



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.:	Dato:
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	Hauersetser	2007	Avslutte
Oslofjord	Sessvollmoen/Trandum	2007	Avslutte
Oslofjord	Heistadmoen	2007	Overvåkning
Oslofjord	Rygge	2007	Overvåkning
Østlandet	Terningmoen	2006 - 2007	Overvåkning
Østlandet	Lieslia	2007 - 2008	Overvåkning
Østlandet	Rødsmoen og Rena leir	2007	Overvåkning
Stavanger	Evjemoen	2006 - 2007	Tiltak/Overvåkning
Stavanger	Lista flystasjon/Marka	2007	Overvåkning
Stavanger	Vatneleiren	2007	Tiltak/Overvåkning
Stavanger	Vikesdalmoen	2007	Overvåkning
Stavanger	Sikveland/Jolifjell	2007	Overvåkning
Bergen	Mjølfjell og Brandsetdalen	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Remmedalen	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Korsnes fort	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Tittelsnes	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Bømoen	2007 - 2008	Avslutte
Bergen	Ulven	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Skjellanger fort	2006 - 2008	Overvåkning
Bergen	Kråkenesmarka	2007 - 2008	Overvåkning
Bergen	Øyridalen/Lærdal	2006	Overvåkning
Trøndelag	Setnesmoen	2008	Overvåkning
Trøndelag	Valsfjord	2006	Overvåkning
Trøndelag	Haltdalen	2008	Overvåkning
Trøndelag	Giskås	2006 - 2007	Overvåkning
Trøndelag	Frigård	2007 - 2008	Overvåkning
Trøndelag	Leksdal	2006 - 2007	Overvåkning
Trøndelag	Hitra	2006	Utgikk
Trøndelag	Tarva/Karlsøy	2007	Overvåkning
Trøndelag	Vågan	2006	Avslutte
Bodø	Heggmoen	2006 - 2008	Tiltak/Overvåkning
Bodø	Drevja ekserserplass	2006 - 2008	Overvåkning
Bodø	Mjelde	2006	Avslutte
Hålogaland	Ramnes/Biskaya	2006 - 2007	Overvåkning
Hålogaland	Trondenes	2006 - 2007	Overvåkning
Hålogaland	Storvassbotn/Sørlimarka	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Elvegårdsmoen	2006 - 2008	Overvåkning
Midt-Troms	Setermoen	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Blåtind	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Mauken	2006 - 2007	Overvåkning
Midt-Troms	Bardufoss		
Midt-Troms	sentralskytebane	2006 - 2007	Overvåkning
Finnmark	Porsangmoen/Halkavarre	2006 - 2007	Overvåkning
Finnmark	Høybuktkmoen	2006 - 2008	Overvåkning

Felt med behov for tiltak i tillegg til overvåkning

Forklaring på tilstandsklasser for ferskvann finnes i Tabell 5.

MO Oslofjord Steinsjøfeltet

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

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

Regimentsmyra

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

MO Stavanger Evjemoen

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

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

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

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

Vatneleiren

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

MO Bodø

Heggmoen

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

Felt med behov for overvåking

MO Oslofjord

Hengsvann

Det er fortsatt funnet meget sterk forurensning (tilstandsklasse V) av bly og kobber fra skytebane 5 og 6 øverst i Brånebekken. Forurensningen ser ut til å avta nedover i vassdraget. Dette kan skyldes fortykning ved innblanding av vann fra 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 beskjeden, anbefales det at overvåkingen fortsetter. Dette vil også være i tråd med tillatelse gitt av Fylkesmennene i Østfold for Rygge flystasjon. Siden Rygge nå er underlagt konsesjon, anbefales det at overvåkingen av banene på Rygge overføres til det generelle overvåkingsprogrammet som er knyttet opp til konsesjonen.

MO Østlandet

Terningmoen

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

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

Lieslia

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

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

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

Rødsmoen og Rena leir

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

Det er tatt prøver oppstrøms og nedstrøms alle skytebaner på Rødsmoen og Rena Leir. Her er det funnet høye konsentrasjoner av bly, kobber og antimon. Konsentrasjonene av metaller i avrenningen fra enkelte skytebaner i Rødsmoen er økt i 2007 i forhold til tidligere (Forsvarsbygg, 2007). Det er sannsynlig at mekaniske forstyrrelser (graving m.m.) har medført økning i utlekking av metaller. Denne overvåkingen er et ledd i 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 forurenset av kobber og kanskje også av bly. Selv om resipienten er god anbefales det videre overvåking.

Haltdalen

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

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

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

Giskås

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

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

Frigård

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

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

Leksdal

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

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

Tarva/Karlsøy

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

MO Bodø

Drevjamoen ekserserplass

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

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

Forurensningssituasjonen ved de øvrige punkt varierer og overvåkingen anbefales videreført.

MO Hålogaland

Ramnes/Biskaya

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

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

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

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

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

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

MO Midt-Troms Elvegårdsmoen

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

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

Mauken

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

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

Bardufoss

Det er påvist forurensinger 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 befaring 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 befaringen av Forsvarsbygg og Sweco (2006) gjort en vurdering om ikke å ta prøver på dette feltet.

Felt som gikk ut av program grunnforurensning

MO Trøndelag Hitra

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

Felt som er overtatt av Skifte eiendom

MO Bergen Bømoen

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

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

Samlet årlig utlekking

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

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

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

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

Innholdsfortegnelse

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

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

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

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

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

11.2.3	Analyseresultater.....	209
11.2.4	Forurensingssituasjon	210
11.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	211
11.3	Mjelde.....	211
11.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	211
11.3.2	Nedbør og vanntransport	211
11.3.3	Analyseresultater.....	212
11.3.4	Forurensingssituasjon.....	212
11.3.5	Konklusjon og anbefalinger.....	212
12	Markedsområde Hålogaland.....	213
12.1	Ramnes/Biskaia	213
12.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	213
12.1.2	Nedbør og vanntransport	214
12.1.3	Analyseresultater.....	216
12.1.4	Forurensingssituasjon	217
12.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	218
12.2	Sørlimarka (Storvassbotn)	218
12.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	218
12.2.2	Nedbør og vanntransport	219
12.2.3	Analyseresultater.....	221
12.2.4	Forurensingssituasjon	222
12.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	223
12.3	Trondenes	223
12.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	223
12.3.2	Nedbørmålinger 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

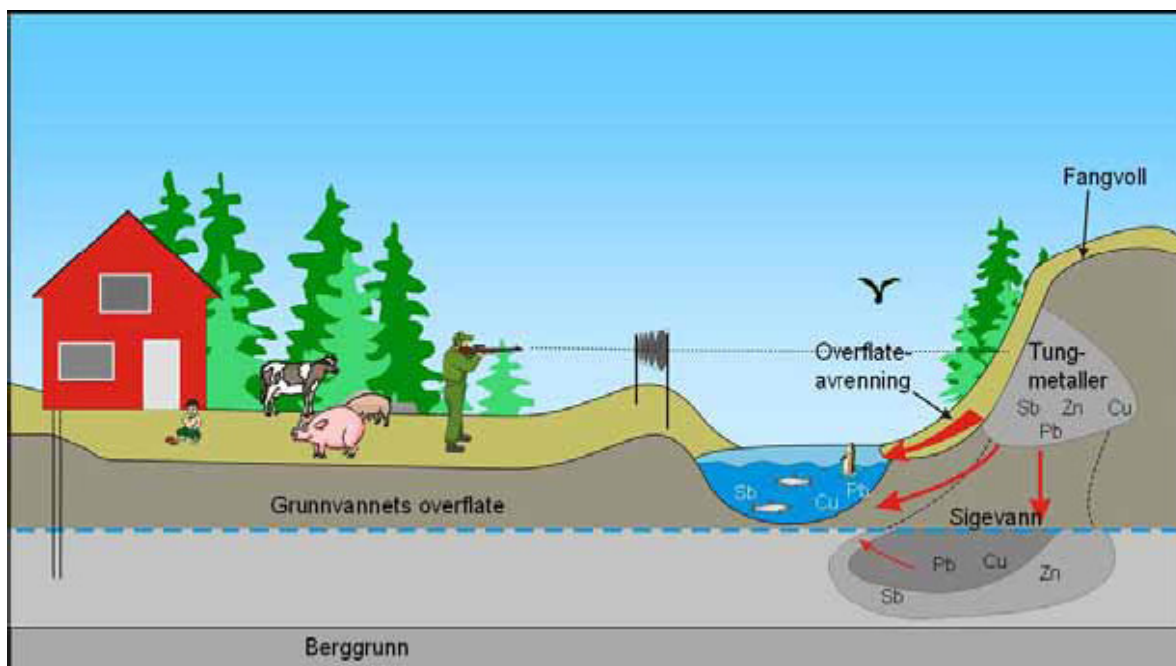
2.1 Bakgrunn

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 prøvetakingspersonell har dette ikke alltid latt seg gjøre.

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

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

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

3.3 Kjemiske analyser

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

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

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

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

3.4 Begrepsavklaring vedrørende bekk og elv

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

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

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

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

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

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

3.5 Vanntransport, nedbør og beregning av utlekking,

Utgangspunktet for vanntransportberegningene er arealet på målepunktene nedbørfelt. Avrenning er beregnet som et snitt for perioden 1961-90, og er gitt som l/s pr km². Feltarealer er tatt ut fra kart, N50, og spesifikk avrenning er beregnet ut fra NVEs digitale avrenningskart for perioden 1961-1990. Utlekkingsberegningene er basert på årlig gjennomsnittlig vannføring, og tar ikke hensyn til variasjoner av vannføring over året. Beregning av avrenning viser hvor mye som renner av feltet, og tar hensyn til magasinering i feltet, og eventuell fordamping før vannet havner i elva eller annen resipient.

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

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

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

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

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

3.6 Symbolisering i kart

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

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

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

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

* Verdi som må defineres i kartprogrammet for å lage skalaen

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

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

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

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

4 Prøvetakingsparametre

4.1 Tungmetaller og antimon

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

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

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

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

4.1.1 Metaller og toksisitet

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

Kobber er et essensielt element som kan akkumuleres i organismer, men det oppkonsentreres (biomagnifiseres) ikke i næringskjeden. Kobber er nødvendig for organismenes livsfunksjoner, men et overskudd av kobber kan være giftig. Giftigheten er især avhengig av tilstandsform (spesiering) av metallene. I tillegg er ofte interaksjonen mellom ulike metaller og organiske partikler viktig for opptak. Den potensielt giftige formen av kobber i vann utgjøres i hovedsak av Cu²⁺-ioner eller ioniserte hydroksider (Hylland, 2006).

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

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

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

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

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

4.2 Hvitt fosfor

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

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

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

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

4.3 Sprengstoffkjemikalier

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

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

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

Tabell 4 Parametere analysert på eksplosiver

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

4.4 Aluminium (Al)

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

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

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

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

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

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

4.5 Tilleggsparametere – TOC, pH, Fe og Mn

Surhetsgraden, eller pH-verdien, er et mål på hvorvidt vannet er surt eller basisk. Det som bestemmer hvorvidt en løsning er sur eller basisk er konsentrasjonen av H⁺-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 klassifiseringsystemet ble revidert i 1997, med klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann 97.04. I denne rapporten blir dataene sammenlignet med tilstandsklassene gitt i 97:04, som er "strengere" enn i klassifiseringen fra 1992. Dette medfører at det feilaktig kan se ut som om utlekkingen av metaller har økt i forhold til tidligere.

