<0.5	0.62	<0.5
3	6	2.4	8.7	1.5

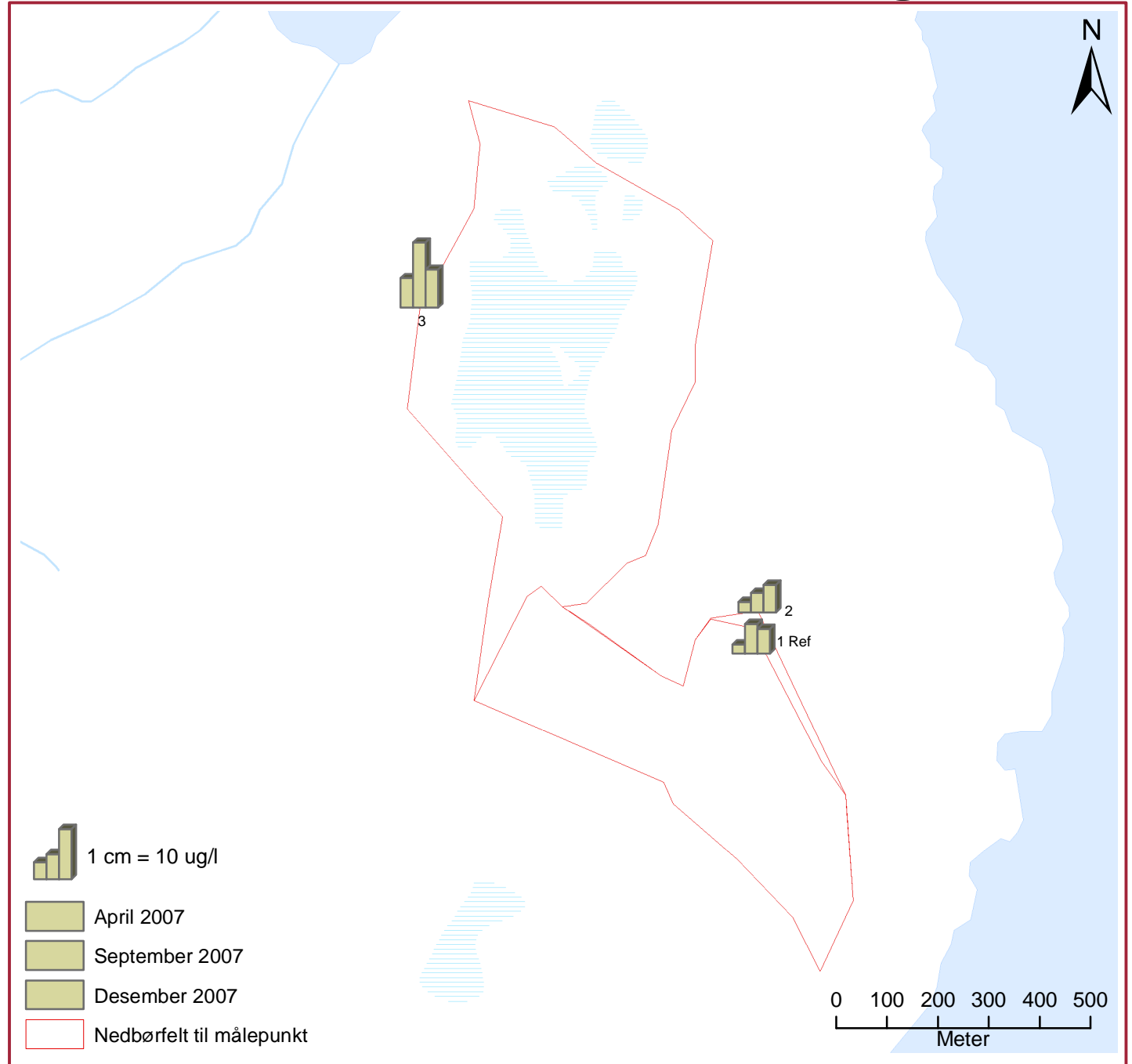


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Høydekurve
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skyttebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
-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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



Rygge skytefelt Kobber

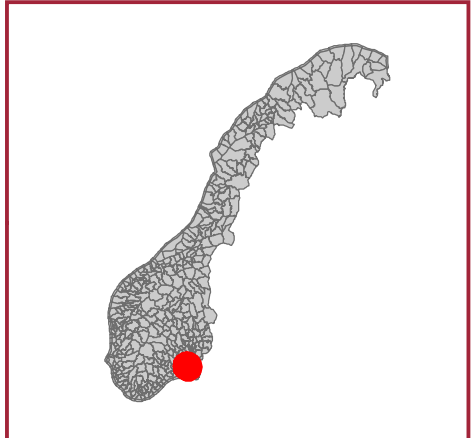


1 cm = 10 ug/l

April 2007
September 2007
Desember 2007

Nedbørfelt til målepunkt

	Middelavrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	des. 07 [ug/l]
1 Ref	3	1.8	5.9	4.9
2	3	2.1	3.9	5.5
3	6	5.9	13	7.6



