



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		<i>Bente Breyholtz</i>
Kontrollert av: Amund Gaut Finn Gravem		<i>Amund Gaut</i>
Oppdragsansvarlig: Lorenzo Lona / Anlegg	Oppdragsleder / avd.: <i>Torgeir Mørch</i> Torgeir Mørch / Anlegg	

Forord



Forsvarsbyggs forord

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

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

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

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

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

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

Alle SØF er nå prøvetatt. Det er ikke funnet spor av hvitt fosfor i de analyserte prøvene. Det er funnet spor av sprengstoff i to sig/bekker som drenerer hhv et blindgjengerfelt i Ulven og et sprengningsfelt i Mjølfjell. Konsentrasjonene er svært lave. Det er forhøyede konsentrasjoner av metaller inni flere av feltene, men ved skytefeltgrensen er konsentrasjonene normalt lave. Resultatene viser at det fra noen felt er 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	Hauer seter	2007	Avslutte
Oslofjord	Sessvollmoen/Trandum	2007	Avslutte
Oslofjord	Heistadmoen	2007	Overvåkning
Oslofjord	Rygge	2007	Overvåkning
Østlandet	Terningmoen	2006 - 2007	Overvåkning
Østlandet	Lieslia	2007 - 2008	Overvåkning
Østlandet	Rødsmoen og Rena leir	2007	Overvåkning
Stavanger	Evjemoen	2006 - 2007	Tiltak/Overvåkning
Stavanger	Lista flystasjon/Marka	2007	Overvåkning
Stavanger	Vatneleiren	2007	Tiltak/Overvåkning
Stavanger	Vikesdalmoen	2007	Overvåkning
Stavanger	Sikveland/Jolifjell	2007	Overvåkning
Bergen	Mjølfjell og Brandsetdalen	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Remmedalen	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Korsnes fort	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Tittelsnes	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Bømoen	2007 - 2008	Avslutte
Bergen	Ulven	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Skjellanger fort	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Kråkenesmarka	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Øyridalen/Lærdal	2006	Overvåkning
Trøndelag	Setnesmoen	2008	Overvåkning
Trøndelag	Valsfjord	2006	Overvåkning
Trøndelag	Haltdalen	2008	Overvåkning
Trøndelag	Giskås	2006 - 2007	Overvåkning
Trøndelag	Frigård	2007 - 2008	Overvåkning
Trøndelag	Leksdal	2006 - 2007	Overvåkning
Trøndelag	Hitra	2006	Utgikk
Trøndelag	Tarva/Karlsøy	2007	Overvåkning
Trøndelag	Vågan	2006	Avslutte
Bodø	Heggmoen	2006 - 2008	Tiltak/Overvåkning
Bodø	Drevja ekserserplass	2006 - 2008	Overvåkning
Bodø	Mjelde	2006	Avslutte
Hålogaland	Ramnes/Biskaya	2006 - 2007	Overvåkning
Hålogaland	Trondenes	2006 - 2007	Overvåkning
Hålogaland	Storvassbotn/Sørlimarka	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Elvegårdsmoen	2006 - 2008	Overvåkning
Midt-Troms	Setermoen	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Blåtind	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Mauken	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Bardufoss		
Midt-Troms	sentralskytebane	2006 - 2007	Overvåkning
Finnmark	Porsangmoen/Halkavarre	2006 - 2007	Overvåkning
Finnmark	Høybukta	2006 - 2008	Overvåkning

Felt med behov for tiltak i tillegg til overvåkning

Forklaring på tilstandsklasser for ferskvann finnes i Tabell 5.

MO Oslofjord Steinsjøfeltet

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

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

Regimentsmyra

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

MO Stavanger Evjemoen

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

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

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

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

Vatneleiren

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

MO Bodø

Heggmoen

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

Felt med behov for overvåking

MO Oslofjord

Hengsvann

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

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

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

Heistadmoen

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

Rygge

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

MO Østlandet

Terningmoen

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

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

Lieslia

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

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

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

Rødsmoen og Rena leir

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

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

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

MO Bergen

Mjølfjell og Brandset

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

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

Kråkenesmarka

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

Korsnes fort

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

Skjellanger fort

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

Ulven

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

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

Tittelsnes

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

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

Øyridalen/Lærdal

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

MO Trøndelag

Setnesmoen

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

Det er ikke påvist antimon over drikkevannsforskriften for Setnesmoen.

Valsfjord

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

Haltdalen

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

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

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

Giskås

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

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

Frigård

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

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

Leksdal

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

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

Tarva/Karlsøy

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

MO Bodø

Drevjamoen ekserserplass

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

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

Forurensningssituasjonen ved de øvrige punkt varierer og overvåkingen anbefales videreført.

MO Hålogaland

Ramnes/Biskaya

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

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

Avrenning skjer mot Ramsundet som er en stor resipient med betydelig 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
MO Østlandet			7,30	15,96	96,07	3 Ref
	Rødsmoen og Rena	0,37	4,26	8,36	14,43	Sum
	Terningmoen		12,05	15,61	2,92	Sum
			6,79		43,23	34 Ref
	Lieslia			190,14		Sum
		0,17	2,62	2,39	3 Ref	

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	Forurensningssituasjonen.....	260
14.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	261
14.2	Høybuktmoen	261
14.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	261
14.2.2	Nedbør og vanntransport	262
14.2.3	Analyseresultater.....	264
14.2.4	Forurensningssituasjonen.....	265
14.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	266
15	REFERANSER.....	267

1 Innledning

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

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

Prøvetakingen ble gjennomført av Sweco i samarbeid med de respektive Markedsområder i Forsvarsbygg. I denne sammenheng ønsker Sweco å takke følgende personer for 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



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

2 Bakgrunn

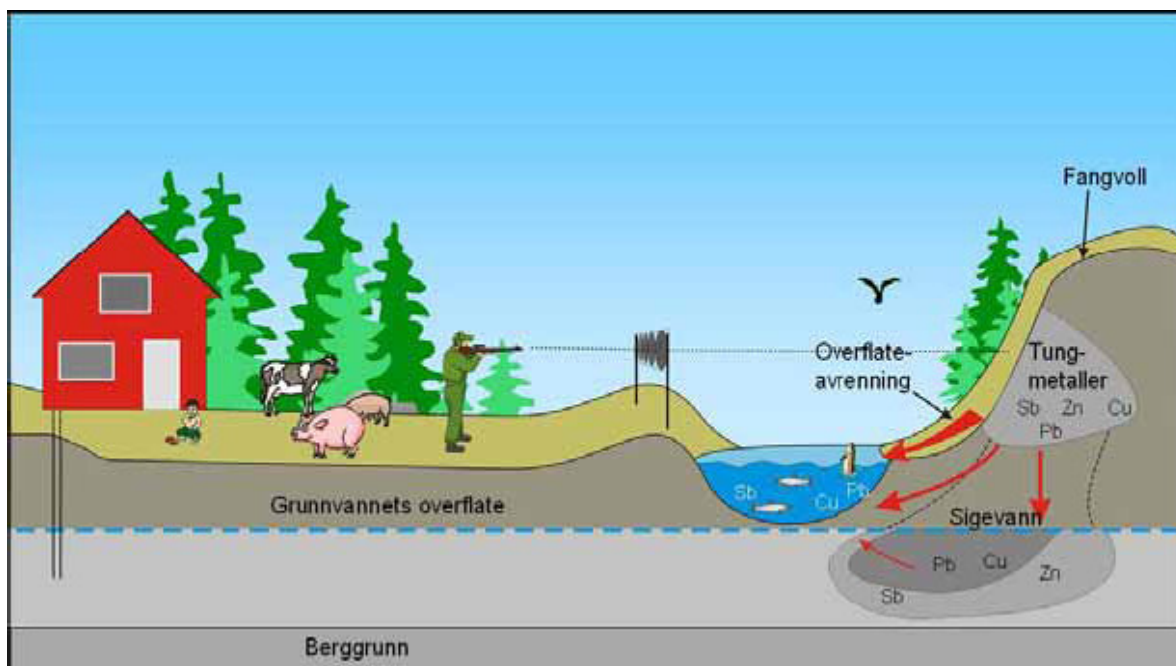
2.1 Bakgrunn

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

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

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

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



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

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

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

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

2.2 Målsetting

Målsettingen med Program Grunnforurensning har vært:

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

3 Utført arbeid

3.1 Feltarbeid

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

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

3.2 Prøvetaking

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

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

Planen var å prøveta ved tre forskjellige nedbørsituasjoner – snøsmelting, tørr periode og nedbørrik periode. Grunnet begrenset tilgjengelighet til enkelte felter og problemer med kontakten med prøvetakingpersonell 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
Høybuktmoen	2,07	7,38	10	1:5
Jolifjell	1,6	2,1	10	1:5
Korsnes**	33	31	40	1:20
Kråkenesmarka	1,2	1,2	10	1:5
Leksdal	210	140	60	1:30
Lieslia	1,1	23	40	1:20
Lista	3,9	3,6	10	1:5
Mauken	8,1	8,2	10	1:5
Mjølfjell/Brandsetdalen	3,6	3,7	10	1:5
Ramnes/Biskaia	10	11	10	1:5
Regimentsmyra Fredrikstad	330	23	40	1:20
Remmedalen	2,7	5,8	10	1:5
Rygge**	8,7	13	10/20	1:5/1:10
Rødsmoen	5,1	2,1	10	5
Sessvollmoen	0,73	3,6	10	1:5
Setermoen	48	27	60	1:30
Setnesmoen	0,65	7,40	10	1:5
Skjellanger**	110	125	60	1:30
Steinsjøen	55	59	60	1:30
Sørli	0,56	6	10	1:5
Tarva	0,62	7,5	10	1:5
Terningmoen	25	28	40	1:20
Tittelsnes**	24	170	40/200	1:20/1:100
Trondenes	0,91	2,1	10	1:5
Ulven	141	54,1	60	1:30
Valsfjord	9,55	4,7	10	1:5
Vatneleiren**	51	22	60/40	1:30/1:20
Viksedalsmoen	0,78	4,5	10	1:5
Øyradalen	<0,5	5,1	10	1:5

* Verdi som må defineres i kartprogrammet for å lage skalaen

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

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

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

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

4 Prøvetakingsparametre

4.1 Tungmetaller og antimon

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

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

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

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

4.1.1 Metaller og toksisitet

Metallers giftighet på akvatiske organismer kan inndeles i to grupper, essensielle og ikke-essensielle metaller basert på organismers behov. Essensielle metaller er eksempelvis Cu, Zn, Se, Cr⁺⁺, 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 turbulente vann er beregnet til ca 2,4 år. Halveringstiden kan imidlertid være lengre dersom vannet er oksygenfattig.