5.2 Grenseverdier for drikkevann

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

Tabell 6 Grenseverdier for drikkevann

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

5.3 Tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter

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

Tilstandsklasse I: Ingen effekt på biota/humant konsum

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

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

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

Tabell 7 Tilstandsklasser metaller i ferskvann relatert til biologiske effekter

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

5.4 Lavest biologisk risikonivå

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

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

Tabell 8 Grenseverdier for Lowest Biological Risk Level

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

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

5.5 Geologiske forhold

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

12 Markedsområde Hålogaland

12.1 Ramnes/Biskaia

12.1.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Ramnes/Biskaia ligger i Tjeldsund kommune, Nordland fylke. Feltet har vært i bruk siden 1904. Feltet ble bygget om i 2003, og har hatt dagens utforming siden. Feltet har et areal på 2.200 daa i følge opplysninger i Forsvarsdepartementets nettsiders.

Ramnes/Biskaia er et middels stort spesialfelt for sjøforsvaret, som er i meget aktivt bruk. I øvelsene inngår både bruk av håndvåpen samt pyrotekniske våpensystemer som for eksempel røykgranater. Det er også et forbrenningsområde, hvor det brennes av ammunisjonsrester. I dette inngår blant annet forbrenning av rødt fosfor. Rødt fosfor er inert og ikke farlig. Dette forbrenningsanlegget er rett oppstrøms prøvepunkt 2.

Berggrunnen består av diorittisk til granittisk gneis. Området er dekket av noe hav og fjordavsetning i SØ, og består ellers av bart fjell.

Det er registrert mutings-/utmålsområder for basemetaller nord og øst for skytefeltet, men avrenningen fra disse områdene drenerer ikke inn i skytefeltet. Berggrunnen for den østlige forekomsten består i det vesentlige av glimmergneis/glimmerskifer, metasandstein og amfibolitter. Forekomsten nord for skytefeltet er lokalisert i berggrunn som er identisk med den i skytefeltet.

Feltet ble prøvetatt av Sweco i juni, august og oktober 2006 og av Forsvarsbygg i juni og november 2007. Det var vanskelig å finne prøvepunkter med stor vannføring, da det er få bekker på området. Det er kun én bekk med en viss vannføring som renner ut av feltet (Mølnvikelva). En oversikt over prøvepunkter, beskrivelse, hva elvesystemene drenerer og evt. kommentarer/observasjoner er gitt i Tabell 167. Det har i dette feltet ikke vært mulig å finne et tilgjengelig referansepunkt. Et mulig referansepunkt for prøvepunkt 3 kan være bekken som renner ut av Ramnesvatnet (Mølnvikelva). Men i og med at forurensingskonsentrasjonene i utløpet av Mølnvikelva i punkt 3 her er lave, synes det ikke å være behov for referanse for dette punktet. For de andre prøvepunktene er det ikke referansepunkter. Ramnes er tidligere ikke overvåket av NIVA.

Som følge av at prosjektet kom i gang senere enn planlagt, var hoveddelen av snøsmeltinga over ved den første prøveserien. Snøsmeltingsprøven ble derfor tatt juni 2007.

Det ble av kapasitetsmessige årsaker ikke tatt prøver sensommeren 2007. Sweco tok prøvene i november 2007. Det ble i forbindelse med denne runden observert at det hadde blitt gjennomført en del gravearbeider i deler av skytefeltet, og enkelte baner var drenert i forbindelse med asfaltering av ny vei på feltet. Det var etablert en ny liten bekk i forbindelse med disse gravearbeidene. Det ble derfor etablert et nytt punkt 5 på Ramsund som drenerer utgravingene. Punkt 4 var tørt under prøvetakingen november 2007.

Tabell 167 Oversikt over prøvepunkter, Ramnes/Biskaia

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer/Våpen
1	Meget liten bekk nedstrøms myrområde	Bane 1 og 2			Banene benyttes til håndvåpen
2	Stillestående dam i myrområde	Avrenning fra forbrenningsanlegg for ammunisjon renner ut i denne dammen			Dammen brukes av reinsdyr i området som drikkevann
3	Liten bekk	Bane 7 og områder hvor det inngår bruk av sprengstoff inkludert pyroteknisk	S		relativt stor vannføring i denne bekken Håndvåpen pistol og AG-3
4	Liten bekk	Bane 9			Tørker ut om sommeren. Håndvåpen pistol og AG-3
5	Liten bekk	Drenerer bane 4 og 5			Nytt punkt etablert som følge av graving og drenering av baner. Håndvåpen pistol og AG-3

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

** S = sprengstoff

12.1.2 Nedbør og vanntransport

Nærmeste nedbørsmåler er på Liland i Evenes, som ikke er mer enn ca 2-3 km fra Ramnes. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

Ved prøvetakingen i 2007 ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene (Tabell 168).

Tabell 168 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Ramnes/Biskaia

Punkt	Vannføring	
	Juni	November
1	Middels	Middels
2	Middels	Islagt
3	Middels	Stor
4	Liten	Tørr
5	-	Middels

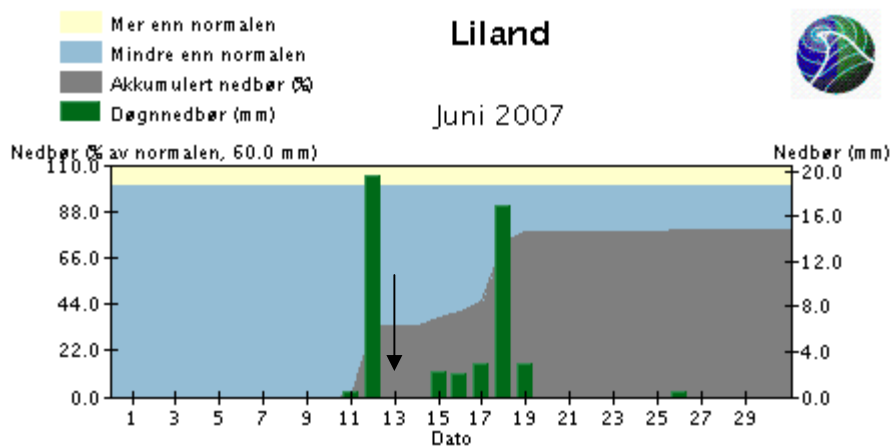
Prøvetakingen 15. juni 2006 ble gjennomført etter to forutgående nedbørsperioder, og med lett regn rett før prøvetaking.

Prøveserien 23. 2006 august ble tatt etter en relativt tørr periode. Det kommer frem av den grafiske fremstillingen i Figur 125 at det var svært lite nedbør i hele august.

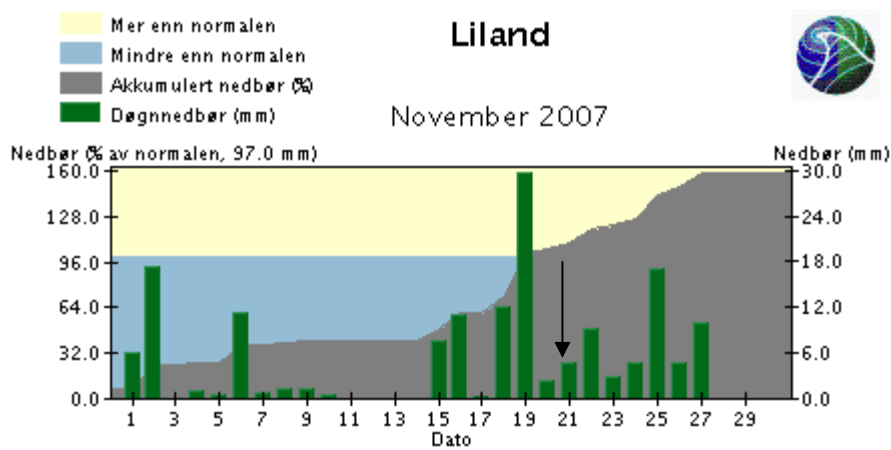
Ved prøvetakingen 24. oktober 2006 var det frost og snø. For prøvepunkt 1 og 2 var det is på overflaten, og det ble hugget hull i isen slik at det var mulig å få tatt prøve.

Ved prøvetakingen 13. juni 2007 hadde det vært relativt tørt forut prøvetakingen. Det hadde imidlertid regnet relativt kraftig dagen før.

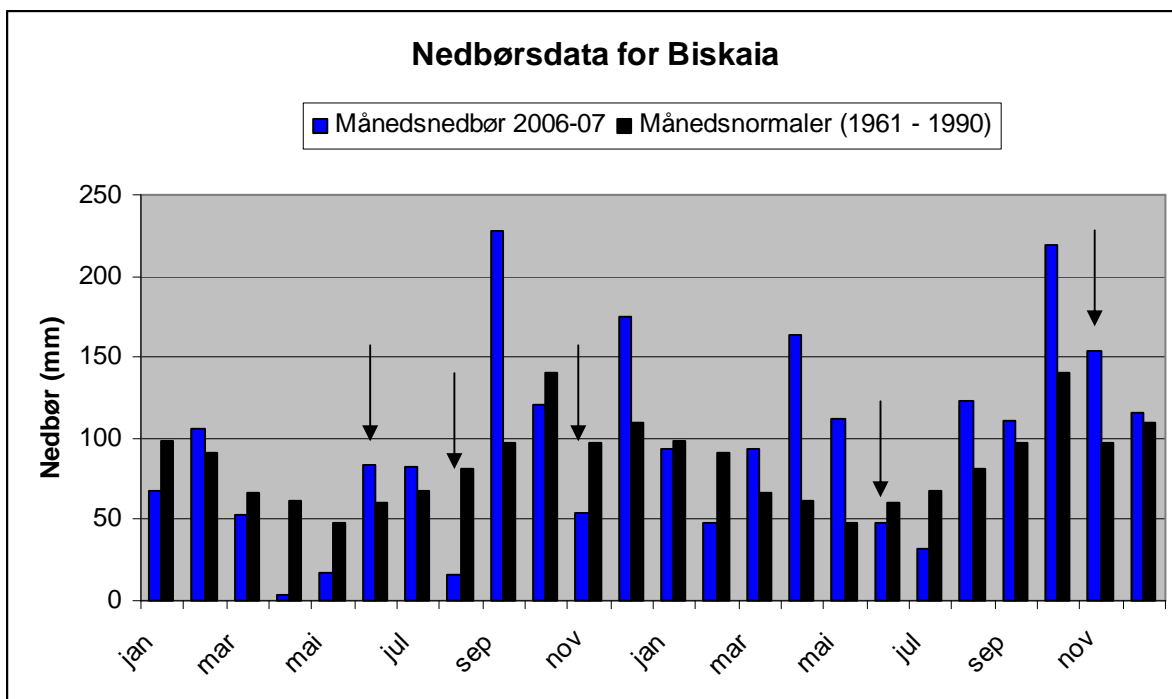
Det hadde regnet relativt kraftig i uka før prøvetakingen i november 2007, noe som medførte at vannføringen var noe større eller lik normalen.



Figur 123 Nedbørsdata for Ramsund (Liland), juni 2007



Figur 124 Nedbørsdata for Ramsund (Liland), november 2007



Figur 125 Nedbørsdata Biskaia, månedsverdier 2006 – 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Som det kommer frem av Figur 125, var det i 2006 tilnærmet normal nedbør i juni, men mai 2006 var svært tørr noe som førte til mindre vanntransport enn vanlig. Det var også relativt lite nedbør i november 2006. I 2007 var juni en normal måned, mens høsten (oktober og november) hadde relativt mye nedbør i forhold til normalt.

Normalavrenningen fra feltet fremgår av Tabell 169.