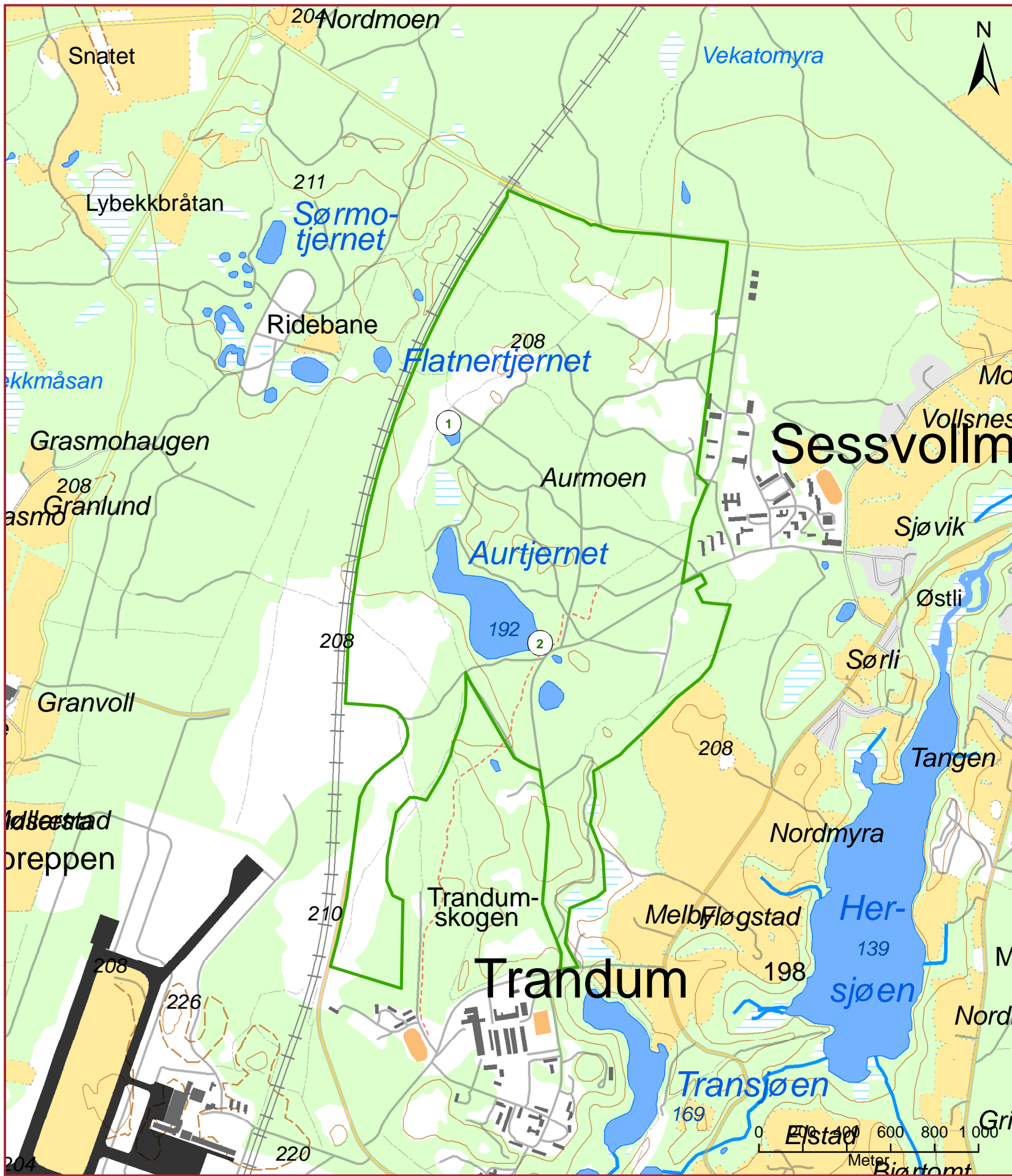
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Høydekurve
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skyttebaneinretning
- Taubane; Skitrekk
- Lysløype
- Kraftlinje
-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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Rygge, 2007

Stasjon		1 referanse			2			3		
Parameter	Enhet	17.04.2007	17.09.2007	14.12.2007	17.04.2007	17.09.2007	14.12.2007	17.04.2007	17.09.2007	14.12.2007
Aluminium, Al	µg/l	210	400	360	200	380	360	360	310	630
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen As	µg/l	0,52	0,87	0,69	<0,5	0,79	0,54	0,56	1	0,78
Bly Pb	µg/l	<0,5	0,64	<0,5	<0,5	0,62	<0,5	2,4	8,7	1,5
Jern Fe	mg/l	3,5	2,7	1,9	3,2	2,7	1,9	3,5	3,0	1,3
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	0,14	<0,1*
Kobber Cu	µg/l	1,8	5,9	4,9	2,1	3,9	5,5	5,9	13	7,6
Konduktivitet	mS/m	19,8	20,3	20,9	19,4	20,2	20,6	16,8	14,5	12,1
Krom Cr	µg/l	1,1	1,4	1,1	1	1,4	1,1	1,1	<1*	1,2
Mangan Mn	µg/l	170	110	140	150	110	140	120	84	49
Nikkel Ni	µg/l	2,7	2,6	6,4	2,7	2,8	5,8	4,0	3,1	3,7
pH	pH	6,9	7,1	6,7	7	7,1	6,8	6,7	6,6	6,4
Sink Zn	µg/l	8,3	6,7	12	5,5	5,3	12	14	37	19
TOC	mg/l	13	13	11	14	14	11	17	29	24