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

4.3 Sprengstoffkjemikalier

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

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

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

Tabell 4 Parametere analysert på eksplosiver

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

4.4 Aluminium (Al)

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

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

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

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

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

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

4.5 Tilleggsparametere – TOC, pH, Fe og Mn

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

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

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

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

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

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

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

5 Vurderingskriterier

5.1 Tilstandsklasser i ferskvann

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

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

Tabell 5 Tilstandsklasser i ferskvann (SFT 97:04)

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

De ulike tilstandsklassene er inndelt som følger:

Tilstandsklasse I: Meget god / Ubetydelig forurenset

Tilstandsklasse II: God / Moderat forurenset

Tilstandsklasse III: Mindre god / Markert forurenset

Tilstandsklasse IV: Dårlig / Sterkt forurenset

Tilstandsklasse V: Meget dårlig / Meget sterkt forurenset

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

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

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

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

5.2 Grenseverdier for drikkevann

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

Tabell 6 Grenseverdier for drikkevann

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

5.3 Tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter

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

Tilstandsklasse I: Ingen effekt på biota/humant konsum

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

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

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

Tabell 7 Tilstandsklasser metaller i ferskvann relatert til biologiske effekter

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

5.4 Lavest biologisk risikonivå

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

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

Tabell 8 Grenseverdier for Lowest Biological Risk Level

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

11 Markedsområde Bodø

11.1 Heggmoen

11.1.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Heggmoen skyte- og øvingsfelt ligger i Bodø kommune, Nordland fylke. Feltet har et areal på 17000 daa (Forsvarsdepartementets nettsider), og har vært festet av Forsvaret siden 1986.

Heggmoen er et stort felt, hvorav kun et mindre område brukes aktivt og består av 7 skytebaner for håndvåpen. Feltet brukes for tiden hovedsakelig av Operativ støtteskvadron, 132 luftving og HV14.

Det er tidligere benyttet tyngre skytevåpen av typen RFK og M72, samt sprengstoff (håndgranat) på feltet. Disse aktivitetene ble avsluttet for 10 – 20 år siden og det forventes ikke å kunne påvises rester av forurensning relatert til disse aktivitetene i dag.

Området består hovedsakelig av myrområder med innslag av breelv- og elveavsetninger, og sikkerhetssoner av bart fjell. Vannsystemene i området er generelt sure, kalkfattige og humøse.

Berggrunnen består hovedsakelig av metasandstein og skifer, og også glimmerskifer, glimmergneis, amfibolitt og diorittisk til granittisk gneis.

Det er registrert mutings-/utmålsområder for basemetaller både øst og vest for skytefeltet i områder med henholdsvis granitt/granodioritt og grønnstein/amfibolitt. Poulsen (1964) rapporterer om flere kobberforekomster SV for skytefeltet, bl.a. på Vatne. De kjente forekomstene ligger likevel slik til at vann derfra ikke drenerer direkte til noen av prøvepunktene i feltet.

Feltet ble befart og prøvetatt første gang av Sweco i november 2006. Kartfestede prøvepunkter gitt av Forsvarsbygg ble vurdert ved befaringen. Ved behov ble punkter flyttet/tatt ut eller lagt til. Myrområdet i midtre del av Heggmoen dreneres ut i Vatnevatnet via grunnen og to elvesystemer. Det nordligste av elvesystemene ble prøvetatt ved punkt 1. Det ble i første prøvetakningsrunde vurdert å prøveta det andre elvesystemet også, samt noen vann som ligger ned mot Vatnevatnet. Grunnet værforhold og tilgjengelighet ble dette ikke gjennomført. Etter en vurdering av feltet og resultatene fra første prøverunde, ble det i 2007 tatt prøver ved utløpet av begge elvesystemene som renner ut i Vatnevatnet (punkt 4 og 5).

Det ble gjennomført to prøvetakningsrunder av Forsvarsbygg MO Bodø i 2007, mai og oktober, samt en i mai 2008. Nytt i 2008 er at det ble tatt en prøve fra Vatnevatnet, mellom punkt 4 og 5. En oversikt over prøvepunkter, beskrivelse, hva elvesystemene drenerer og evt. kommentarer/observasjoner er gitt i Tabell 157. Feltet er tidligere prøvetatt av NIVA.

Tabell 157 Oversikt over prøvepunkter, Heggmoen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk inne i feltet	Myrområde og bane 1 – 5 der det benyttes håndvåpen, samtlige er feltskytebaner		X	Bekken renner nær standplassområdet
2	Liten elv oppstrøms et mindre kraftverk	En sikkerhetssone bestående av bart fjell			Det ligger et høydedrag mellom vannsystemet og skytebane 1 - 5, slik at i den grad punktet kan fange opp relevant forurensning vil det være fra rikosjetter fra bane 1 – 5
3 Ref	Liten bekk	Utenfor feltet og oppstrøms et grustak			
4	Liten bekk	Nedstrøms punkt 1			Utløp til Vatnevatnet
5	Liten bekk	Myrområde og bane A, B og C der det benyttes håndvåpen, samtlige er feltskytebaner			Utløp til Vatnevatnet, bekken renner nær målområdet, Området er benyttet som sprengningsfelt for lenge siden, i tillegg er det for 10 – 20 år tilbake skutt med Carl Gustav fra myrområdet og over Vatnevatnet
6	Vatnevatnet	Hele feltet			Resipient for pkt 1, 4, 5

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

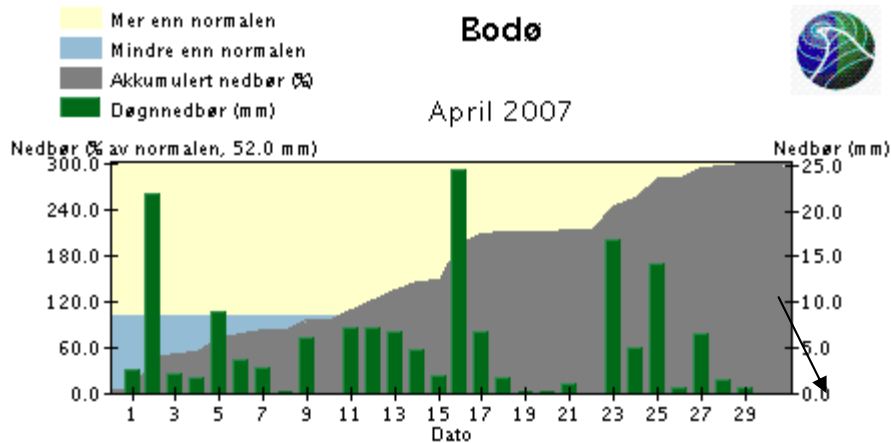
11.1.2 Nedbør og vanntransport

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 158. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

Tabell 158 Beregnet normalavrenning for Heggmoen

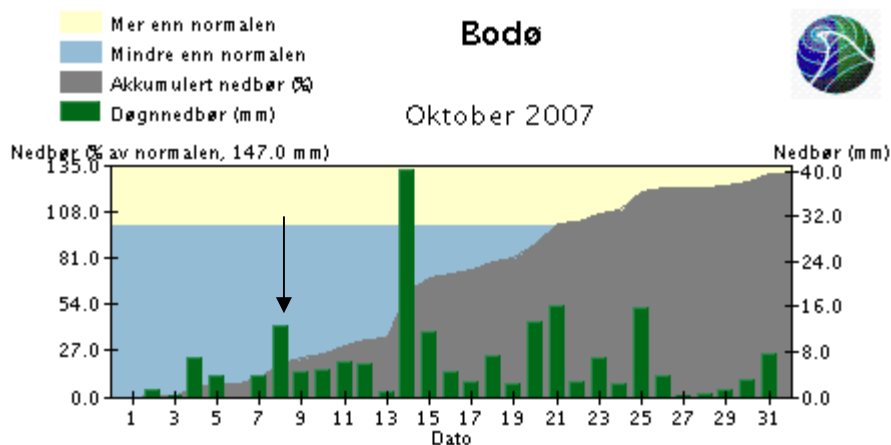
Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	0,86	31,54	27,12
2	0,74	39,20	29,01
3 Ref	0,13	30,99	4,03
4	0,93	31,21	29,03
5	0,41	29,71	12,18

Ved første prøvetakningsrunde (2006) falt det kun mindre mengder nedbør, i form av snø, i dagene rett før prøvetakningsrunden. Andre prøvetakningsrunde på Heggmoen ble utført 02. mai 2007. Nedbørsdata hentet fra www.met.no for Bodø, Figur 114 og Figur 117, viser at det i dagene før prøvetakingen (inkl 1. mai) falt noe nedbør i Bodø-området.



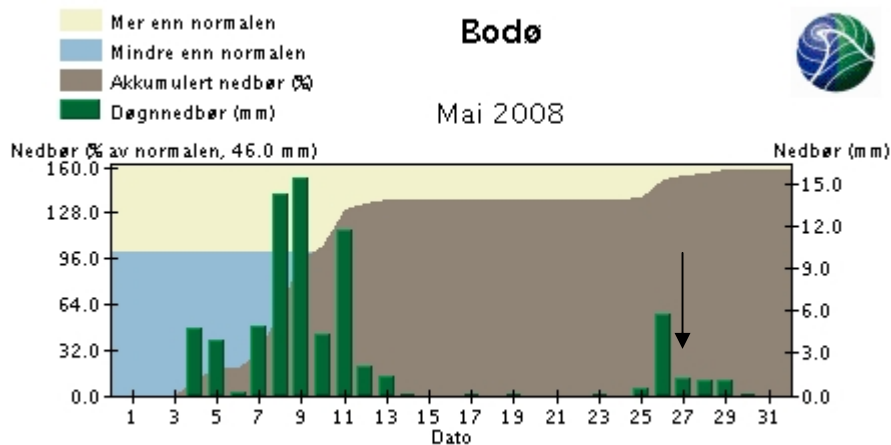
Figur 114 Nedbørsdata for Bodø, april 2007

Tredje prøvetakningsrunde ble gjennomført 08. oktober 2007. Nedbørsdata for Bodø, Figur 115 og Figur 117, viser at det i dagene før prøvetakingen falt litt nedbør i Bodø-området, mens det i måneden før falt relativt mye nedbør.

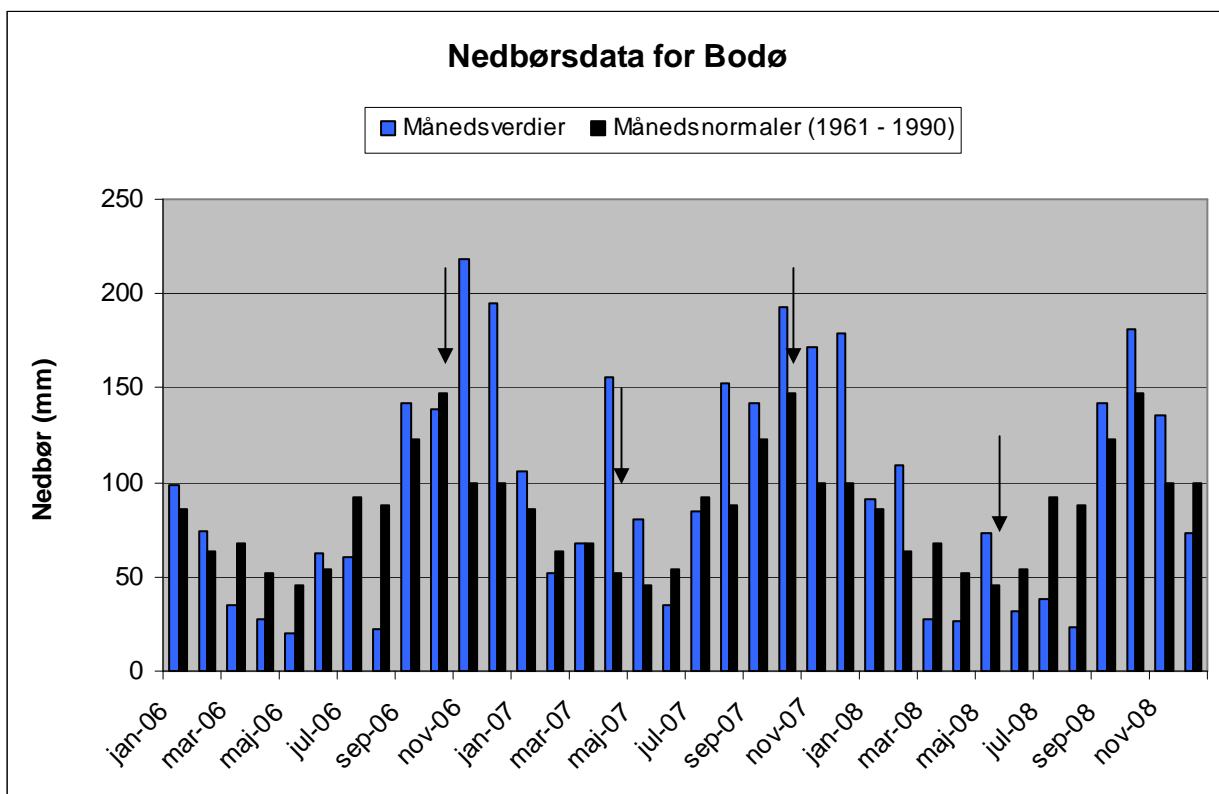


Figur 115 Nedbørsdata for Bodø, oktober 2007

Prøvetakningsrunden i 2008 ble gjennomført 27. mai. Nedbørsdata for Bodø, Figur 116 Nedbørsdata for Bodø, mai 2008 og Figur 117, viser at det i dagene før prøvetakingen falt lite nedbør i Bodø-området, mens det i måneden før falt mye nedbør.