Tabell 169 Beregnet normalavrenning for Ramnes/Biskaia

Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	0,003	20,00	0,06
2	0,03	20,33	0,67
3	1,62	25,62	41,43
4	0,19	22,11	4,15

12.1.3 Analyseresultater

Forurensningskonsentrasjonene i punkt 1 er jevnt over relativt lave, bortsett fra kobberkonsentrasjonene, som frem til og med juni 2007 har vært tilsvarende tilstandsklasse IV - sterkt forurensset. Prøven i november 2007 har imidlertid konsentrasjoner under deteksjonsgrensen.

Konsentrasjonene i punkt 2 har tidligere vært høye for bly og kobber (tilstandsklasse V i 2006). Resultatene fra 2007 viser en klar nedgang i konsentrasjoner av disse metallene og spesielt er nedgangen for blykonsentrasjonen i november 2007 markant og er nå tilstandsklasse II. Kobber er i tilstandsklasse III, men er en nedgang fra tilstandsklasse V og IV fra tidligere analyser.

I punkt 3 er konsentrasjonene jevnt over lave, bortsett fra at det ble påvist bly og kobber i tilstandsklasse III i juniprøvene 2006 og at det er registrert kvikksølv i tilstandsklasse V i august 2006. Prøven for analyse av kvikksølv ble tatt på egen flaske, og det er sannsynlig at

det har skjedd en forbyttning, og at det egentlig er punkt 2 som skulle hatt denne registreringen.

Alle de andre prøvene fra dette punktet har konsentrasjoner under deteksjonsgrensen eller i tilstandsklasse II. Det må derfor antas at det er de siste prøveseriene som representerer den generelle tilstanden i bekken. Det bemerkes at prøvene i juni 2006 ble tatt etter en forutgående tørkeperiode, hvilket kan ha påvirket resultatet ved at vannføringen er mindre og at man får mindre fortykning.

Ikke uventet er det i det nye punktet (punkt 5) som mottar avrenning fra baner i forbindelse med gravearbeider, påvist kobberkonsentrasjon i tilstandsklasse IV. Det er også funnet antimon i det samme punktet. Konsentrasjonen av kobber ligger på nivå med hva som tidligere er påvist i punkt 1, som nå for første gang har konsentrasjon under deteksjonsgrensen.

Det er analysert på hvitt fosfor og eksplosiver i prøvene fra punkt 3, bortsett fra den som ble tatt i november 2007, uten at disse stoffer påvist.

12.1.4 Forurensingssituasjon

Det synes å være en klar sammenheng mellom reduksjonen i konsentrasjonene i punkt 1 i november 2007 og registreringen i det nye punkt 5. Gravearbeidene i området medførte sannsynligvis at det vannet som tidligere rant ned mot punkt 1, nå blir drenert ned mot det nye punktet 5. Dette viser at man må være forsiktig med å gjennomføre gravearbeider på skyte og øvingsfelt før forurensningsnivået før graving er avklart.

Analyseresultatene viser ikke uventet at myrområdet som ligger nedstrøms området hvor det forbrennes ammunisjonsrester (punkt 2), har relativt høy konsentrasjon av tungmetaller. Dette prøvepunktet, som er en dam, drenerer også en del baner hvor det foregår skyting. Dammen har ingen konsentrert overflateavrenning. Vannprøvene hadde relativt mye partikler. Konsentrasjonen av aluminium ligger langt over drikkevannsforskriftens grenseverdi, mens antimonkonsentrasjonen er lavere enn grenseverdien. Denne dammen brukes av beitende dyr som drikkevann. Aluminiumsverdiene er sannsynligvis relatert til partukkulært bundet aluminium.

Punkt 3 er det eneste punktet hvor det er beregnet utlekking av metaller som vist i Tabell 170. Tabellen viser liten avrenning av metaller, og det er resultatene fra juni 2006 som slår ut, siden konsentrasjonen av parameterne som inngår i beregningen da var høyere enn ved de tre resterende prøveseriene. Det er ikke beregnet avrenning for punkt 4, fordi det kun er én prøveserie fra dette punktet våren 2007. Fortynningen til resipienten (Ramsundet) vil være betydelig, slik at avrenning fra feltet vil ha liten innvirkning.

Tabell 170 Beregnet årlig utlekking fra Ramnes/Biskaia

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
3		2,26	1,10	4,02

Det er ikke funnet verdier som har negativ biologisk effekt i prøvene som renner ut av feltet i 2007. Vi har funnet det riktig å se bort fra resultatene fra 2006, siden tilstanden etter 15.06.06 har vært betydelig forbedret.

Tabell 171 Resultater for metaller fra Ramnes/Biskaia, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon	Parameter	Enhet	3	
			13.06.07	21.11.07
	Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5
	Kobber, Cu	µg/l	<1	1,2
	Sink, Zn	µg/l	<5	<5

12.1.5 Konklusjon og anbefalinger

Til tross for at det er påvist markert til meget sterk forurensing 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 kartlegges i 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.

12.2 Sørlimarka (Storvassbotn)

12.2.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Skytefeltet ligger i Harstad kommune og dekker et areal på 4,05 km². Dette er et middels stort felt hvor det for det meste inngår bruk av håndvåpen på skytebaner/standplasser, samt bruk av pyrotekniske våpensystemer. Området består mye av myrlendt terreng.

Berggrunnen består hovedsakelig av metasandstein/skifer og glimmergneis/glimmerskifer/-amfibolitt, samt innslag av fyllitt. Overdekket er tynn morene, samt torv og myr, ellers flekkvis bart fjell. Poulsen (1964) rapporterer om kobberforekomster sør og vest for skytefeltet (Salfjellet, Tverfjellet og Nilsslåtten). Evt. nåværende eller tidligere drift på berg- eller mineralforekomster innenfor skytefeltet er ikke kjent.

Det har vært prøvetatt i dette feltet siden 2002, i forbindelse med NIVAs overvåking av et utvalg av skytefelt. Feltet ble prøvetatt av Sweco i juni, august og oktober 2006 og av Forsvarsbygg i juni 2007. Det ble i utgangspunktet valgt å fortsette med de samme punktene som har vært brukt tidligere. Disse punktene ble prøvetatt i juni 2006.

I prøveserien fra august ble punkt 3 flyttet noe lenger vekk fra veien enn det som var tilfellet med punktet satt av NIVA. Dette er i henhold til reviderte prøvepunkter, som ble valgt i samarbeid med Forsvarsbygg. I augustserien ble det i tillegg tatt 3 prøver, fra punkter som ligger utenfor avgrensingsområdet for skytefeltet. Punkt 4 er en liten elv som renner ut av noen mindre vann, Småvatnan, som ligger delvis i kanten av og delvis inne i skytefeltet. Selve punktet ligger i utkanten av skytefeltet.

Prøvepunkt 5 er et punkt som drenerer store deler av skytefeltet og tar vann som renner ut av Furuvatnan og ut i Buttelvatnet. Dette punktet ble plukket ut til analyse også av sprengstoff da det er her evt. rester av sprengstoff vill renne ut. Selve punktet ligger utenfor selve skytefeltet. Prøvepunkt 6 er et punkt som ligger et stykke utenfor selve skytefeltet og tar vann som renner ut fra mindre vann (Hanshammarvatnet). Punktets er referansepunkt for området.

Tabell 172 Oversikt over prøvepunkter, Sørlimarka

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Stor bekk	bane A1		X stasjon 1	
2	Middels bekk	bane A3		X stasjon 2	nedstrøms myrområde
3	Meget liten bekk/myr	renner gjennom bane B5/B6		X stasjon 3	Det skytes her med håndvåpen på faste mål i ytterkant felt, ikke prøvetatt i juni 06
4	Stor bekk	sørlige del av feltet, ingen spesiell bane			
5	Stor bekk	nordlige del av feltet og baner her	S		Samler opp alt fra feltet, ikke prøvetatt i juni 06
6 ref	Liten bekk	punkt oppstrøms feltet og renner både inn i og utenfor feltet			Referansepunkt, ikke prøvetatt i juni 06. Bekk med liten vannføring

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

** S = sprengstoff

Prøvepunkt 3 vil også kunne representere det som renner ut fra feltet fra renner gjennom banene B5 og B6. Dette er men meget liten bekk som drenerer fra et myrområde. Vannføringen er meget liten. Det er gjort beregning av utlekking fra dette punktet. Prøvepunkt 4 går helt i skytefeltgrensa og drenerer fra fremste Småvatnan. Det renner inn elver der som drenerer de sørlige delene av feltet. Disse renner både inn i Inste og Fremste Småvatnan. Det er ingen etablerte skytebaner i de områdene disse elvene drenerer. Fortynningen i de to nevnte vannene (som delvis ligger utenfor skytefeltgrensen) vil være relativt stor. Det vil derfor ikke være hensiktsmessig å beregne utlekking fra dette punktet.

12.2.2 Nedbør og vanntransport

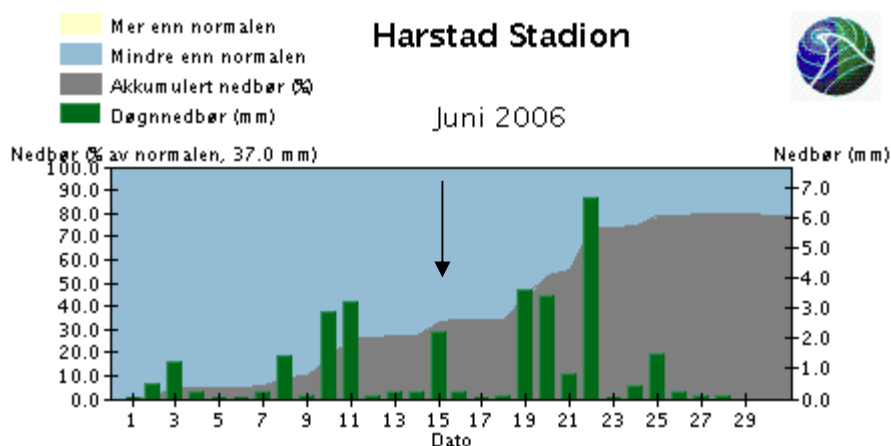
Nærmeste nedbørsmåler er på Harstad stadion, som ikke er langt unna Sørlimarka. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

Årsmiddelavrenningen (1961-90) for de enkelte punktene er gitt i Tabell 173.

Tabell 173 Beregnet årsmiddelavrenning for Sørlimarka

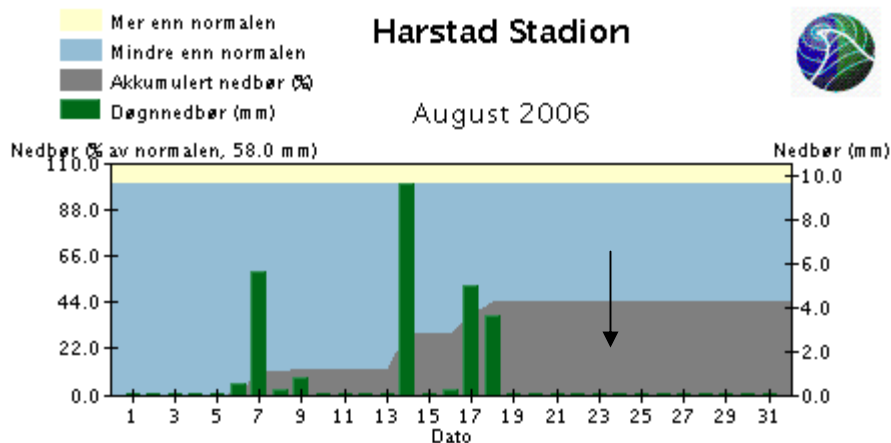
Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	3,18	34,40	109,43
2	2,74	35,40	96,88
3	0,37	31,44	11,53
4	3,14	33,90	106,37
5	4,25	32,59	138,55
6 Ref	0,49	31,60	15,61

Prøver ble tatt den 15. juni etter to forutgående nedbørsperioder. Det hadde også regnet lett rett før prøvetaking. Nebbørsdata for juni fremgår av Figur 126.