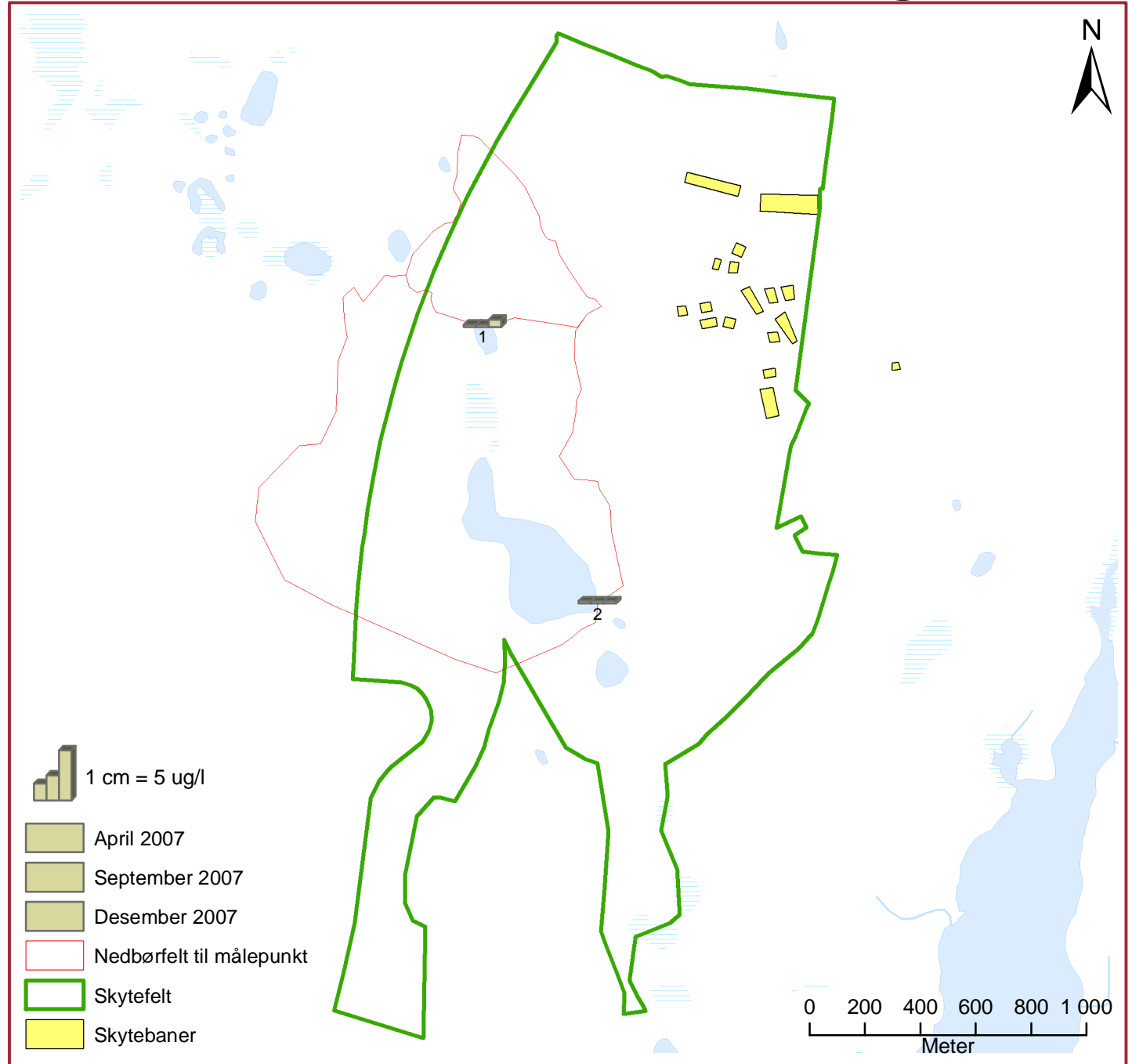
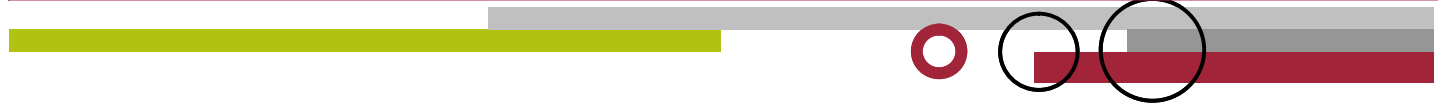
* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I