Figur 116 Nedbørsdata for Bodø, mai 2008



Figur 117 Nedbørsdata for Bodø, månedsverdier 2006 – 2008 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Ved prøvetakingen 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 159.

Tabell 159 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007 og 2008, Heggmoen

Punkt	Vannføring		
	Mai	Oktober	Mai
1	Liten	Middels/stor	Liten
3 Ref	Liten	Middels/stor	Liten
4	Liten	Middels/stor	Liten
5	Liten	Middels/stor	Liten

11.1.3 Analyseresultater

Det ble påvist lave pH-verdier (5,1 – 6,9) og konsentrasjoner av TOC og jern i vannsystemene på Heggmoen tilsvarende tilstandsklasse III – IV (mindre god - dårlig).

Det ble ikke påvist tungmetaller over de gitte deteksjonsgrenser i vannprøvene fra punkt 2 og referansepunktet. Tilstanden her tilsvarer tilstandsklasse I – II.

I prøvepunkt 1, 4 og 5 ble det påvist konsentrasjoner av bly og kobber tilsvarende tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset). For de øvrige tungmetallene er det bare for sink påvist innhold over de gitte deteksjonsgrenser, og da i tilstandsklasse II.

Det er påvist antimon over deteksjonsgrensen ved prøvepunktene 1, 4 og 5. Det er ikke påvist antimon over grenseverdien for drikkevann.

I Vatnevatnet (punkt 6) er det påvist metallkonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I – II (ubetydelig – moderat forurenset). pH ligger på 6,6 og TOC-verdiene tilsvarer tilstandsklasse I (meget god tilstand).

Feltet er ikke prøvetatt mhp sprengstoff eller hvit fosfor, da det i de siste 10 – 20 årene ikke er benyttet våpensystemer ved feltet som kan føre til slik forurensning.

Sammenlignet med grenseverdien for aluminium i drikkevann, er det påvist høye konsentrasjoner av aluminium i alle punkt. Det bemerkes at den høyeste verdien er påvist ved referansepunktet. I 2008 ble i tillegg analysert mht labilt-aluminium.

11.1.4 Forurensingssituasjon

Resultatene fra undersøkelsene tyder på at det lekker bly og kobber gjennom bekkene som drenerer myrområdet og ut i Vatnevatnet. Vatnevatnet ble klassifisert som et viktig område (B-område) for biologisk mangfold ved kartleggingen for biologisk mangfold (Forsvarsbygg, 2003, BM-rapport).

Forurensingssituasjonen på Heggmoen må sees i sammenheng med at området domineres av myr og snaufjell, og at vannsystemene generelt er sure, kalkfattige og humøse (høy TOC). Lav pH og lite kalk gir stor mulighet for mobilisering av metaller, mens humus kan bidra til å kompleksbinde metallene.

Prøve 1 ble tatt inne på feltet og ligger nedstrøms et myrområde. Det var derfor ikke uventet å finne høyt innhold av bly og kobber her. Pga humusinnholdet i myrvann er metallene i vannet ikke nødvendigvis biotilgjengelige og toksiske for biota.

Prøve 4 ble tatt nedstrøms punkt 1 ved utløpet til Vatnevatnet. Det ble også her funnet høyt innhold av bly og kobber. Samme situasjon ble sett i utløpet av det andre vannsystemet (punkt 5), som også drenerer et myrområde.

Ved de lave pH-verdiene som er påvist i vannsystemene på Heggmoen, kan aluminium foreligge i labil/løst tilstand. Labilt aluminium kan gi negativ effekt på biota ved langtids påvirkning. Det må bemerkes at den høyeste aluminiumsverdien og den laveste pH-verdien ble påvist i referanseprøven, som ble tatt i et vannsystem som ikke er påvirket av militær aktivitet.

Det er påvist antimon i prøver tatt i punktene som representerer avrenning fra selve skytefeltet. Det antas at dette innholdet er et resultat av den militære aktiviteten på

Heggmoen. Det er ikke påvist innhold av antimon i vann som ikke er påvirket av militær aktivitet.

Det er ikke påvist labilt-aluminium som overskrider LBRL.

Tabell 160 viser beregnet årlig utlekking av antimon, bly, kobber og sink i de punktene som representerer avrenning ut i fra feltet. Beregningene viser at det transporteres metaller ut av feltet. Dette er mindre bekker fra myrområder, slik at vannføringen er lav. Dette gir lavere utlekkingstall, selv om de påviste konsentrasjoner er høye.

Tabell 160 Beregnet årlig utlekking fra Heggmoen, 2007-2008.

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
4	1,63	12,52	13,42	9,19
5	1,58	17,03	5,46	3,25
Sum	3,21	29,55	18,88	12,44
3 Ref	-	-	-	-

Resultatene fra de punktene som representerer avrenningen fra skytefeltet (punkt 4 og 5), er i Tabell 161 vurdert opp mot tilstandsklasser som relaterer seg til hvordan ulike nivåer av metaller påvirker biota, Tabellen viser at avrenningen fra Heggmoen har en middles – høy biologisk effekt mht bly (tilstandsklasse III – IV). For kobber viser avrenningen er lav – middels effekt (tilstandsklasse II – III), mens den for sink viser en meget lav effekt (tilstandsklasse I).

Tabell 161 Resultater for metaller fra Heggmoen, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon	Enhet	4			5		
		02.05.07	08.10.07	27.05.08	02.05.07	08.10.07	27.05.08
Bly, Pb	µg/l	9,3	23	8,8	31	61	41
Kobber, Cu	µg/l	12	19	13	9,2	18	15
Sink, Zn	µg/l	11	11	8,2	8,2	9,5	7,7

Etter ønske fra Forsvarsbygg, ble det i 2008 tatt en prøve av Vatnevatnet. Prøven er tatt fra land, i et punkt mellom utløpene av de to vannsystemene som drenerer Heggmoen. Idet Vatnevatnet er et relativt stort og dypt vann, er det begrenset hvilken informasjon som kan oppnås én tilfeldig overflateprøve av vannet. Resultatet viser en ubetydelig – moderat forurensning av både bly og kobber (tilstandsklasse I – II i SFTs system for klassifisering av tilstand i ferskvann – ikke i forhold til biologiske effekter). Vi mener at dette ikke er et godt nok grunnlag til å si at tilførselen av bly og kobber fra Heggmoen er uten betydning. Heggmoen skytefelt brukes jevnlig til militær aktivitet og vannsystemene som drenerer feltet, har vist seg å være meget sterkt forurenset av bly og kobber. Dette kan medføre en totalbelastning som over tid kan være av negativ betydning for biota i Vatnevatnet.

11.1.5 Konklusjon og anbefalinger

Det er påvist meget sterk forurensning av bly og kobber i bekkene som drenerer myrområdene på Heggmoen, og som rennet ut i Vatnevatnet fra skyte- og øvingsfeltet. Det er i tillegg vist en middles – høy biologisk effekt for avrenningen av bly fra feltet.

Dette tilsier, slik NIVA også konkluderte med i 2005, at det bør vurderes å gjennomføre tiltak for å begrense utlekkingen fra Heggmoen til Vatnevatnet. Vi anbefaler at man starter med å lokalisere selve kilden, d.v.s. hvilken/hvilke bane(r)/aktivitet(er) e.l. som er årsak til forurensningen og retter tiltakene direkte mot disse.

Pga humusinnholdet i myr vann er metallene ikke nødvendigvis biotilgjengelige og toksiske for biota.

11.2 Drevja ekserserplass

11.2.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Drevjamoen skyte- og øvingsfelt ligger nær Mosjøen i Vefsn kommune, Nordland fylke. Feltet har vært i bruk siden 1913 og har et areal på 12 900 daa (Forsvarsdepartementets nettsider).

Feltet er et nærøvingsfelt og består av 12 baner hvor det benyttes håndvåpen og HV-våpen opp til 84 mm RFK. Feltet brukes i dag hovedsakelig av Heimevernet samt noe av politiet.

Feltet grenser til Blåfjell i nordøst og Hellfjellet i sør. Den sentrale delen av området, ved Drevjamoen og øst og vest for denne, består av et lavtliggende slettelandskap med marine avsetninger og bekker som drenerer gjennom markerte ravinesystemer (NIVA 2006). Her er også breelavsetninger og større myrområder. I syd, mot Hellfjellet, og i nordøst er det mye bart fjell, som stedvis er dekket av et tynt humus-/torvdekke og forvitringmateriale. Berggrunnen domineres av en granittkropp omgitt av marmor og glimmerskifer/glimmergneis, metasandstein og amfibolitt.

Det er registrert mutings-/utmålsområder for jern og basemetaller på vestsiden av Drevjamoen Vest for Drevja). Berggrunnen her er beskrevet som glimmergneis/glimmerskifer/metasandstein/amfibolitt, tilsvarende berggrunnen som grenser til skytefeltets NØ-lige del. Poulsen (1964) rapporterer om kobberforekomst øst for skytefeltet.

Feltet ble befart og prøvetatt av Sweco i oktober 2006. Kartfestede prøvepunkter gitt av Forsvarsbygg ble vurdert ved befaringen. Ved behov ble punkter flyttet/tatt ut eller lagt til. Feltet var tidligere prøvetatt av NIVA. Ved en inkurie ved MO Bodø ble feltet ikke prøvetatt i snøsmeltingsperioden i 2007. Det ble isteden tatt ut prøver i en nedbørsrik periode i oktober 2007. Videre ble feltet prøvetatt i april og oktober 2008. En oversikt over prøvepunkter, beskrivelse, hva elvesystemene drenerer og evt. kommentarer/observasjoner er gitt i Tabell 162.