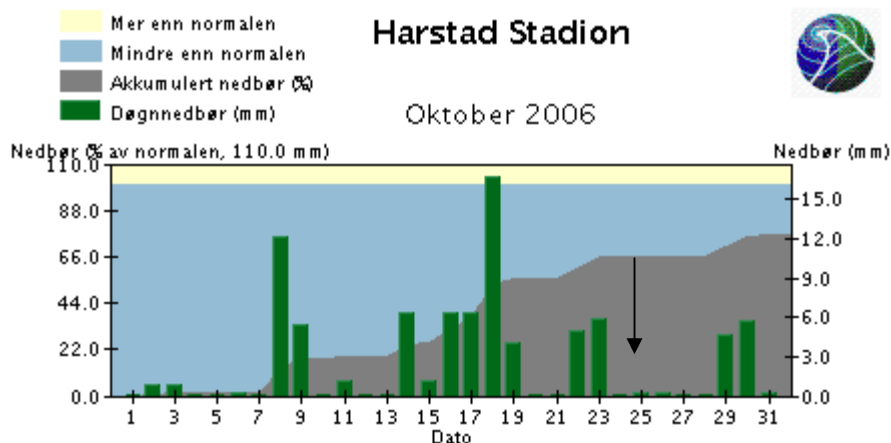
Figur 126 Nedbørsdata for Sørlimarka (Harstad stadion), juni 2006

Prøvene 23. august ble tatt etter en relativt tørr periode, selv om det hadde regnet noe midt i måneden, slik det kommer frem av Figur 26. Juli hadde imidlertid vært relativt nedbørrik.



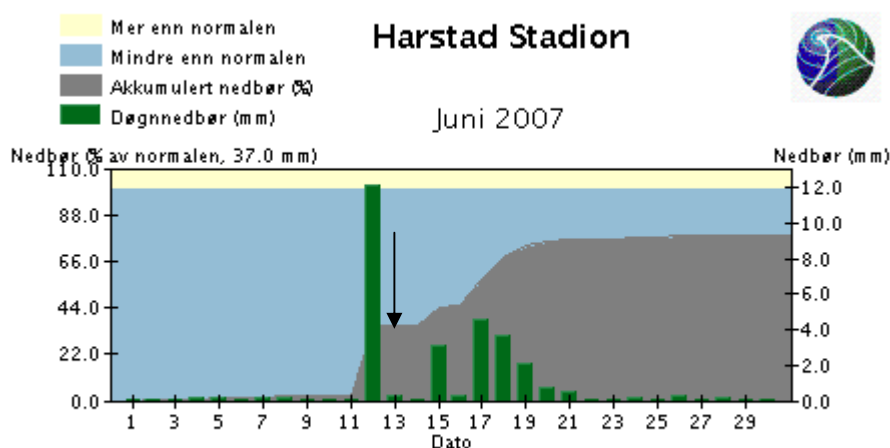
Figur 127 Nedbørsdata for Sørlimarka (Harstad stadion), august 2006

Ved prøvetakingen 24. oktober 2006 var det frost og mye snø. Flere av prøvetakingspunktene var nesten nedsnødd/frosset igjen.



Figur 128 Nedbørsdata for Sørlimarka (Harstad stadion), oktober 2006

Ved prøvetakingen juni 2007 var det relativt tørt, og det hadde vært lite nedbør i juni. Det hadde imidlertid regnet relativt kraftig dagen før prøvetakingen.



Figur 129 Nedbørsdata for Sørlimarka (Harstad stadion), juni 2007

Ved prøvetakingen ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene (Tabell 174).

Tabell 174 Estimert vannføring ved prøvepunktene, Sørlimarka

Punkt	Vannføring			
	Juni 2006	August 2006	Oktober 2006	Juni 2007
1	Stor	Middels	Middels	Middels
2	Stor	Liten	Middels	Middels
3	Middels	Liten	liten	Middels
4		Liten	liten	Middels
5		Liten	liten	Middels
6 Ref		Liten	liten	Middels

12.2.3 Analyseresultater

Det er stort sett påvist lave konsentrasjoner av de metallene som inngår i håndvåpenammunisjon. Det er ikke påvist antimon som overskrider deteksjonsgrensen i noen av prøvene. For bly ligger resultatene, med unntak av to prøver, under deteksjonsgrensen. I de to prøvene hvor det er påvist Pb, er konsentrasjonene like over deteksjonsgrensen, og er meget lave, tilsvarende tilstandsklasse I – II.

Det ble påvist forhøyde konsentrasjoner av kobber i stasjon 3 våren 2006 (tilstandsklasse IV), høst 2007 (tilstandsklasse III) og vår 2007 (tilstandsklasse IV). Alle andre målte konsentrasjoner av kobber ligger enten under deteksjonsgrensen eller i tilstandsklasse I.

Det er i stasjon 3 også påvist en forholdsvis høy konsentrasjon av jern.

Det er videre påvist krom i tilstandsklasse III i én prøve i punkt 1 i august, men konsentrasjonen av de to andre prøvene i samme punkt ligger under deteksjonsgrensen. For sink har bare fire enkeltmålinger konsentrasjoner høyere enn tilstandsklasse I, og de fleste er under deteksjonsgrensen.

Det er ikke funnet nivåer som overskrider deteksjonsgrensen i noen av de prøvene som er analysert på hvitt fosfor. Første prøveserie ble gjennomført 15. juni da den største snøsmeltingen var over.

Det er heller ikke påvist sprengstoffkjemikaler over deteksjonsgrensen.

12.2.4 Forurensingssituasjon

Stasjon 3 fanger vann som har rent gjennom bane 6, som er en del i bruk. Dette punktet har også tidligere blitt overvåket av NIVA. Det har også tidvis vært noen forhøyde verdier av kobber, men ingen trend kan sees.

Alle analyser av antimon ligger under deteksjonsgrensen. Det er derfor ingen grunnlag for beregning av utlekking av dette stoffet. For bly, kobber og sink ligger også analysene i stor grad under deteksjonsgrensen. Det er imidlertid beregnet utlekking der hvor det er påvist minst én analyse over deteksjonsgrensen slik som forklart i resultatkapittelet. Utlekkingsberegningen vil derfor trolig vise maksimumsverdier for utlekking, og reel utlekking kan derfor være lavere en beregnet.

Det er beregnet følgende teoretiske utlekking for de enkelte punktene:

Tabell 175 Beregnet årlig utlekking fra Sørlimarka

Prøvepunkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
3			1,45	0,52
5			3,06	19,37
Sum			4,51	19,89

Årlig avrenning fra Sørlimarka skytefelt er beregnet til 2,33 kg antimon, 4,51 kg kobber og 19,89 kg sink. Årsaken til at utlekkingen av sink beregnes til å bli relativt høy for punkt 5 i Sørlia, er at deteksjonsgrensen er høy (5 µg/l) og at halve konsentrasjonen for deteksjonsgrensen brukes som grunnlag for utlekkingsberegninger. Dette vil slå relativt tungt ut ettersom vannføringen i dette vassdraget er relativt høy (140 l/s). Dette er derfor trolig en teoretisk verdi og gjenspeiler ikke den reelle avrenningen som kan være langt lavere.

Vannføringen i bekken i prøvepunkt 3 er svært liten. Derfor har de nivåer som er påvist her liten eller ingen påvirkning i forhold til utlekking av metaller fra feltet. Punkt 4 drenerer ingen kjente baner, men drener to vann som mottar vann fra elver sør på feltet. Nivåene her er så vidt lave og fortyningen i disse to vannene vil være så stor at det ikke er hensiktsmessig å beregne utlekking i dette punktet.

Tabell 176 Resultater for metaller fra Sørlimarka. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon	Parameter	Enhet	3				5		
			15.06.05	23.08.06	24.10.06	19.06.07	23.08.06	24.10.06	19.06.07
	Bly, Pb	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	Kobber, Cu	µg/l	5,7	1,4	2,9	6	<1	1,1	<1
	Sink, Zn	µg/l	<5	<5	<5	5,7	8,3	<5	<5

Konsentrasjonene av metaller i de to punktene som representerer avrenning, defineres som meget lav til lav effekt på biota. Vanntransporten i punkt 3 som har to påvisninger av kobber i tilstandsklasse II, lav påvirkning, har så liten vannføring at dette ikke vil ha noen påviselig effekt.

Analyseresultatene fra Sørlimarka er generelt meget lave for alle forurensingsparametere. Stort sett ligger alle resultater, med noen få unntak, i tilstandsklasse I og II. Avrenningen fra Sørlimarka skytefelt ansees som svært begrenset og det er påvisninger som ligger rett over deteksjonsgrensen som i enkelte tilfeller gir uforholdsmessig kraftig utslag i beregningene.

12.2.5 Konklusjon og anbefalinger

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 2006: "Bekkene som drenerer banene 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.

12.3 Trondenes

12.3.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Trondenes ligger i Harstad kommune, Troms fylke. Hele Trondenes er på 2,1 km² hvor skytebanene kun dekker en liten del.

Det skytes hovedsakelig med håndvåpen, blant annet AG-3 (7,62 mm) og pistol (9 mm). Det kan imidlertid forekomme bruk av andre typer våpen som for eksempel røykgranater. Det er svært lite rennende vann eller andre vannkilder på området.

Berggrunnen består av kalkglimmerskifer/kalksilikatgneis, marmor i øst og vest. Løsmassene består hovedsakelig av forvitningsmateriale og ellers flekkvis bart fjell. Drift på berg- eller mineralforekomster i området er ikke kjent.

Punktene ble prøvetatt av Sweco i juni, august og oktober 2006 og av Forsvarsbygg i juni 2007. En oversikt over prøvepunkter, beskrivelse, hva elvesystemene drenerer og evt. kommentarer/observasjoner er gitt i Tabell 177.

Tabell 177 Oversikt over prøvepunkter, Trondenes

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk nedstrøms bane 9	alle banene på Trondenes			
2	Meget liten bekk	bane 6			

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

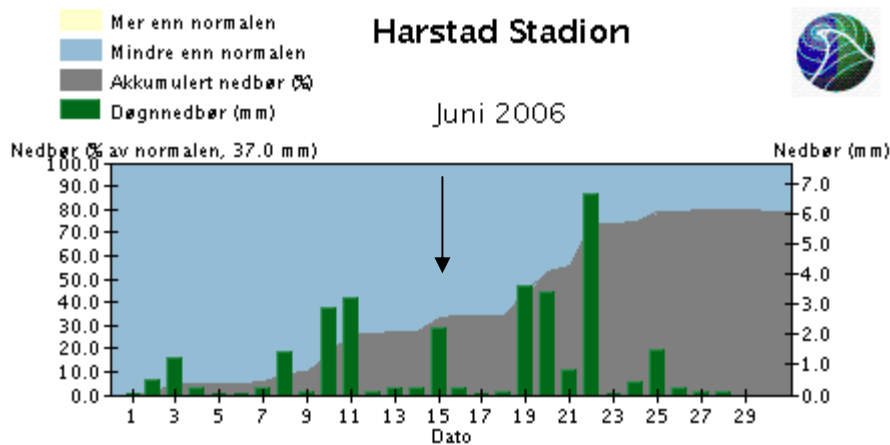
** S = sprengstoff

Det er ikke analysert på sprengstoff da det ikke er brukt sprengstoff eller lignede våpensystemer på Trondenes.