- 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

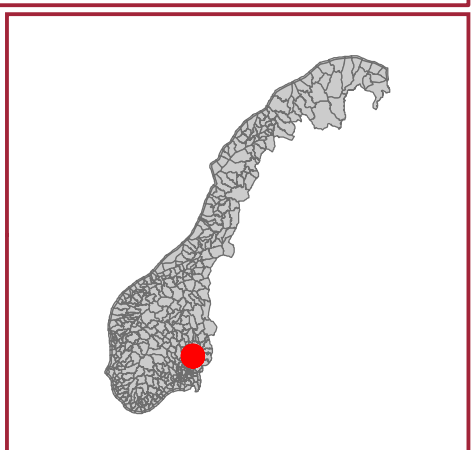
Sessvollmoen skytefelt

Bly

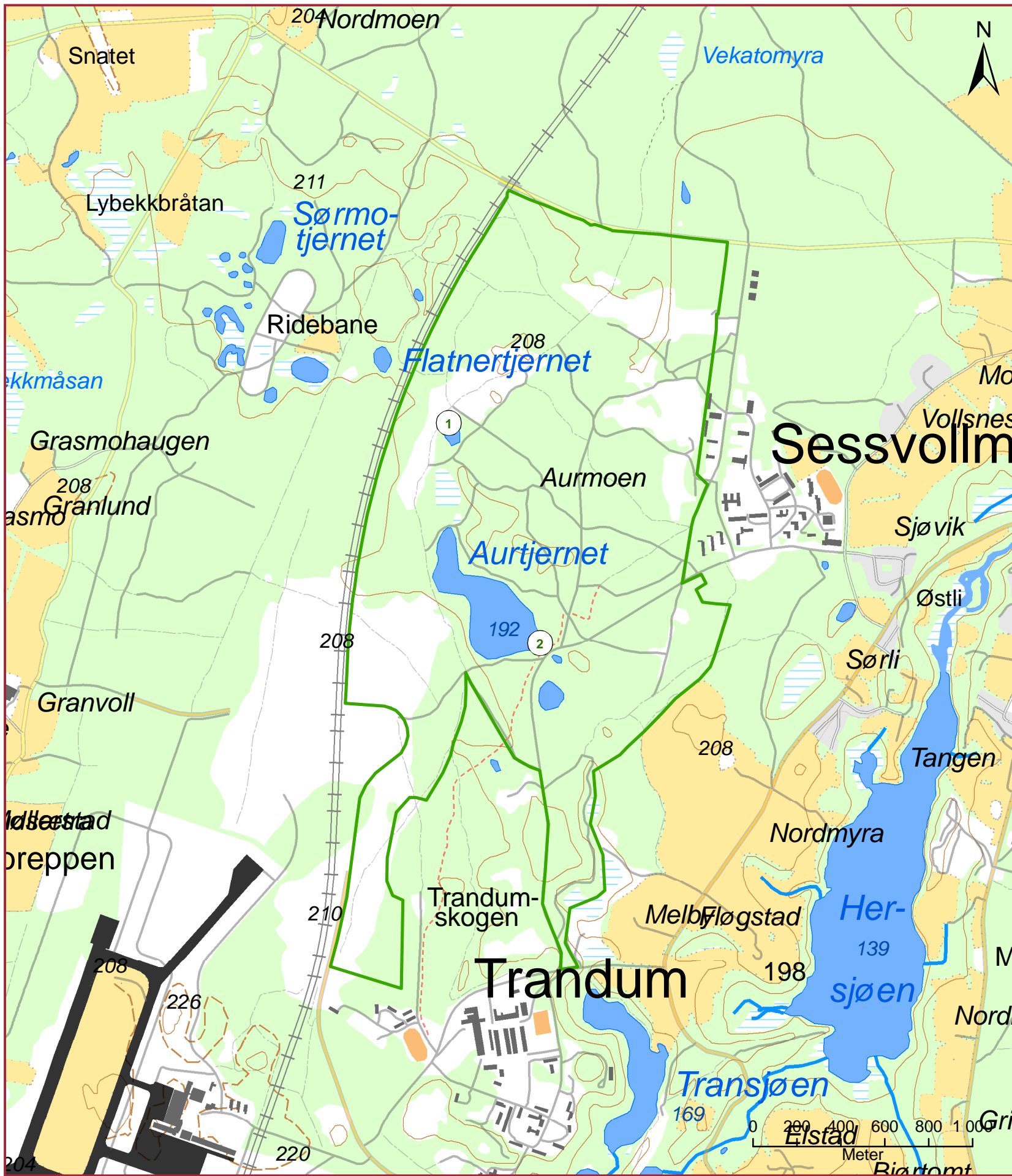


- 1 cm = 5 ug/l
- April 2007
- September 2007
- Desember 2007
- Nedbørfelt til målepunkt
- Skytefelt
- Skytebaner

Middelvrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	des. 07 [ug/l]
1	<0.5	<0.5	0.73
2	<0.5	<0.5	<0.5