Tabell 162 Oversikt over prøvepunkter, Drevjamoen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Stor bekk	Skytebane 1 der det benyttes håndvåpen		X pkt 1	
2	Liten bekk	Skytebane 2 og 3 der det benyttes håndvåpen		X pkt 2	
3	Liten bekk	Skytebane 4 der det benyttes håndvåpen,		X pkt 3	Punktet ble lagt til da det er størst skyteaktivitet på bane 4
5	Middels elv, Komra	Hele feltet			Punktet ligger på feltgrensen før utløpet til Drevja
6 Ref	Liten bekk	Utenfor feltet, ikke påvirket av militær aktivitet			
10	Middels elv (del av Komra)	Bane 14, 15 og 16 der det benyttes håndvåpen, 12,7 og RFK		X pkt 5	

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

Elven Komra drenerer de områder av Drevjamoen hvor det er militær aktivitet. Elva ble prøvetatt ved skytefeltgrensen for å registrere eventuell transport av forurensning ut av feltet. Det er tatt prøve fra en elv utenfor feltet for å få et bilde av referansetilstanden.

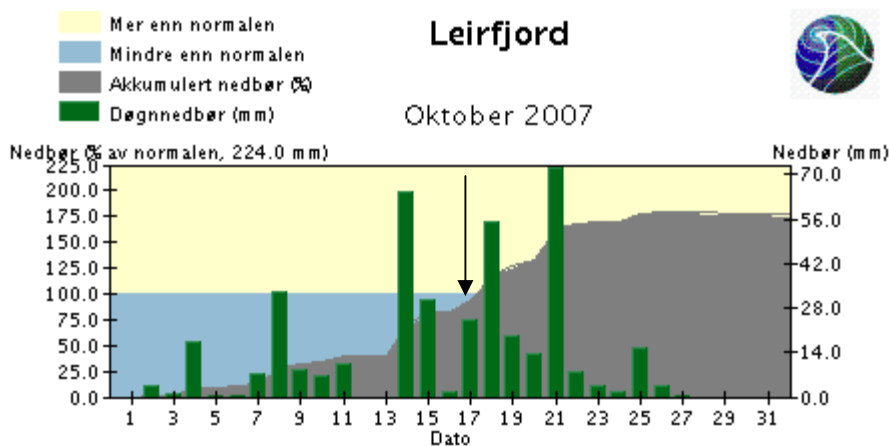
11.2.2 Nedbør og vanntransport

Beregnet normalavrenning fra feltet, som et snitt for perioden 1961-90, fremgår av Tabell 163. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

Tabell 163 Beregnet normalavrenning for Drevjamoen

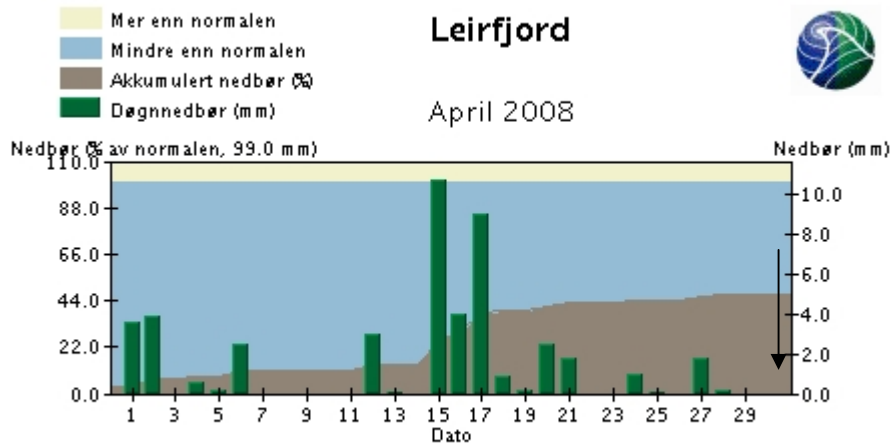
Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	2,12	79,49	168,52
2	0,53	52,24	27,73
3	0,21	43,33	9,13
5	16,45	54,15	890,98
6 Ref	0,83	56,27	46,78
10	12,88	58,07	747,71

For prøvetakningen i oktober 2007 viser nedbørsdata hentet fra www.met.no for Leirfjord, vest for Drevjamoen, at det i området rundt Drevjamoen falt lite nedbør tidlig i måneden, men at det i dagene rett før prøvetakningen falt relativt mye nedbør – dette året i form av regn.



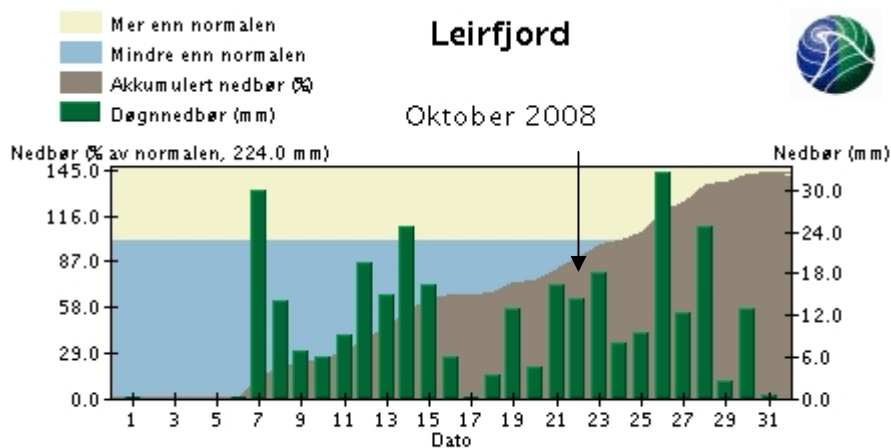
Figur 118 Nedbørsdata for Leirfjord, oktober 2007

For prøvetakningen i april 2008 viser nedbørsdata for Leirfjord at det i området rundt Drevjamoen falt en del nedbør i midten av måneden, men lite i ukene før prøvetaking.

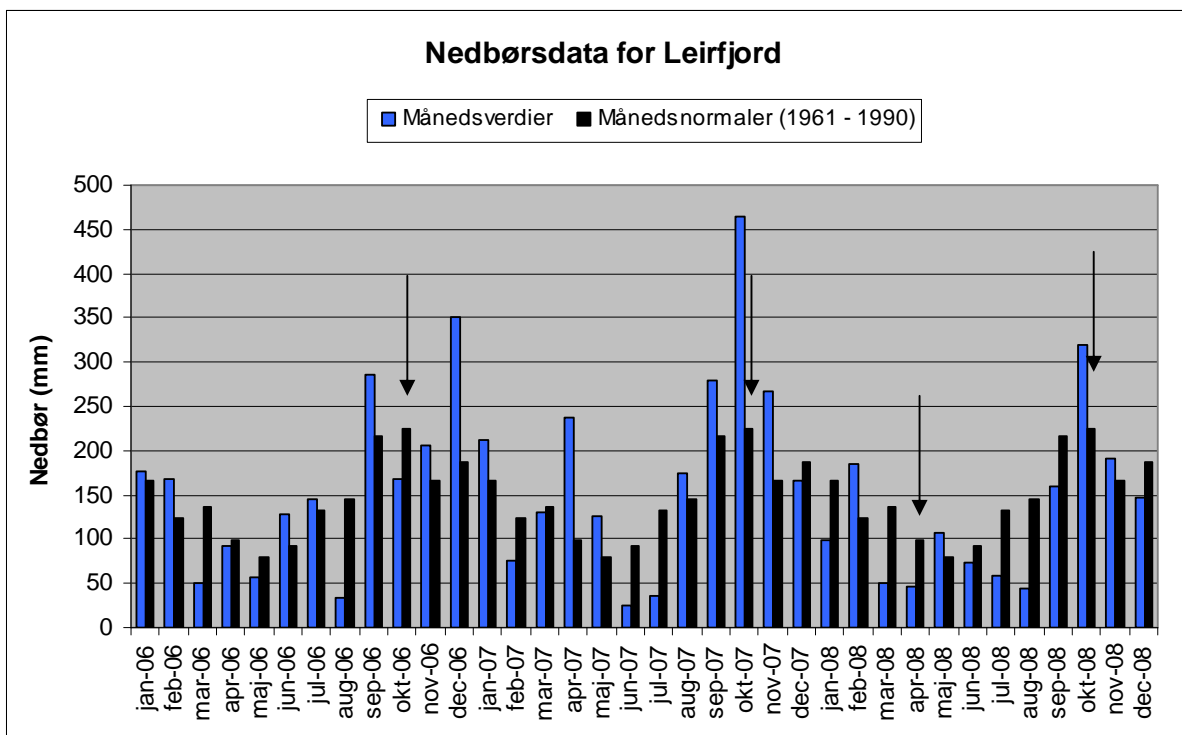


Figur 119 Nedbørsdata for Leirfjord, april 2008

For prøvetakningen i oktober 2008 viser nedbørsdata for Leirfjord at det i området rundt Drevjamoen falt relativt mye nedbør ukene før prøvetakningen falt relativt mye nedbør.



Figur 120 Nedbørsdata for Leirfjord, oktober 2008



Figur 121 Nedbørsdata for Leirfjord, månedsverdier 2006 – 2008 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Ved prøvetakingen ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene. Vannføringen ble vurdert til å være normal for årstiden og ble anslått til følgende nivåer:

Tabell 164 Estimert vannføring ved prøvepunktene for Drevjamoen fra oktober 2007 til oktober 2008.

Punkt	Vannføring		
	Oktober 2007	April 2008	Oktober 2008
1	Høy	Høy	Middels
2	Høy	Høy	Middels
3	Høy	Høy	Middels
5	Høy	Høy	Middels
6 Ref	Høy	Høy	Middels
10	Høy	Høy	Middels

11.2.3 Analyseresultater

Analyseresultatene fra første prøvetakningsrunde på Drevjamoen viser generelt meget lave konsentrasjoner av metaller i alle punkt. Det ble da ikke påvist metaller over de gitte deteksjonsgrenser og nivåene tilsvarer derfor tilstandsklasse I – II (ubetydelig – moderat forurenset) iht. SFTs veileder for klassifisering av ferskvann.

Videre ble det påvist en relativt god vannkvalitet (mht pH og jern) i vassdragene på Drevjamoen. Det er ved en inkurie hos analyselaboratoriet ikke analysert for TOC i første runde.

Ved andre prøvetakningsrunde ble det påvist til dels høye konsentrasjoner av metaller (bly, kobber og nikkel) tilsvarende tilstandsklasse IV og V, hvor det i forrige runde ikke ble påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen. De avvikene resultatene resulterte i en reanalyse av prøvene mht metaller, som ga enda mer sprikende resultater. Etter samtale med både prøvetaker og laboratorium kom det fram at prøvene inneholdt mye partikler. Partiklene har kommet med enten ved at vannføringen i vassdraget har bidratt til oppvirvling av partikler (høy vannføring og mye regn i prøvetakningsperioden) eller at man har vært unøyaktig ved

selve prøvetakningen. Laboratoriet har pga mye tunge partikler hatt problemer med å få homogenisert prøvene og å ta ut en representativ delprøve. Partikler i vannprøver kan ha vesentlig innvirkning på resultatene avhengig av evt. forurensning som er knyttet til dem. Inhomogene prøver kan dermed gi ujevne resultater.

Det er nå gjennomført fire prøvetakinger på Drevjamoen.

Resultatene viser at referanseprøven (punkt 6 ref) bare inneholder metallkonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I – II.