12.3.2 Nedbørsmålinger og vannføring

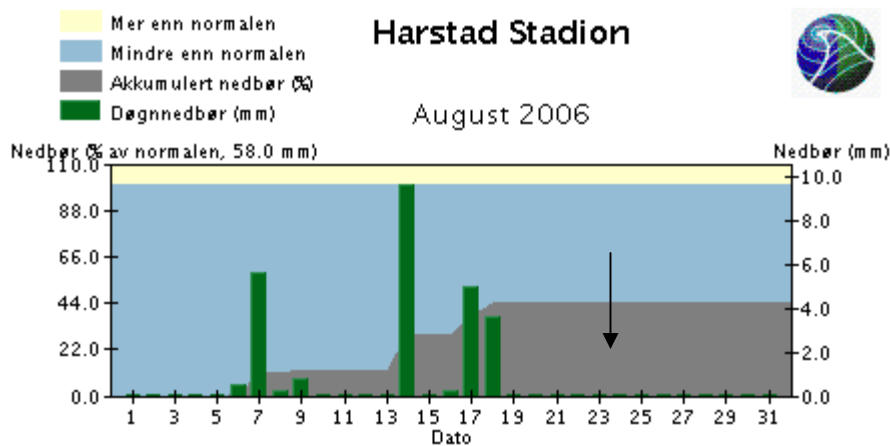
Nærmeste nedbørsmåler er på Harstad stadion, som ikke er så langt unna Trondenes. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

Prøver ble tatt den 15. juni etter to forutgående nedbørsperioder. Det hadde også regnet lett rett før prøvetaking. Nebbørsdata for juni fremgår av Figur 126.



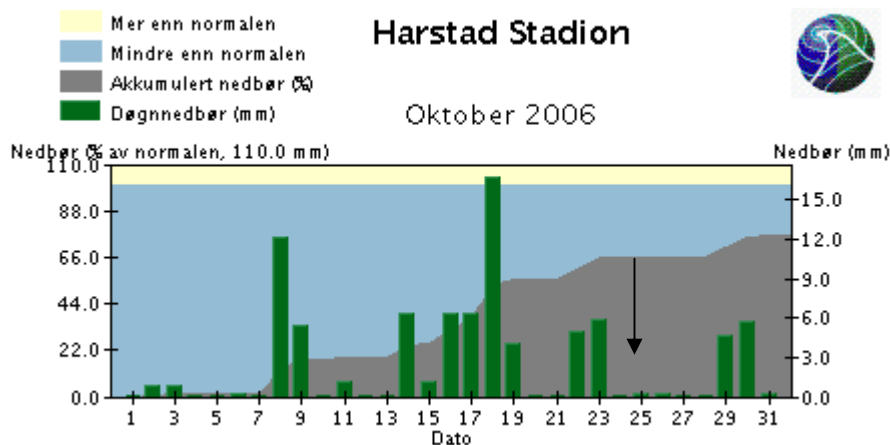
Figur 130 Nedbørsdata for Trondenes (Harstad stadion), juni 2006

Prøvene 23. august ble tatt etter en relativt tørr periode, selv om det hadde regnet noe midt i måneden, slik det kommer frem av Figur 26. Juli hadde imidlertid vært relativt nedbørrik.



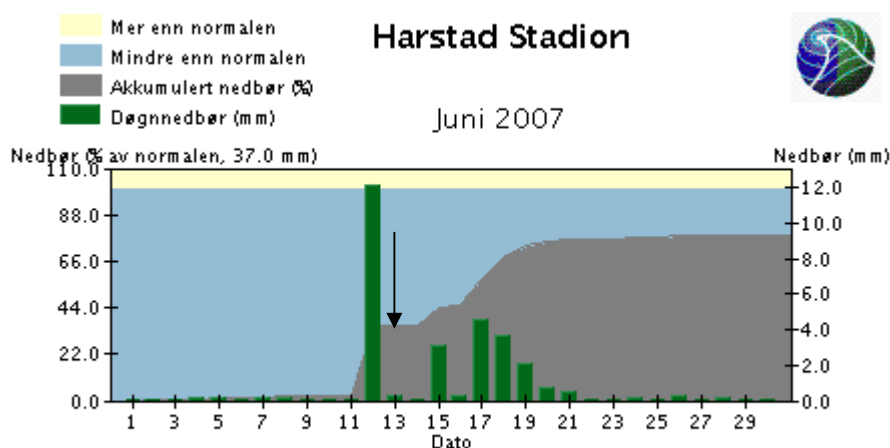
Figur 131 Nedbørsdata for Trondenes (Harstad stadion), august 2006

Ved prøvetakingen 24. oktober 2006 var det frost og mye snø. Flere av prøvetakingspunktene var nesten nedsnødd/frosset igjen.



Figur 132 Nedbørsdata for Trondenes (Harstad stadion), oktober 2006

Ved prøvetakingen juni 2007 var det relativt tørt, og det hadde vært lite nedbør i juni. Det hadde imidlertid regnet relativt kraftig dagen før prøvetakingen.



Figur 133 Nedbørsdata for Trondenes (Harstad stadion), juni 2007

Årsmiddelavrenningen (1961-90) for de enkelte punktene er gitt i Tabell 178.

Tabell 178 Beregnet årsmiddelavrenning for Trondenes

Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	0,40	21,15	8,46
2	0,20	21,32	4,23

I prøveserien i juni 2006 var det nesten stillestående vann i prøvepunkt 2.

I prøveserien fra august 2006 var vannføringen i prøvepunkt 1 omtrent som for prøveserien i juni, selv om det hadde vært en relativt tørr periode i august. Prøvepunktet 2 var gravd ut og drenert, noe som førte til at det var svært lite vann å prøveta. Det vannet som stod i groper var stillestående, og det ble vurdert som lite aktuelt å prøveta dette. Punktet ble derfor utelatt fra augustserien.

Ved prøvetakingen 24. oktober 2006 var det frost og snø. I og med at prøvepunkt 2 var overgravd og drenert, ble det besluttet å ta prøver av en annen bekk som drenerer bane B2.

Generelt har det vært vanskelig å bedømme om det har vært vesentlige endringer i vannføringen i bekken i prøvepunkt 1, siden dette er en relativt liten bekk. Det virker som om denne bekken er lite påvirket av tørke og nedbørsperioder. Det bemerkes imidlertid at bekken ikke ble observert rett etter snøsmelting fordi snøsmeltinga var over da prosjektet kom i gang.

Tabell 179 Estimert vannføring ved prøvepunktene, Trodenes

Punkt	Vannføring			
	Juni 2006	August 2006	Oktober 2006	Juni 2007
1	Normalt	Normalt	Normalt	Normalt
2	Normalt	Meget lite		

12.3.3 Analyseresultater

Det er stort sett påvist konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I – II (ubetydelig – moderat forurenset) av de metallene som inngår i håndvåpenammunisjon.

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

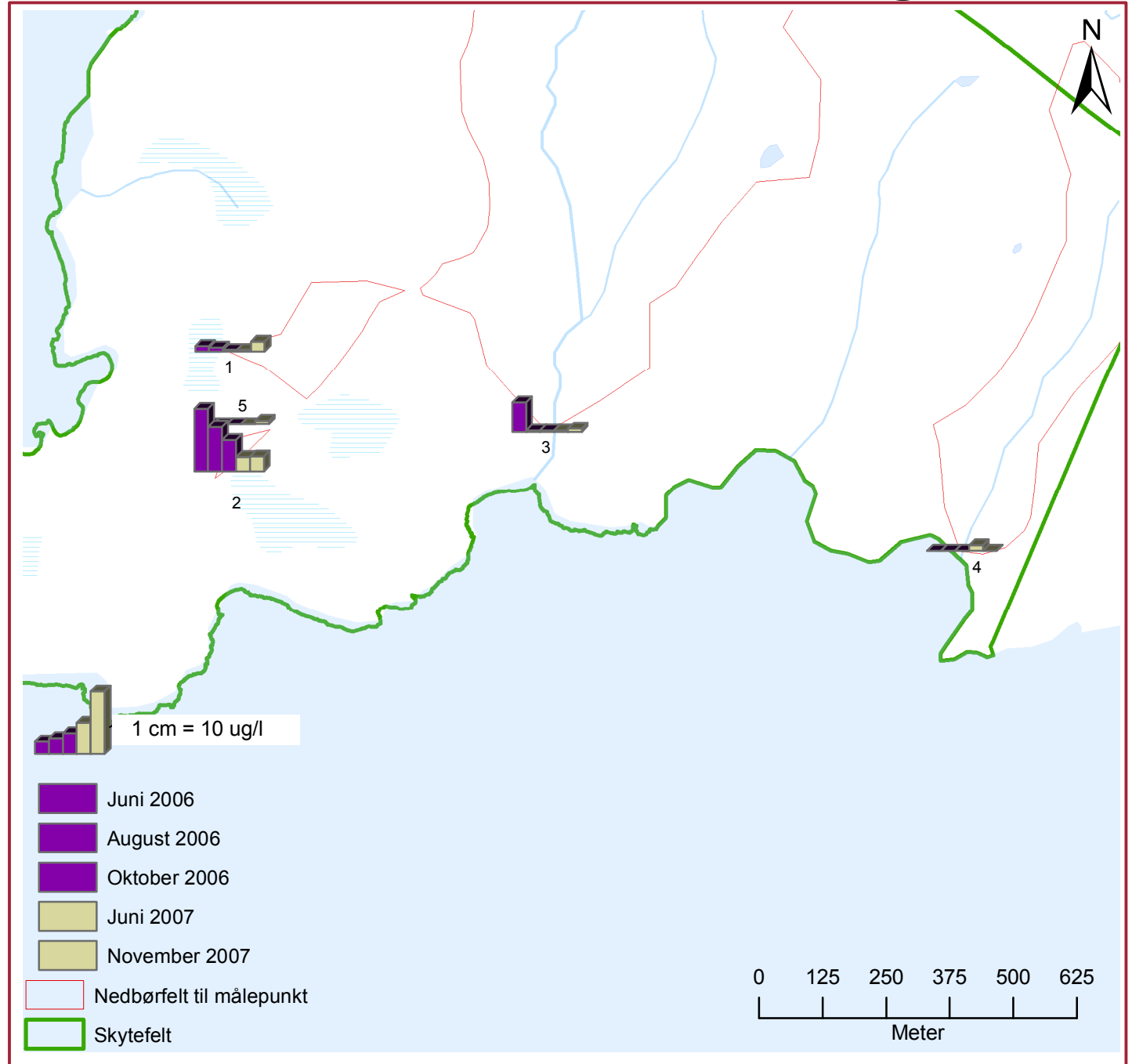
Poulsen, Atrh. O. 1964: Norges gruver og malmbforekomster II, Nord Norge. NGU 204



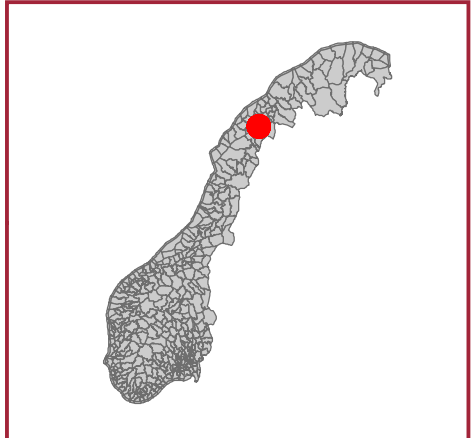
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