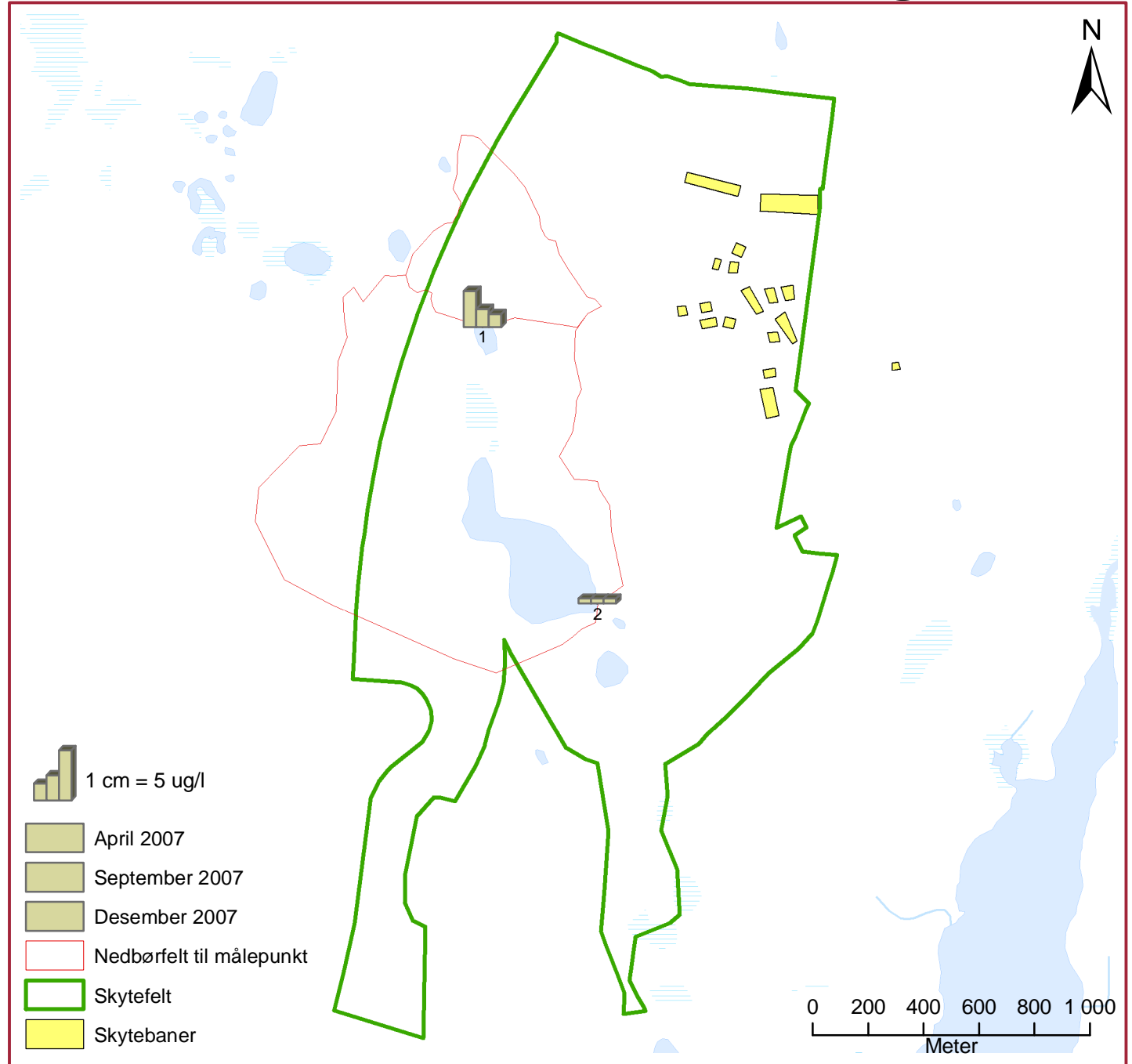


Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



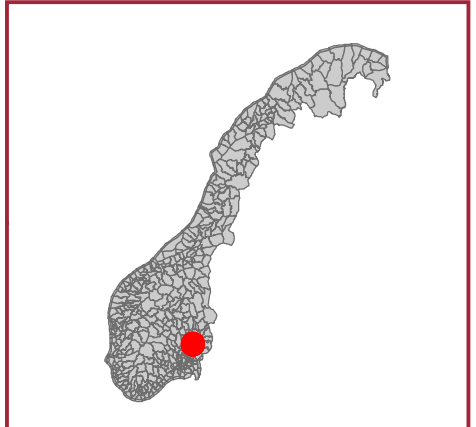
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Jernbane
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrek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

Sessvollmoen skytefelt Kobber



- 1 cm = 5 ug/l
- April 2007
- September 2007
- Desember 2007
- Nedbørfelt til målepunkt
- Skytefelt
- Skytebaner

Middelavrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	des. 07 [ug/l]
1	3.6	1.8	1.3
2	<1	<1	<1



Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Sessvollmoen/Trandum, 2007

Stasjon		1			2		
Parameter	Enhet	13.04.2007	13.09.2007	19.11.2007	13.04.2007	13.09.2007	19.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	72	64	43	12	23	20
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen As	µg/l	<0.5	0,54	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Bly Pb	µg/l	<0.5	<0.5	0,73	<0.5	<0.5	<0.5
Hvitt fosfor	µg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Jern Fe	mg/l	0,17	1,9	1,3	0,031	0,043	0,25
Kadmium Cd*	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Kalsium, Ca	mg/l	i.a	0,38	0,64	i.a	2,6	3,4
Kobber Cu*	µg/l	3,6	1,8	1,3	<1	<1	<1
Konduktivitet	mS/m	1,03	0,69	1,23	2,67	2,8	3,65
Krom Cr*	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	310	87	64	21	7,0	59
Nikkel Ni*	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
pH	ph	6,0	5,7	5,7	6,6	6,5	6,3
Sink Zn	µg/l	13	10	20	<5	<5	<5
TOC	mg/l	2,0	6,7	3,5	3,1	5,1	0,75
Sprengstoff		i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a

* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

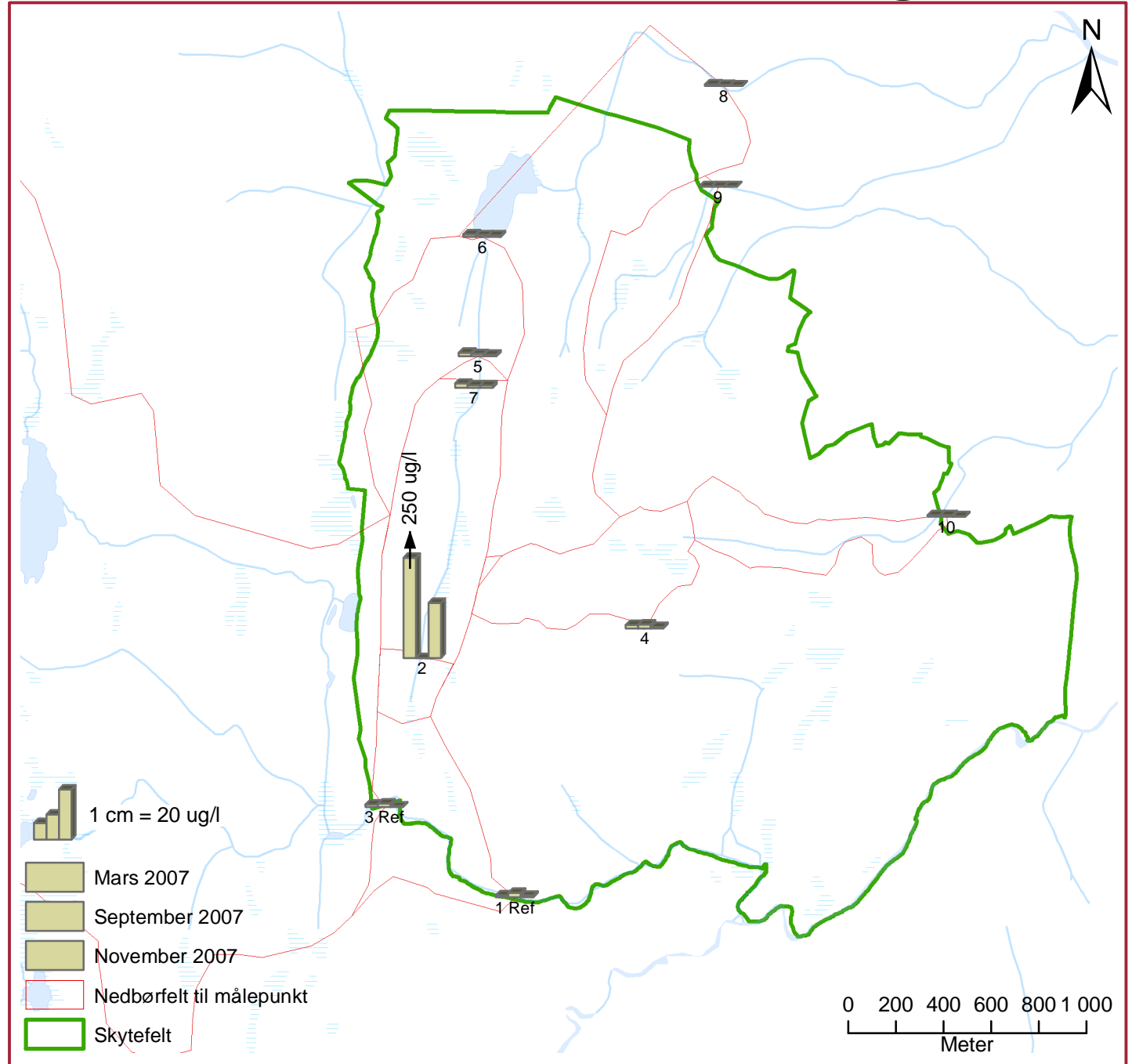
i.a Ikke analysert



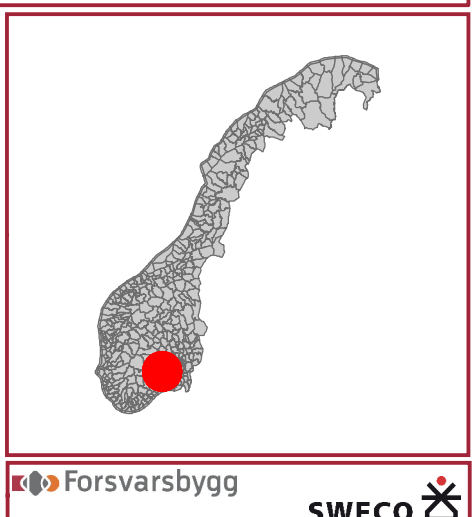
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