I den 3. analyserunden var igjen alle konsentrasjoner bortsett fra én i tilstandsklasse I eller II. Unntaket var en analyse av kobber i punkt 3 med konsentrasjon så vidt over grensen til tilstandsklasse V.

I analyserunde 4 er det i punkt 10 er påvist konsentrasjoner av bly, kobber, krom, nikkel og sink tilsvarende tilstandsklasse I – V. Punkt 5 ligger nedstrøms punkt 10 og her er det påvist konsentrasjoner av bly, kobber, krom og nikkel tilsvarende tilstandsklasse I – IV. I punktene 2 og 3 er det påvist konsentrasjoner av bly og kobber i tilstandsklasse III.

Om analyseresultatene oppsummeres på tvers av prøvetakingstidspunktene, fremgår det at det i punkt 1 er registrert 2 konsentrasjoner av bly i tilstandsklasse III, i punkt 2 er det én konsentrasjon av kobber i tilstandsklasse III, i punkt 3 er det 2 analyser av kobber i tilstandsklasse IV og én i tilstandsklasse III, og i punkt 5 er det 1 analyse av kobber i tilstandsklasse IV og én i tilstandsklasse III. I punkt 10, lengre ned i Komra, men fortsatt inne i feltet, er det målt flere konsentrasjoner av både bly, kobber, nikkel og sink i tilstandsklassene III - IV.

Det er ikke påvist hvitt fosfor over den gitte deteksjonsgrense.

11.2.4 Forurensingssituasjon

Det ble i utgangspunktet ikke påvist forurensning av miljømessig betydning i vassdragene på Drevjamoen skyte- og øvingsfelt. Dette er i tråd med resultater fra tidligere undersøkelser gjennomført av NIVA.

Andre prøvetakningsrunde viser langt høyere konsentrasjoner, opp mot meget sterkt forurenset (tilstandsklasse V) for enkelte metaller, og mer sprikende resultater. 4. prøvetakingsrunde har også høyere konsentrasjoner. Variasjonene i metallinnhold mellom analyserundene samvarierer med TOC-konsentrasjonen. I andre prøverunde var også partikkelinnholdet høyt. Det er ingen rapport om dette for 4. runde. Det er usikkert om dette er en reell forurensingssituasjon på Drevjamoen ved kraftig nedbør og høy vannføring, eller om dette skyldes selve prøvetakningen.

Oppfølgende prøvetaking viser at prøven tatt i elven Komra inne på feltet inneholder varierende mengder av bly, kobber, krom, nikkel og sink tilsvarende ubetydelig – meget sterkt forurenset. Denne forurensningen gjenspeiles også i punkt 5 som er tatt der Komra forlater skytefeltgrensen. Selv om det er lavere konsentrasjoner av metallene ved skytefeltgrensen (ubetydelig – sterkt forurenset), viser det likevel at det transporteres metaller ut av feltet. De høye forurensningene ser ut til å samsvare med høyt TOC-innhold i vannet.

Forurensingssituasjonen ved punktene 1 – 3 ser ut til å være noe mer varierende mht type og mengde forurensning.

Tabell 165 viser beregnet årlig utlekking av antimon, bly, kobber og sink i de punktene som representerer avrenning ut i fra feltet. Beregningen viser en tydelig utlekking av bly, kobber og sink.

Tabell 165 Beregnet årlig utlekking fra Drevjamoen, 2006-2008.

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
5		21,91	70,41	123,63
3 Ref			1,27	4,61

Resultatene fra det punktet som representerer avrenningen fra skytefeltet (punkt 5), er i Tabell 166 vurdert opp mot tilstandsklasser som relaterer seg til hvordan ulike nivåer av metaller påvirker biota. Tabellen viser at avrenningen fra Drevjamoen har en meget lav – lav biologisk effekt.

Tabell 166 Resultater for metaller fra Drevjamoen, 2006-2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon	Parameter	Enhet	5				
			24.10.06	17.10.07	reanalyse	30.04.08	22.10.08
	Bly, Pb	µg/l	<0,5	0,92	1,7	<0,6	0,73
	Kobber, Cu	µg/l	<1	3,3	5,3	1,1	2,3
	Sink, Zn	µg/l	<1	1,3	5,3	1,1	2,5

11.2.5 Konklusjon og anbefalinger

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 for å finne konkret kilde til denne forurensningen mht vurdering av tiltak og påfølgende overvåkning.

Forurensningssituasjonen ved de øvrige punkt varierer og overvåkingen anbefalers videreført.

11.3 Mjelde

11.3.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Mjelde ligger i Bodø kommune, Nordland fylke. Feltet har et areal på 35 daa (Forsvarsdepartementets nettsider).

Feltet benyttes til skyting mot bevegelige luftmål, mark og sjømål, hvor det skytes med RB-70, L70, kanon, 12,7 mm og 20 mm mitraljøse. Feltet brukes for tiden hovedsakelig av 132 luftving (LuftForsvaret) og sporadisk av HV14.

Området består hovedsakelig av en standplass på bart fjell/skjær hvorfra det skytes ut mot sjø. Det er ingen vannsystemer som drenerer området. Alt overflatevann vil renne over fjell/skjær og ut i sjø. (Figur 122).

Feltet ble befart av Forsvarsbygg og Sweco 14. november 2006.

11.3.2 Nedbør og vanntransport

Feltet har ingen overflateavrenning i vassdrag.

11.3.3 Analyseresultater

Analyseresultater foreligger ikke.

11.3.4 Forurensningssituasjon

Forurensningssituasjonen vurderes som uproblematisk. Avrenningen er liten og resipienten er god.

11.3.5 Konklusjon og anbefalinger

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



Figur 122 Mjelde skyte- og øvingsfelt

15 REFERANSER

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

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

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

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

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

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

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

Forsvarsdepartementets nettsider:

http://www.regjeringen.no/nb/dep/fd/tema/skyte- og_ovingsfelt.html?id=1110

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

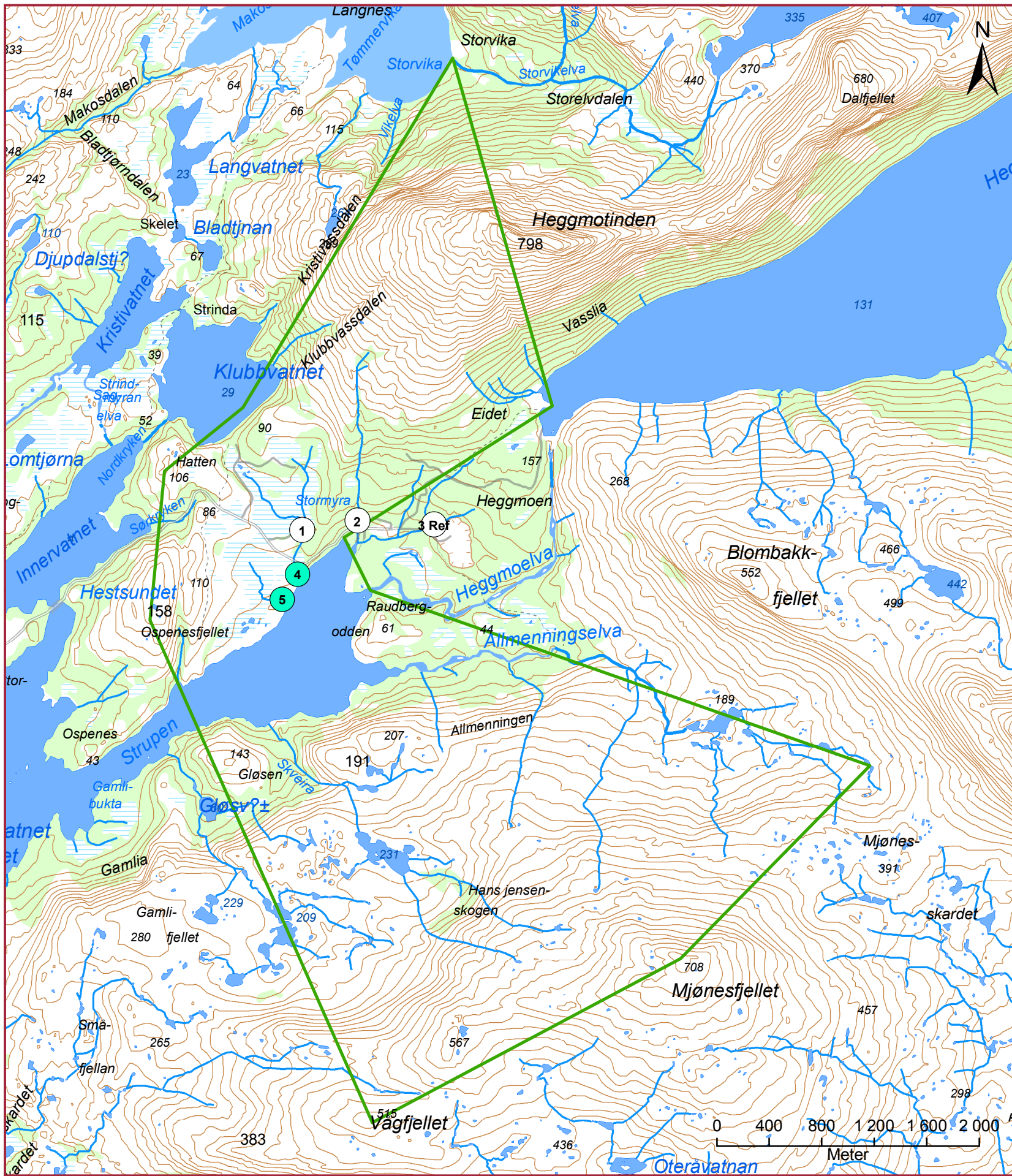
Scandiaconsult 2002: Konsekvensutredning, Forurensning av vann og grunn. Forsvarsbygg, Utbygning Østerdalen, juli 2002