Ramnes/Biskaia skytefelt

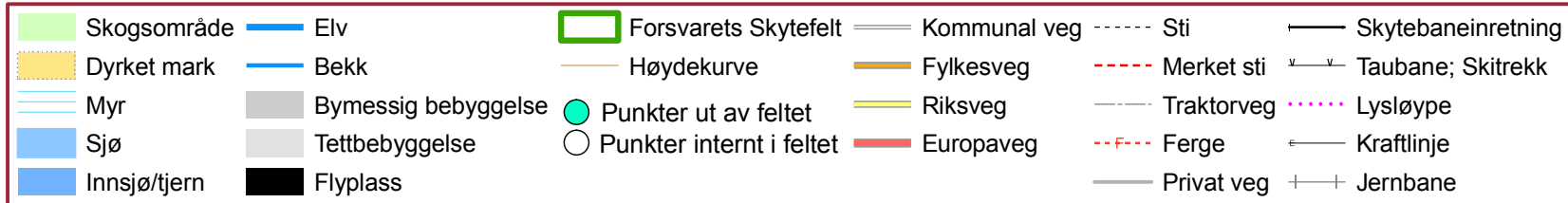
Bly



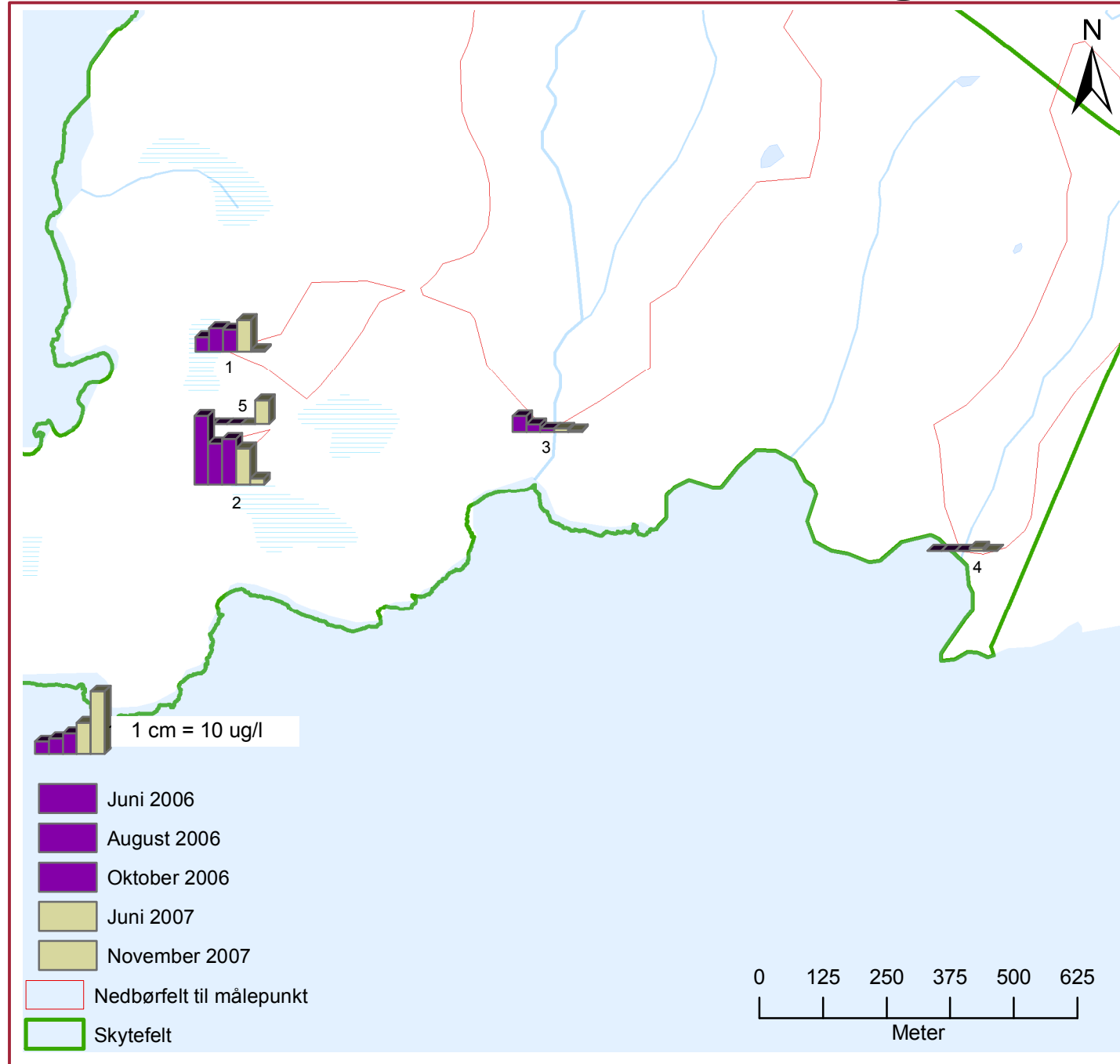
Middellavrenning [l/s]	jun. 06 [ug/l]	aug. 06 [ug/l]	okt.06 [ug/l]	jun. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	0.1	0.82	0.59	<0.5	<0.5
2	1	10	7.1	5	2.3
3	41	4.7	<0.5	<0.5	<0.5
4	4			0.89	
5					1



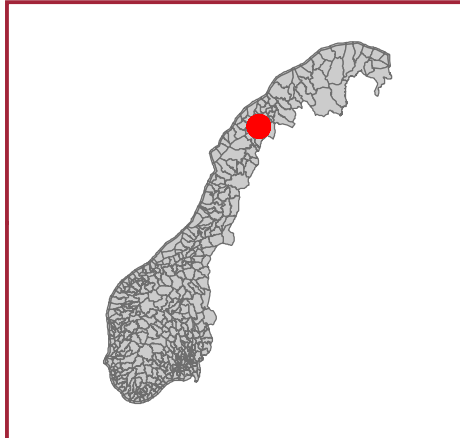
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



Ramnes/Biskaia skytefelt Kobber



Middelavrenning [l/s]	jun. 06 [ug/l]	aug. 06 [ug/l]	okt.06 [ug/l]	jun. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	0.1	2.3	3.7	3.5	5
2	1	11	6.6	7.3	5.8
3	41	2.5	1.2	<1	<1
4	4			<1	<1
5					3.8



Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Ramnes/Biskaya, 2006 - 2007

Stasjon	Parameter	Enhet	1					2					3				
			15.06.2006	23.08.2006	24.10.2006	13.06.2007	21.11.2007	15.06.2006	23.08.2006	24.10.2006	13.06.2007	21.11.2007	15.06.2006	23.08.2006	24.10.2006	13.06.2007	21.11.2007
	Aluminium, Al	µg/l	350	670	370	340	i.a.	6800	2400	1600	270	i.a.	140	84	150	82	i.a.
	Antimon, Sb	µg/l	1,4	<1	<1	<1	1,6	<1	<2	1,7	<1	2,4	<1	<1	<1	<1	<1
	Arsen As	µg/l	1	0,86	0,73	1,2	i.a.	3,4	4,2	0,75	0,66	i.a.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	i.a.
	Bly Pb	µg/l	0,82	0,59	<0,5	<0,5	<0,5	10	7,1	5,0	2,3	1,0	4,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Hvitt fosfor	µg/l	*	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	*	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	*	*	<0,01	<0,01	i.a.
	Jern Fe	µg/l	0,66	i.a.	0,28	0,4	0,13	14	i.a.	1,7	3,5	0,26	0,015	i.a.	0,015	<0,010	0,023
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1**	<0,1	<0,1**	<0,1	i.a.	<0,1**	<0,2	<0,1**	<0,1	i.a.	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**	i.a.
	Kalsium, Ca	mg/l	14	i.a.	15	14	i.a.	8,5	i.a.	3,5	3,6	i.a.	1,7	i.a.	1,6	2,4	i.a.
	Kobber Cu	µg/l	2,3	3,7	3,5	5	<1	11	6,6	7,3	5,8	2,6	2,5	1,2	<1**	<1**	1,2
	Konduktivitet	mS/m	i.a.	i.a.	i.a.	14,7	10,3	7,57	i.a.	i.a.	6,7	3,14	4,2	i.a.	i.a.	5,07	2,81
	Krom Cr	µg/l	<1**	3,7	<1**	<1	i.a.	9,5	3	1,7	<1**	i.a.	1,6	<1**	<1**	<1**	i.a.
	Mangan Mn	µg/l	21	i.a.	57	30	16	98	i.a.	72	20	10	0,2	i.a.	<1	<1	1,6
	Kvikksølv, Hg	µg/l	i.a.	<0,005**	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,005**	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,048	i.a.	i.a.	i.a.
	Nikkel Ni	µg/l	<1**	2,1	<1**	1,3	i.a.	6,9	3,2	2,0	1,5	i.a.	<1**	<1**	<1**	<1**	i.a.
	pH	ph	i.a.	i.a.	i.a.	7,5	6,9	6,7	i.a.	i.a.	6,8	6,8	6,8	i.a.	i.a.	7,1	6,8
	Sink Zn	µg/l	<5	8,1	5,9	7,9	<5	35	31	26	12	7	<5	5,4	<5	<5	<5
	TOC	mg/l	i.a.	i.a.	i.a.	5,4	4,6	9,3	i.a.	i.a.	6,2	3,9	<5	i.a.	i.a.	1,5	3,1
	Sprengstoff		i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.p	i.p	i.p	i.a.

Stasjon	Parameter	Enhet	4	5
	Aluminium, Al	µg/l	120	i.a.
	Antimon, Sb	µg/l	<1	2,6
	Arsen As	µg/l	<0,5	i.a.
	Bly Pb	µg/l	0,89	1,0
	Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	i.a.
	Jern Fe	mg/l	<0,010	0,13
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1**	i.a.
	Kalsium, Ca	mg/l	2,6	i.a.
	Kobber Cu	µg/l	<1**	3,8
	Konduktivitet	mS/m	7,92	2,96
	Krom Cr	µg/l	<1	i.a.
	Mangan Mn	µg/l	<1	9,6
	Kvikksølv, Hg	µg/l	i.a.	i.a.
	Nikkel Ni	µg/l	<1**	i.a.
	pH	ph	6,9	6,6
	Sink Zn	µg/l	<5	<5
	TOC	mg/l	1,1	3,9
	Sprengstoff		i.a.	i.a.