Heistadmoen skytefelt

Bly



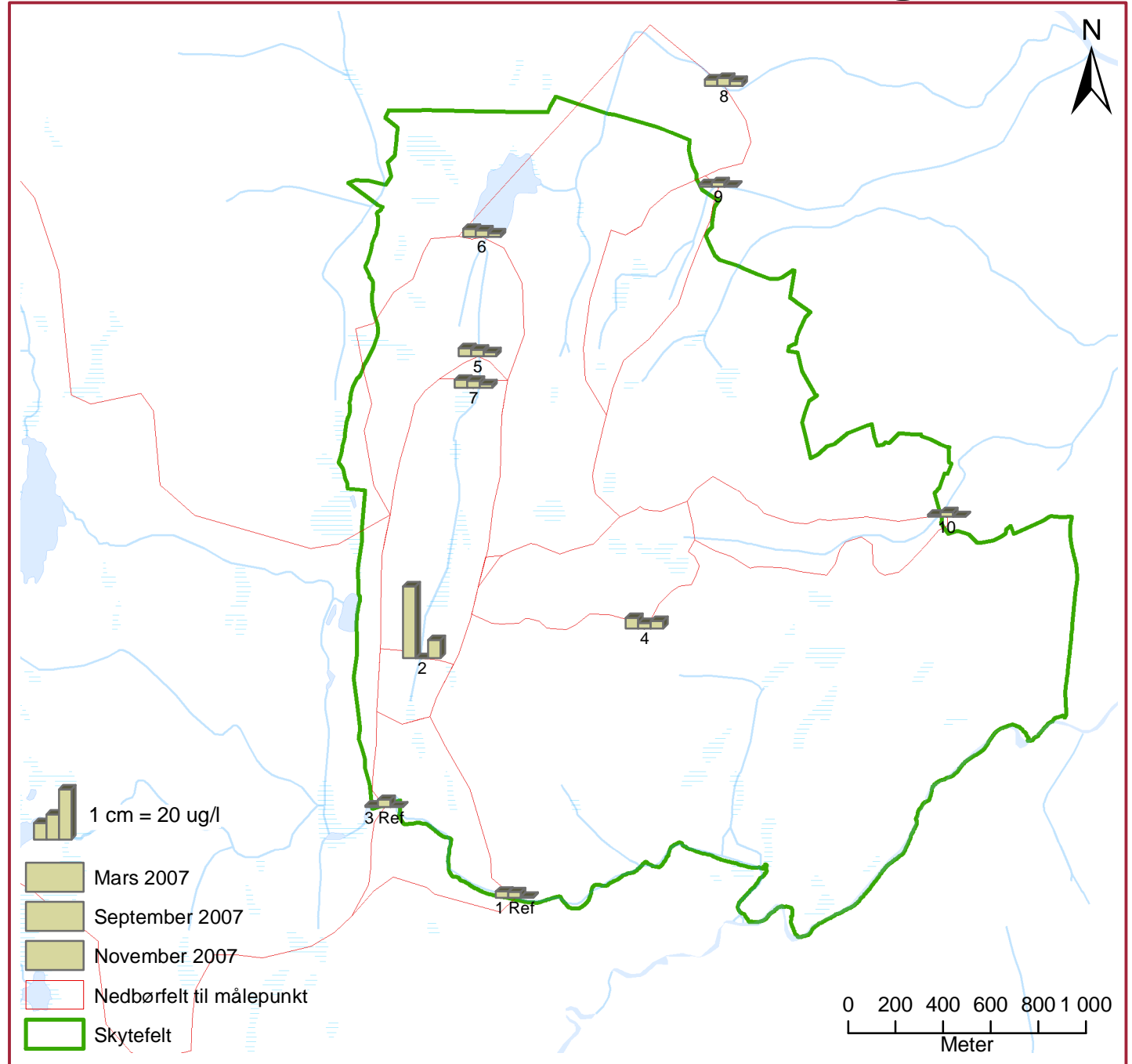
	Middelavrenning [l/s]	mar. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1 Ref	288	0.87	1.8	0.73
2	1	250		22
3 Ref	281	0.92	1.3	<0.5
4	6	1.3	1.5	0.58
5	11	1.5	1	0.7
6	18	1	0.72	0.71
7	10	1.8	1.1	1.1
8	36	0.62	0.53	<0.5
9	5	<0.5	<0.5	<0.5
10	4	0.7	0.62	<0.5