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

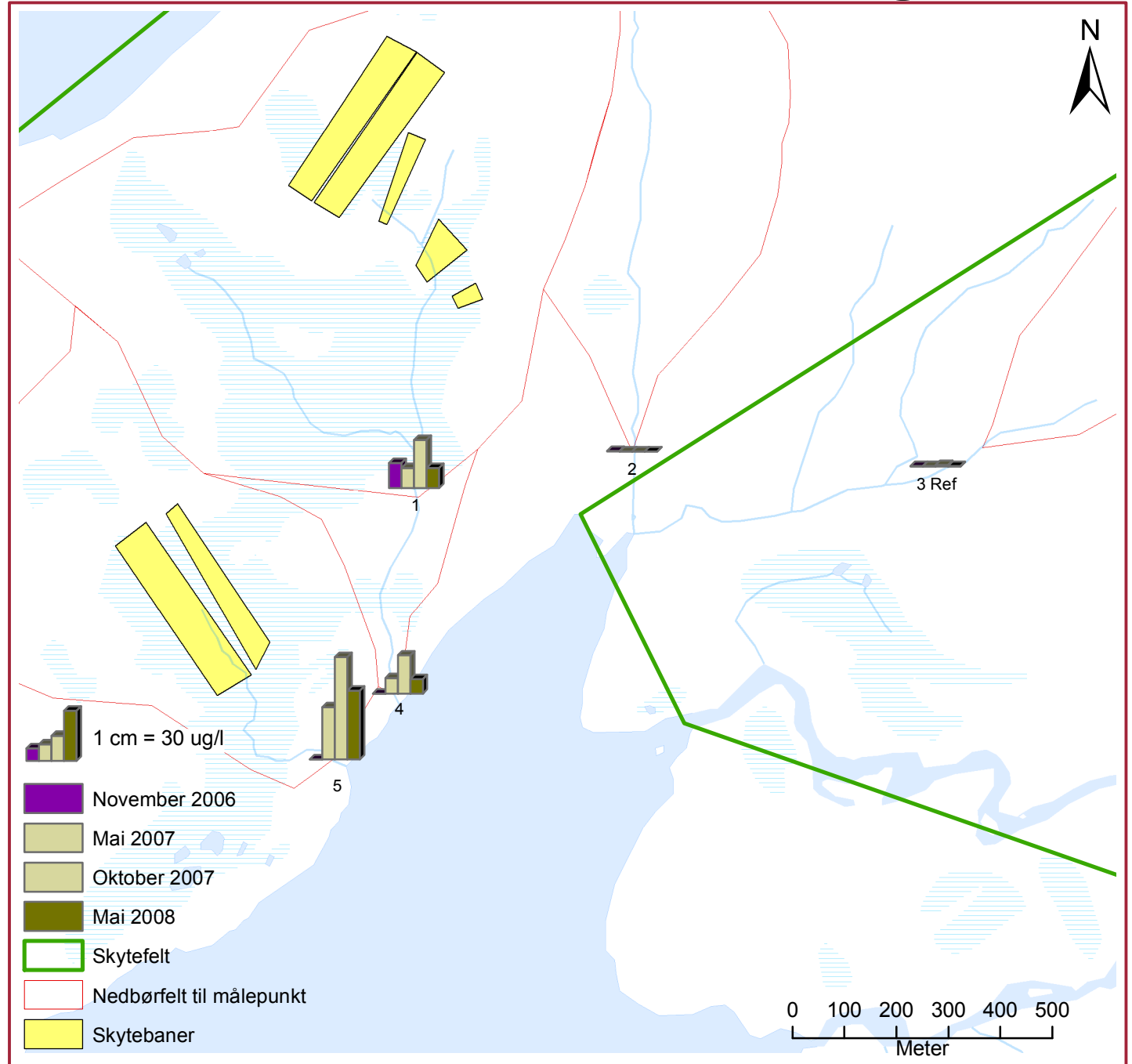
Poulsen, Atrh. O. 1964: Norges gruver og malmbeforekomster II, Nord Norge. NGU 204



- 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; Skitrek
- Lysløype
- Kraftlinje
- Jernbane

Heggemoen skytefelt

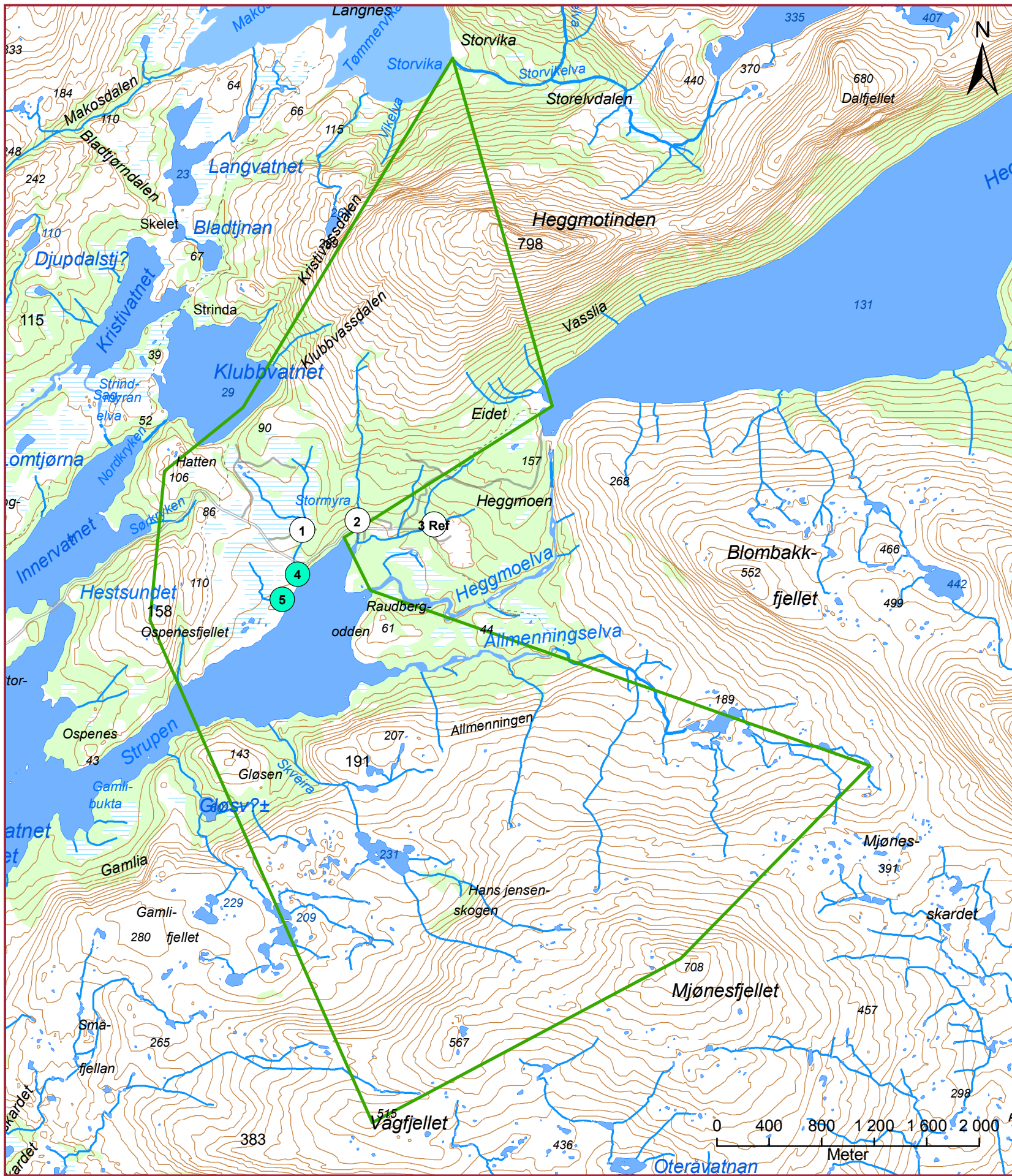
Bly



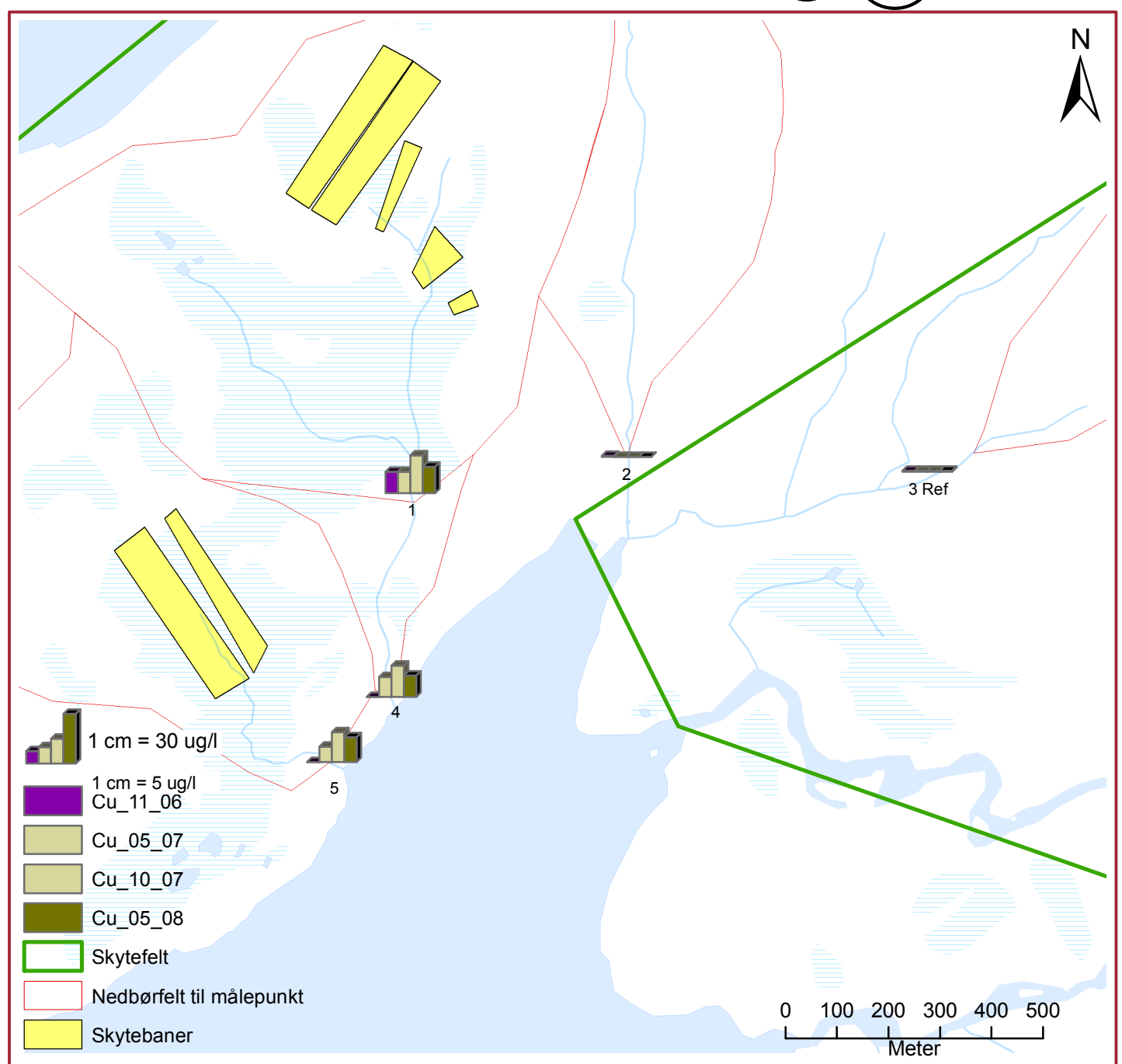
	Middelavrenning l/s	nov. 06 [ug/l]	mai. 07 [ug/l]	okt. 07 [ug/l]	mai. 08 [ug/l]
1	27	15	12	29	12
2	29	< 0.5			
3 Ref	4	< 0.5	< 0.5	0.94	< 0.6
4	29		9.3	23	8.8
5	12		31	61	41



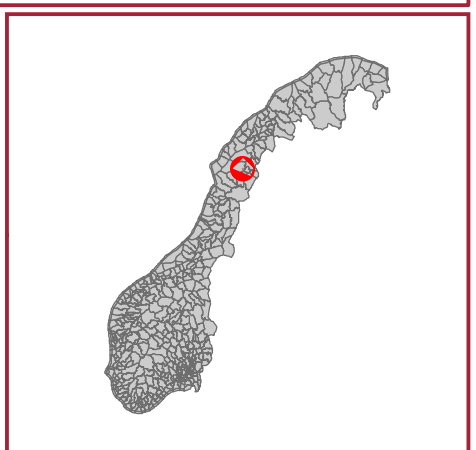
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