i.a Ikke analysert/ikke aktuelt

i.p Ikke påvist over deteksjonsgrense

* prøver ikke analysert pga knuste prøveglass

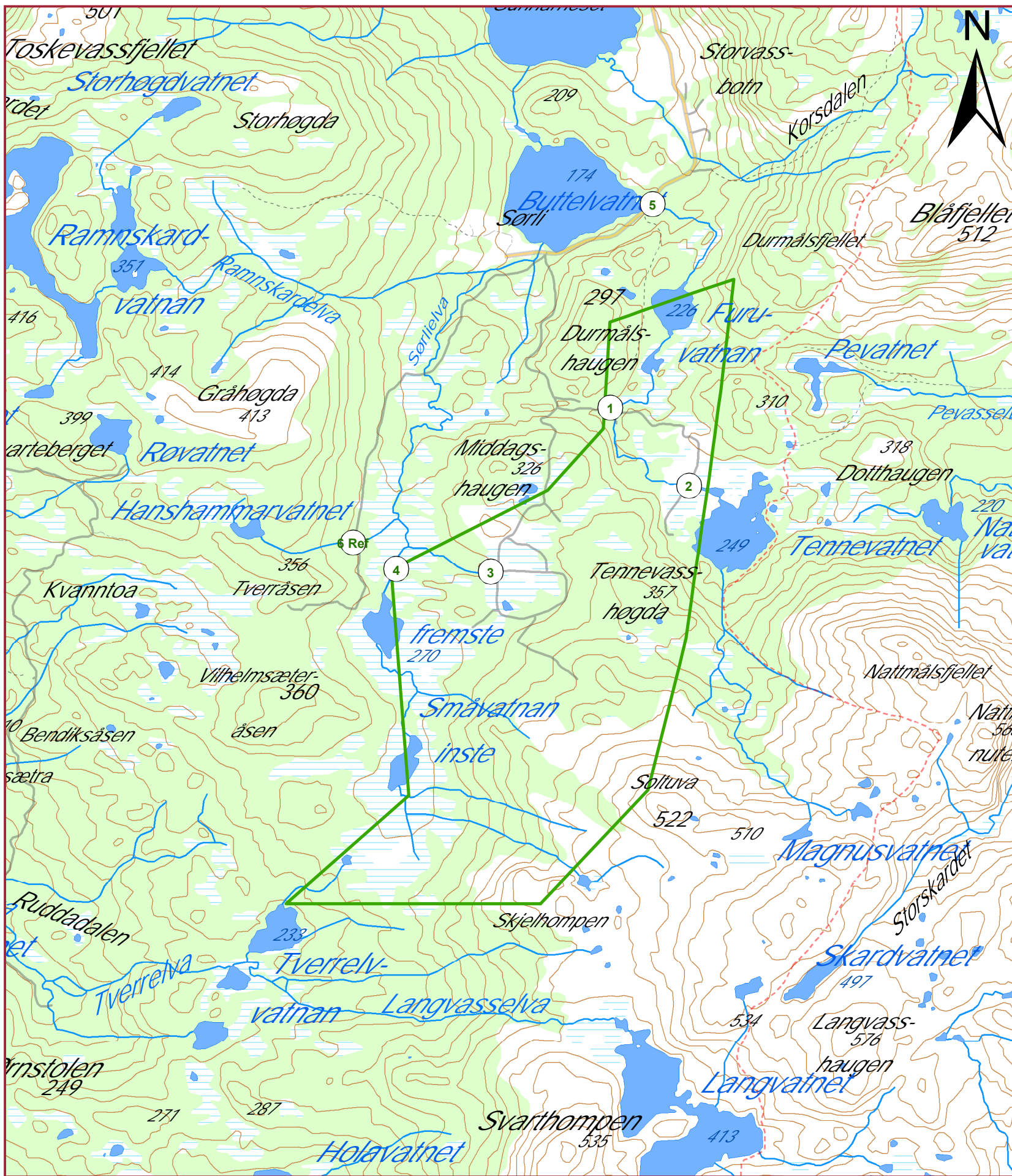
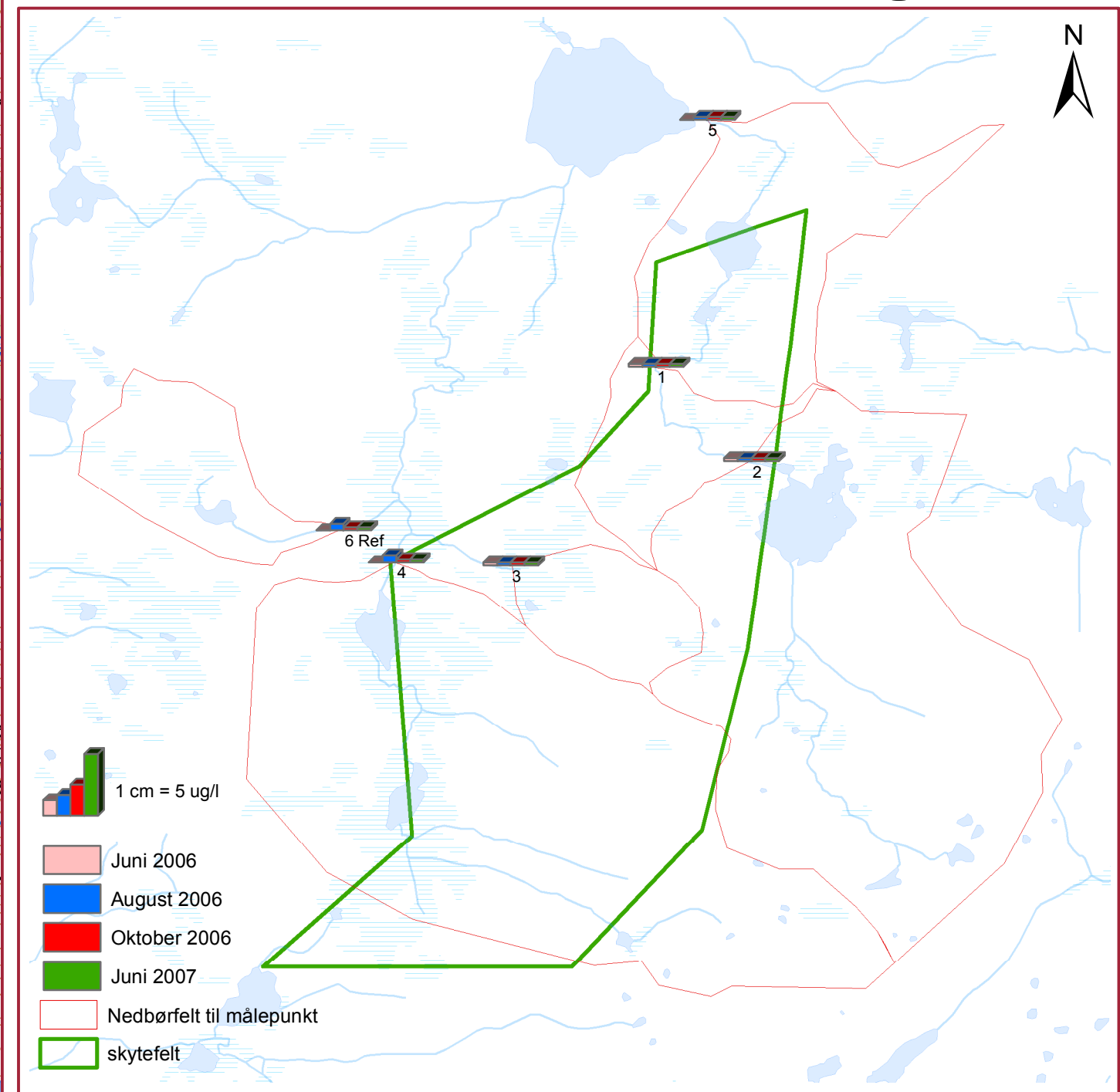
** Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

Prøveserien 23.08.2006 ble dessverre analysert på feil metall pakke

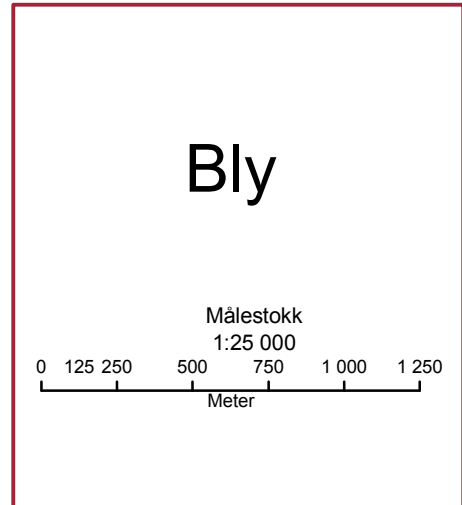
Prøveserien høsten 2007 ble dessverre ikke tatt

Prøvepunkt 4 uttørket november 2007

Sørli skytefelt



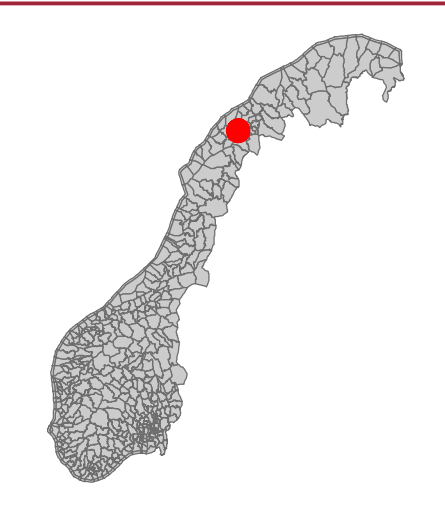
- Skogsområde
- Elv
- Forsvarets Skytefelt
- Kommunal veg
- Sti
- Skytebaneinretning
- Dyrket mark
- Bekk
- Høydekurve
- Fylkesveg
- Merket sti
- Taubane; Skitrek
- Myr
- Bymessig bebyggelse
- Riksveg
- Traktorveg
- Lysløype
- Sjø
- Tettbebyggelse
- Europaveg
- Ferje
- Kraftlinje
- Innsjø/tjern
- Flyplass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

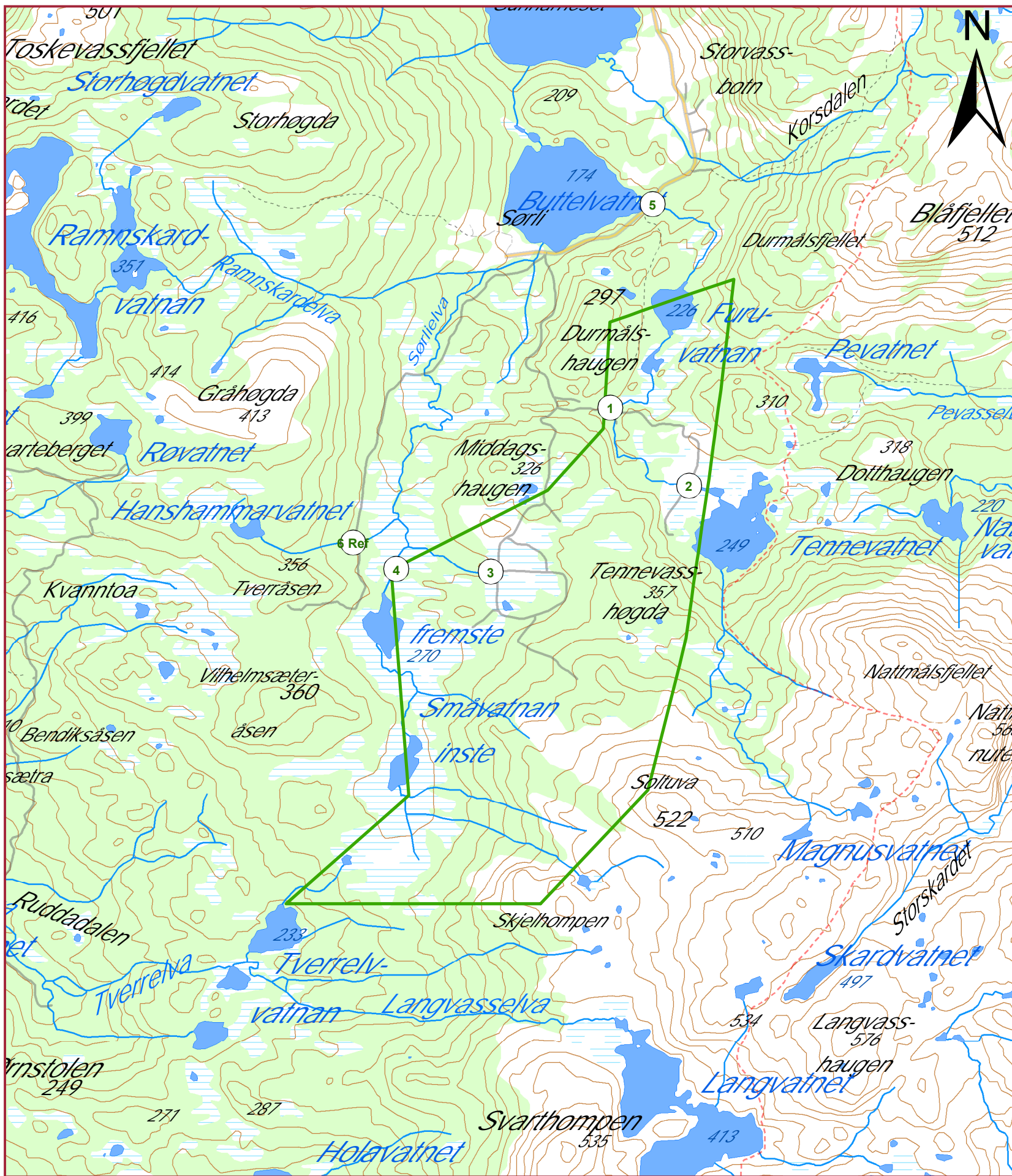


Forsvarsbygg
SWECO GRØNER

	Middelavrenning l/s	jun.06 [ug/l]	aug.06 [ug/l]	okt.06 [ug/l]	jun.07 [ug/l]	Utteking [kg/år]
1	109.43	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.2
2	96.88	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
3	11.53	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
4	106.37	0.56	<0.5	<0.5	<0.5	
5	138.55	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
6 ref	15.61	0.51	<0.5	<0.5	<0.5	