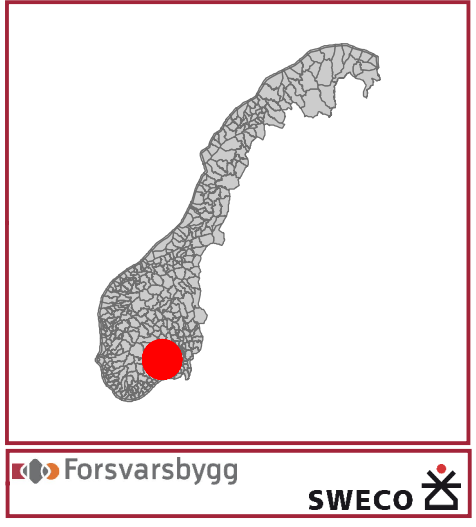
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



Heistadmoen skytefelt Kobber



	Middelvrenning [l/s]	mar. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1 Ref	288	3,7	3,4	<1
2	1	4,3		11
3 Ref	281	1	4,4	<1
4	6	6,3	3,2	4,4
5	11	4,8	4	2,5
6	18	4,8	3,7	2
7	10	4,8	4,4	2,2
8	36	3,7	4,6	3
9	5	1,5	2,7	<1
10	4	1,3	2,9	<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
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Skytebaneinretning
- Taubane; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Heistadmoen, 2007

Stasjon		1 referanse			2			3 referanse			4			5		
Parameter	Enhet	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	320	320	180	110	i.a.	170	320	330	190	160	24	93	65	26	21
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	47	i.a.	12	<1	<1	<1	3,2	<1	1,9	6,9	1,8	1,8
Arsen As	µg/l	<0,5	0,63	0,57	<0,5	i.a.	<0,5	<0,5	0,72	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bly Pb	µg/l	0,87	1,8	0,73	250	i.a.	22	0,92	1,3	<0,5	1,3	1,5	0,58	1,5	1,0	0,7
Hvitt fosfor	µg/l	ia	ia	ia	<0,01	i.a.	ia	i.a.	i.a.	ia	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.
Jern Fe	mg/l	0,36	1,2	0,58	0,8	i.a.	4,2	0,38	1,2	0,65	0,14	0,20	0,19	0,23	0,32	0,30
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	0,37	i.a.	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	2	3,1	i.a.	i.a.	17	i.a.	1,8	2,8	i.a.	29	11	i.a.	14	14
Kobber Cu	µg/l	3,7	3,4	<1*	43	i.a.	11	1,0	4,4	<1*	6,3	3,2	4,4	4,8	4,0	2,5
Konduktivitet	mS/m	1,35	1,65	2,34	4,69	i.a.	9,34	1,34	1,6	2,26	4,14	17,6	6,19	5,11	8,99	8,78
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	i.a.	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	25	100	49	110	i.a.	190	28	59	65	12	370	68	32	40	62
Nikkel Ni	µg/l	<1*	<1*	<1*	1,4	i.a.	2,2	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
pH	ph	5,5	6,2	6,4	6,4	i.a.	6,7	5,5	6,0	6,5	6,3	7,0	6,8	6,8	7,9	7,1
Sink Zn	µg/l	14	6,4	6,1	59	i.a.	61	7,5	12	13	12	14	16	9,3	6,3	7,2
TOC	mg/l	8,6	8,9	6,1	3,5	i.a.	3,0	8,8	9,3	7,0	7,2	21	5,6	4,4	4,8	3,4
Sprengstoff		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.

Stasjon		6			7			8			9			10		
Parameter	Enhet	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007	30.03.2007	10.09.2007	23.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	85	69	32	72	36	28	120	76	75	170	80	100	220	150	52
Antimon, Sb	µg/l	4,5	1,1	<1	7,3	1,5	1,8	2,3	2,8	1,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bly Pb	µg/l	1	0,72	0,71	1,8	1,1	1,1	0,62	0,53	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	0,62	<0,5
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	ia	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.
Jern Fe	mg/l	0,15	0,35	0,19	0,22	0,62	0,45	0,16	0,27	1,0	0,071	0,87	0,085	0,24	0,50	0,11
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	12	6,4	i.a.	14	14	i.a.	6,3	8,2	i.a.	110	7,0	i.a.	14	11
Kobber Cu	µg/l	4,8	3,7	2,0	4,8	4,4	2,2	3,7	4,6	3	1,5	2,7	<1	1,3	2,9	<1
Konduktivitet	mS/m	4,08	7,66	6,51	5,05	8,95	8,76	3,73	4,72	6,14	3,18	7,45	4,64	5,25	8,97	6,61
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	25	32	37	35	62	93	18	11	79	3,2	200	8,2	59	90	23
Nikkel Ni	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
pH	ph	6,8	7,7	7,2	6,6	6,9	7	6,7	7,5	6,8	6,5	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8
Sink Zn	µg/l	11	12	6,8	9,6	6,6	8,3	11	7,1	12	8,3	8	8,5	8,4	17	5,2
TOC	mg/l	4,1	4,7	3,3	3,8	5,2	3,5	4,9	6,5	5	7,2	4,3	4,6	4,4	5,3	4,6
Sprengstoff		i.p	i.p	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.

* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

i.a Ikke analysert

i.p Ikke påvist over deteksjonsgrense

Prøven i pr 2 var uttørket i september