Heggemoen skytefelt Kobber



	Middelavrenning l/s	nov. 06 [ug/l]	mai. 07 [ug/l]	okt. 07 [ug/l]	mai. 08 [ug/l]
1	27	13	13	23	16
2	29	< 1			
3 Ref	4	< 1		< 1	< 1
4	29		12	19	13
5	12		9.2	18	15



- 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

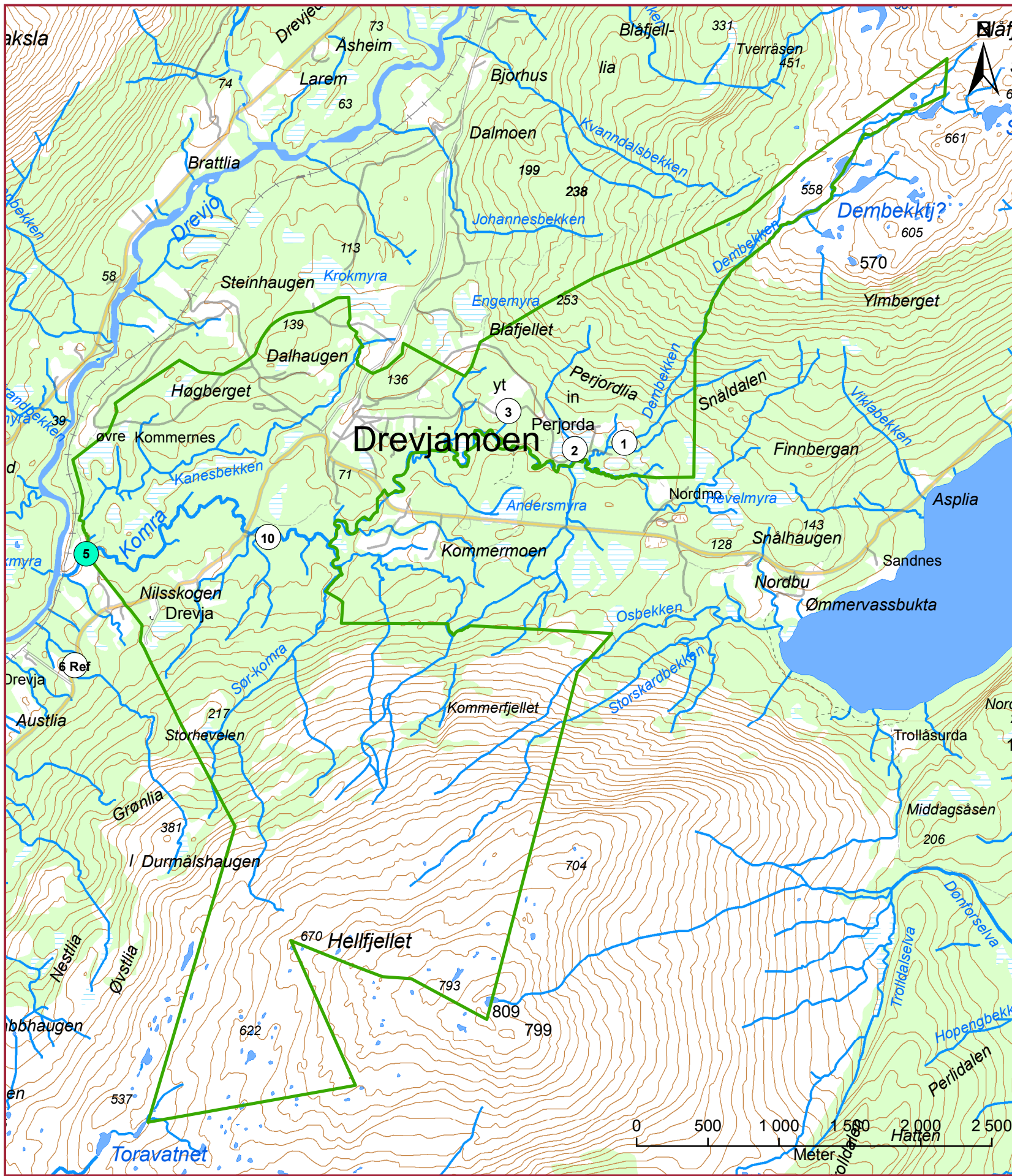
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Heggemoen, 2006 - 2008

Stasjon	Enhet	1				2	3 ref				4			5			6 - Vatnevatnet
		14.11.2006	02.05.2007	08.10.2007	27.05.2008	14.11.2006	14.11.2006	02.05.2007	08.10.2007	27.05.2008	02.05.2007	08.10.2007	27.05.2008	02.05.2007	08.10.2007	27.05.2008	27.05.2008
Aluminium, Al	µg/l	150	110	230	180	170	300	360	440	359	120	210	190	110	190	210	55
Al, labilt	µg/l	i.a.	i.a.	i.a.	4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	22	i.a.	i.a.	1	i.a.	i.a.	2	3
Antimon, Sb	µg/l	1,7	1,6	2,7	1,6	<1	<1	<1	<1	<0,1	1,4	2,2	1,8	3,1	3,0	6,2	<0,1
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<0,5	<0,5	<1	0,54	<0,5	<1	<1
Bly Pb	mg/l	15	12	29	12	<0,5	<0,5	<0,5	0,94	<0,6*	9,3	23	8,8	31	61	41	<0,6*
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.
Jern Fe	mg/l	0,23	0,13	0,28	0,19	0,11	0,18	0,073	0,23	0,14	0,10	0,23	0,19	0,14	0,32	0,29	0,024
Kadmium Cd	µg/l	<1*	<0,1	<0,1	<0,05*	<1*	<1*	<0,1	<0,1	<0,05*	<0,1	<0,1	<0,05*	<0,1	<0,1	<0,05*	<0,05*
Kalsium, Ca	mg/l	0,67	i.a.	i.a.	1,2	0,27	i.a.	i.a.	i.a.	2,1	i.a.	i.a.	1,8	i.a.	i.a.	1,3	0,91
Kobber Cu	µg/l	13	13	23	16	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	12	19	13	9,2	18	15	<1*
Konduktivitet	mS/m	2,81	4,46	3,07	3,9	2,81	3,05	5,73	3,76	5	5,52	3,02	4,1	4,26	3,33	3,7	2,9
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<0,9*	<1*	<1*	<1*	<1*	<0,9*	<1*	<1*	<0,9*	<1*	<1*	<0,9*	<0,9*
Mangan Mn	µg/l	3,6	i.a.	3,3	5,5	1,5	1,5	i.a.	3,7	9,83	i.a.	2,6	3,4	i.a.	3,6	5,2	2,4
Nikkel Ni	µg/l	<1*	<1*	<1*	<0,6*	<1*	<1*	<1*	<1*	<0,6*	<1*	<1*	<0,6*	<1*	<1*	<0,6*	0,67
pH	ph	5,7	5,4	5,2	6,7	5,5	5,3	5,1	5,1	6,31	5,9	5,6	6,9	6,1	5,7	6,5	6,6
Sink Zn	µg/l	9,4	13	13	11	<5	<5	5,6	<5	<4	11	11	8,2	8,2	9,5	7,7	5,6
TOC	mg/l	7,9	4,5	i.a.	7,6	5,2	i.a.	3,8	i.a.	5,2	4,8	i.a.	6,5	5,0	i.a.	10,1	1,3

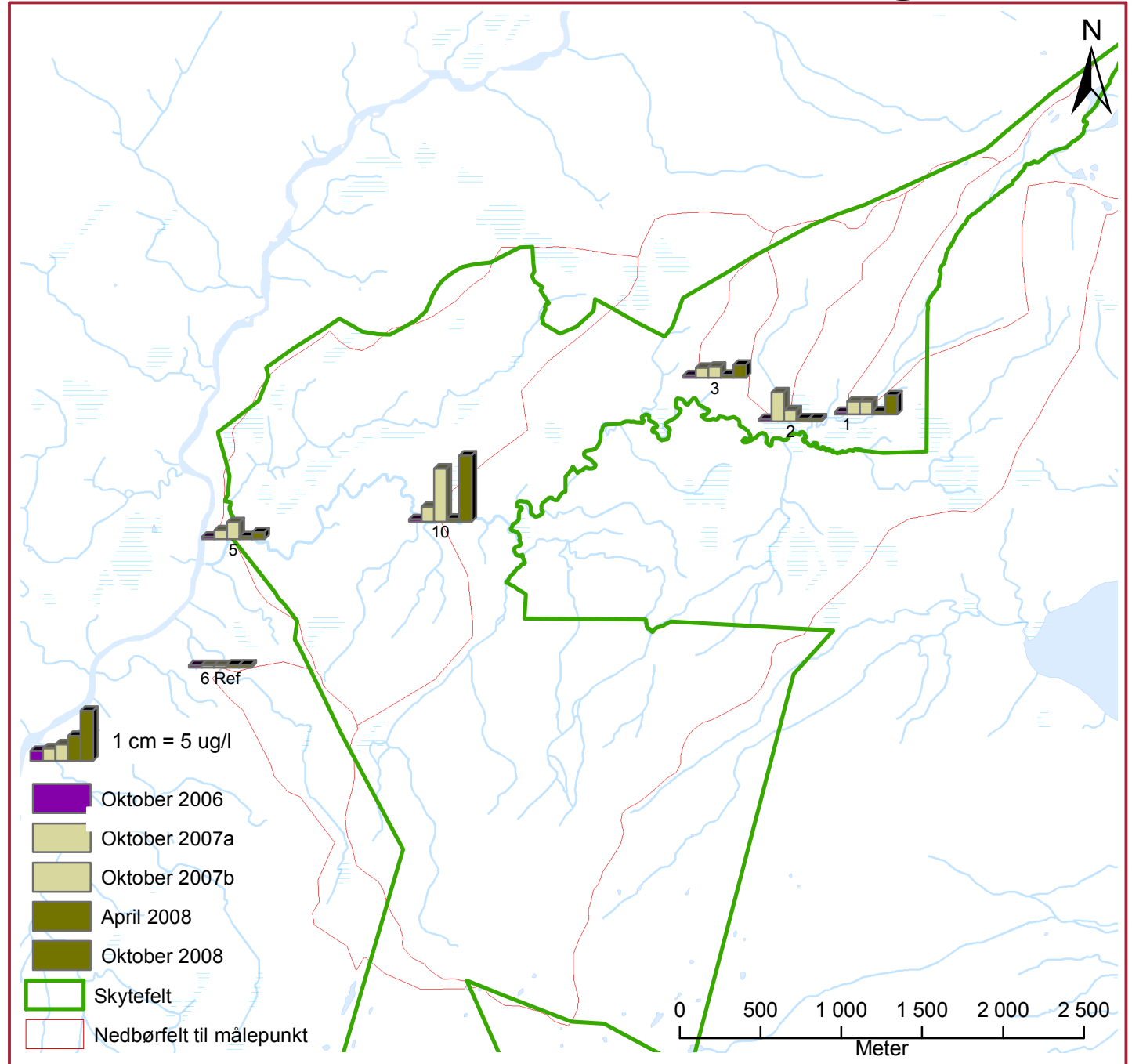
i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I



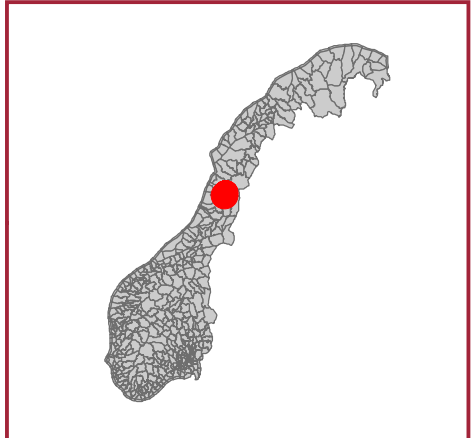
Drevjamoen skytefelt

Bly

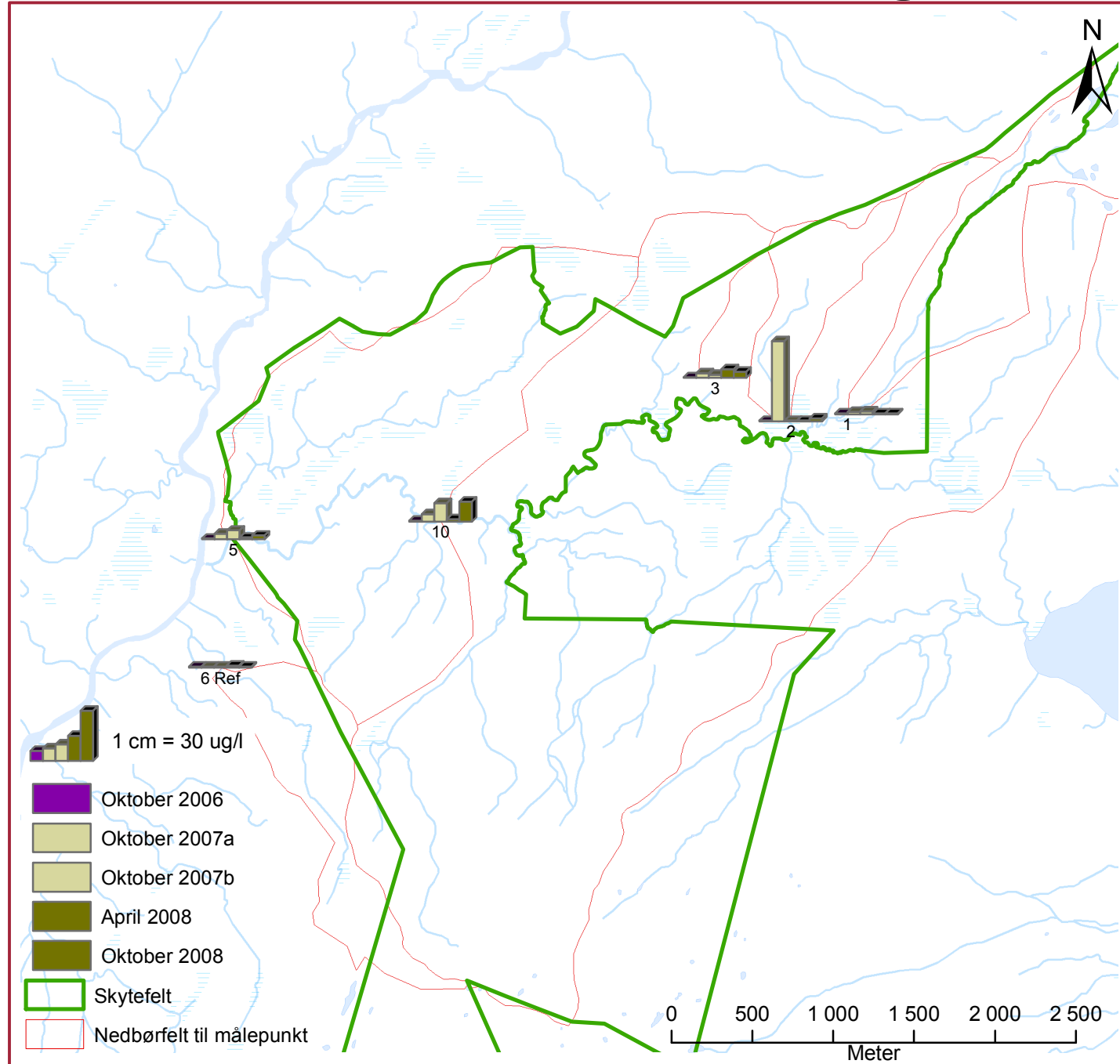


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

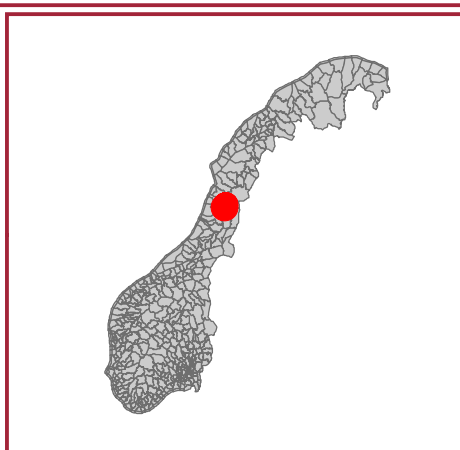
Middelavrenning l/s	okt. 06 [ug/l]	okt. 07 [ug/l]	okt. 07* [ug/l]	apr. 08 [ug/l]	okt. 08 [ug/l]
1	169	< 0.5	1.3	1.3	< 0.6
2	28	< 0.5	2.9	1.1	< 0.6
3	9	< 0.5	1.0	1.1	< 0.6
5	891	< 0.5	0.92	1.7	< 0.6
6 Ref	47	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.6
10	748	< 0.5	1.5	5.3	< 0.6



Drevjamoen skytefelt Kobber



Middelavrenning l/s	okt. 06 [ug/l]	okt. 07 [ug/l]	okt. 07* [ug/l]	apr. 08 [ug/l]	okt. 08 [ug/l]
1	169	< 1	1.4	1.7	< 1
2	28	< 1	48	< 1	1.9
3	9	< 1	2.8	2.0	5.2
5	891	< 1	3.3	5.3	1.1
6 Ref	47	< 1	< 1	< 1	1.2
10	748	< 1	4.4	11	1.5



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

* Reanalyse

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Drevajemoen, 2006 - 2007

Stasjon		1					2					3				
Parameter	Enhet	24.10.2006	17.10.2007	reanalyse **	30.04.2008	22.10.2008	24.10.2006	17.10.2007	reanalyse **	30.04.2008	22.10.2008	24.10.2006	17.10.2007	reanalyse **	30.04.2008	22.10.2008
Aluminium, Al	µg/l	22	95	160	69	99	11	99	170	i.a.	75,1	14	150	190	i.a.	431
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<0,1	0,191	<1	<1	<1	0,17	0,36	<1	<1	<1	0,15	0,40
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
Bly, Pb	µg/l	<0,5	1,3	1,3	<0,6*	1,9	<0,5	2,9	1,1	<0,6*	<0,6*	<0,5	1,0	1,1	<0,6*	1,3
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.
Jern Fe	mg/l	<0,010	0,041	0,10	0,022	0,043	0,031	0,076	0,16	0,041	0,11	0,012	0,23	0,31	0,11	0,61
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,05*	<0,05*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,05*	<0,05*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,05*	<0,05*
Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	3,5	3,4	5,3	4,0	i.a.	4,9	5,0	24	20	i.a.	26	26	23	22
Kobber Cu	µg/l	<1*	1,4	1,7	<1*	<1*	<1*	48	<1*	<1*	1,9	<1*	2,8	2,0	5,2	3,7
Konduktivitet	mS/m	4,71	3,57	i.a.	6,8	3,9	18,1	4,53	i.a.	14,3	12,2	20,9	15,3	i.a.	14,3	13,2
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<0,9*	<0,9*	<1*	<1*	<1*	<0,9*	<0,9*	<1*	<1*	<1*	<0,9*	<0,9*
Mangan Mn	µg/l	<1	1,2	2,7	1,2	1,1	1,9	2,5	4,4	1,4	4,1	<1	31	25	12	23
Nikkel Ni	µg/l	<1*	<1*	<1*	<0,6*	<0,6*	<1*	<1*	<1*	<0,6*	<0,6*	<1*	<1*	<1*	<0,6*	1,1
pH	ph	7,1	6,6	i.a.	7,4	6,6	7,9	6,8	i.a.	8,1	7,5	8,1	7,5	i.a.	8,12	7,6
Sink Zn	µg/l	4,2	<5	<5	<4	<4	<5	32	<5	<4	<4	<5	<5	<5	<4	4,6
TOC	mg/l	i.a.	2,4	i.a.	1,0	2,9	i.a.	3,5	i.a.	0,80	3,0	i.a.	3,5	i.a.	1,0	4,2

Stasjon		5					6 ref					10				
Parameter	Enhet	24.10.2006	17.10.2007	reanalyse **	30.04.2008	22.10.2008	24.10.2006	17.10.2007	reanalyse **	30.04.2008	22.10.2008	24.10.2006	17.10.2007	reanalyse **	30.04.2008	22.10.2008
Aluminium, Al	µg/l	11	730	3200	i.a.	972	110	230	230	i.a.	285	110	1400	8400	i.a.	9240
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<0,1	<0,1	<1	<1	<1	<0,1	<0,1	<1	<1	<1	<0,1	0,12
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	2,4	<1	3,0
Bly, Pb	µg/l	<0,5	0,92	1,7	<0,6*	0,73	<0,5	<0,5	<0,5	<0,6*	<0,6*	<0,5	1,5	5,3	<0,6*	6,6
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,01	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.
Jern Fe	mg/l	0,2	0,92	4,2	0,73	1,3	0,13	0,25	0,27	0,12	0,33	0,22	1,6	12	0,56	12
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,05*	<0,05*	<0,1*	<0,1	<0,1*	<0,05*	<0,05*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,05*	<0,05*
Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	5,0	5,7	5,9	6,2	i.a.	0,6	0,47	1,4	0,74	i.a.	3,6	5,0	6,0	5,0
Kobber Cu	µg/l	<1*	3,3	5,3	1,1	2,3	<1*	<1*	<1*	1,2	<1*	<1*	4,4	11	1,5	12
Konduktivitet	mS/m	13,2	4,64	i.a.	5,9	5,4	3,52	2,4	i.a.	3	2,6	9,6	4,51	i.a.	5,9	3,6
Krom Cr	µg/l	<1*	1,2	2,9	1,0	2,0	<1*	<1*	<1*	<0,9*	<0,9*	<1*	2,6	2,6	<0,9*	19
Mangan Mn	µg/l	12	25	71	17	22	4,3	7,9	8,6	8,1	11,0	9,6	23	180	17	185
Nikkel Ni	µg/l	<1*	1,3	5,3	1,1	2,5	1,0	<1*	<1*	0,61	<0,6*	1	2,9	16	0,66	14
pH	ph	7,7	7,1	i.a.	7,53	6,94	6,6	6,2	i.a.	6,35	5,03	7,3	6,7	i.a.	7,48	6,3
Sink Zn	µg/l	<5	<5	13	<4	<4	<5	<5	<5	6,1	<4	<5	5,4	31	<4	29
TOC	mg/l	i.a.	5,4	i.a.	2,0	5,7	i.a.	5,6	i.a.	2,4	7,1	i.a.	8,7	i.a.	1,9	8,3

i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

** Prøvene tatt 17.10.2007 inneholdt mye tunge partikler, det var derfor vanskelig å homogenisere prøvene og ta ut en representativ delprøve til analyse. Det ble kjørt en reanalyse på prøvene. Resultatene er sprikende.