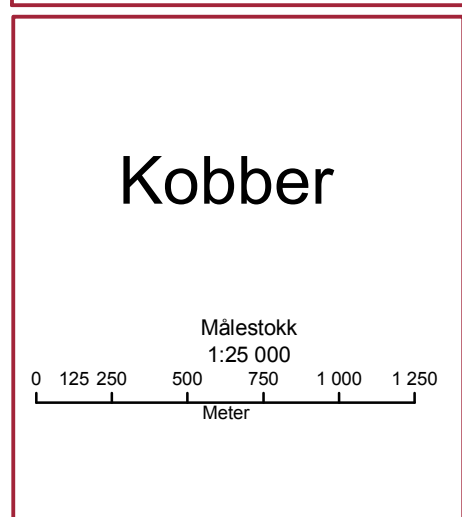
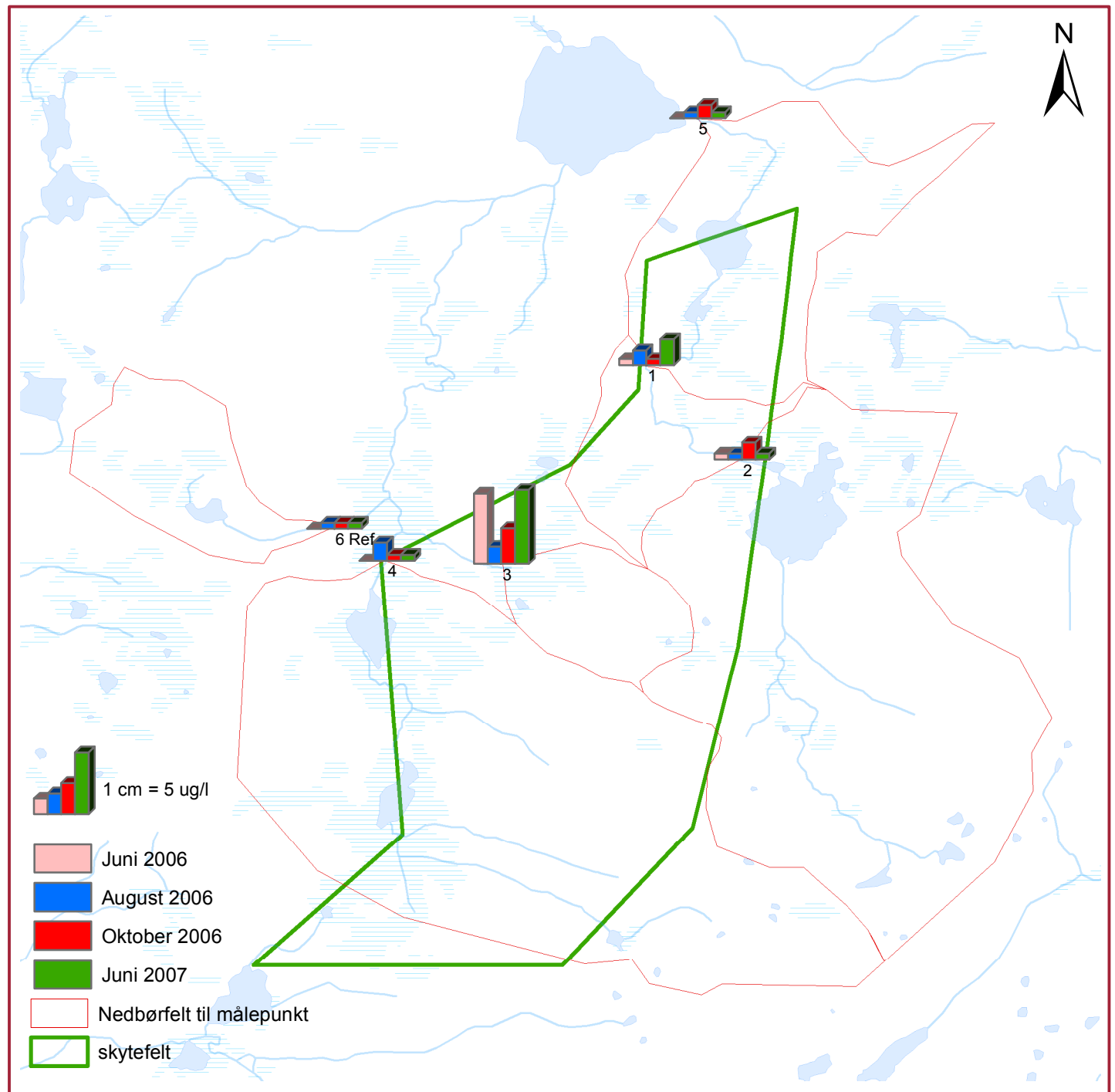
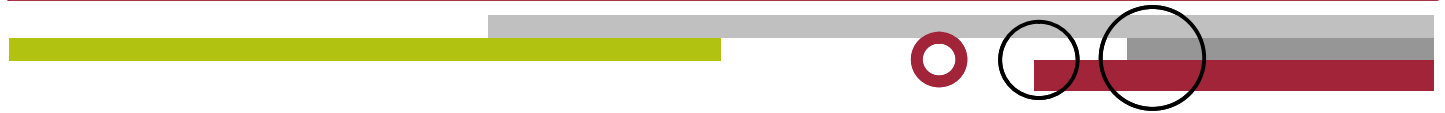
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann. Det er beregnet utteking i punkter som viser transport ut av feltet. I tillegg er det foretatt masseberegning i referansepunktene, dette er markert i kursiv i tabellen.





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

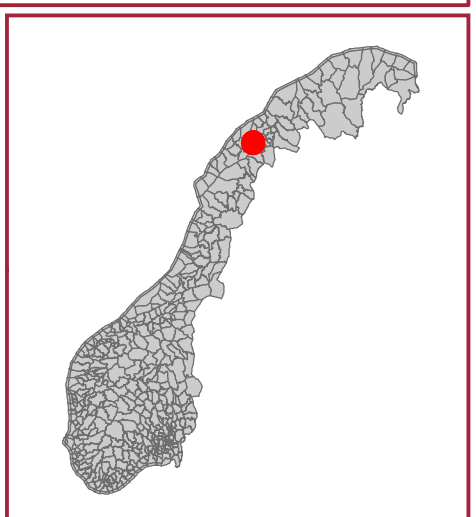
Sørli skytefelt



Forsvarsbygg
SWECO GRØNER

	Middelavrenning l/s	jun.06 [ug/l]	aug.06 [ug/l]	okt.06 [ug/l]	jun.07 [ug/l]	Uttekking [kg/år]
1	109.43	<1**	1.2	<1**	2.1	
2	96.88	<1**	<1**	1.4	<1	
3	11.53	5.7	1.4	2.9	6	
4	106.37	<1**	1.5	<1**	<1	
5	138.55	<1**	<1**	1.1	<1	
6 ref	15.61	<1**	<1**	<1**	<1	3.1

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



Analyseresultater for Storvassbotn (Sørlimarka), 2006 - 2007

Stasjon		1				2				3				4		
Parameter	Enhet	15.06.2006	23.08.2006	24.10.2006	19.06.2007	15.06.2006	23.08.2006	24.10.2006	19.06.2007	15.06.2006	23.08.2006	24.10.2006	19.06.2007	23.08.2006	24.10.2006	22.06.2007
Aluminium, Al	µg/l	33	22	61	45	38	41	37	48	22	16	45	22	19	55	28
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,2	<1	<1	<1
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bly Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,56	<0,5	<0,5
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	*	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	<0,01	*	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Jern Fe	mg/l	24	i.a	50	28	22	i.a	30	29	210	i.a	210	79	i.a	84	32
Kadmium Cd	µg/l	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1**
Kalsium, Ca	mg/l	3,8	i.a	3,3	3,3	3,1	i.a	8,6	2,6	6	i.a	5,4	6,9	i.a	4,1	3,3
Kobber Cu	µg/l	<1**	1,2	<1**	2,1	<1**	<1**	1,4	<1**	5,7	1,4	2,9	6,0	1,5	<1**	<1**
Konduktivitet	mS/m	4,31	i.a	i.a	3,94	3,5	i.a	i.a	3,32	6,18	i.a	i.a	7,02	i.a	i.a	3,94
Krom Cr	µg/l	<1**	3,0	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**
Kvikksølv, Hg	µg/l	i.a	<0,005	i.a	i.a	i.a	<0,005	i.a	i.a	i.a	<0,005	i.a	i.a	<0,005	i.a	i.a
Mangan Mn	µg/l	1,1	i.a	1,9	1,2	1,3	i.a	2,9	1,4	18	i.a	24	5,4	i.a	3,9	2
Nikkel Ni	µg/l	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**
pH***	ph	7,5	i.a	i.a	7,2	7,2	i.a	i.a	7,1	7,3	i.a	i.a	7,5	i.a	i.a	7,3
Sink Zn	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5,3	7,4	<5	<5	<5	5,7	<5	<5	<5
TOC	mg/l	<5	i.a	i.a	2	<5	i.a	i.a	2,6	<5	i.a	i.a	5,9	i.a	i.a	2,7
Sprengstoff		i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a

Stasjon		5			6 referanse		
Parameter	Enhet	23.08.2006	24.10.2006	19.06.2007	23.08.2006	24.10.2006	22.06.2007
Aluminium, Al	µg/l	20	36	35	97	23	18
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bly Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,51	<0,5	<0,5
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	i.a	<0,01
Jern Fe	mg/l	i.a	30	19	i.a	28	19
Kadmium Cd	µg/l	<0,1**	<0,1**	<0,1	<0,1**	<0,1**	<0,1
Kalsium, Ca	mg/l	i.a.	8,5	4,2	i.a	6,3	7,1
Kobber Cu	µg/l	<1**	1,1	<1	<1**	<1**	<1
Konduktivitet	mS/m	i.a	i.a	4,91	i.a	i.a	7,22
Krom Cr	µg/l	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**
Kvikksølv, Hg	µg/l	<0,005	i.a	i.a	<0,005	i.a	i.a
Mangan Mn	µg/l	i.a	1,5	<1	i.a	1,4	2
Nikkel Ni	µg/l	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**	<1**
pH***	ph	i.a	i.a	7,4	i.a	i.a	7,6
Sink Zn	µg/l	8,3	<5	<5	<5	<5	<5
TOC	mg/l	i.a	i.a	2	i.a	i.a	3,2
Sprengstoff		i.p	i.p	i.p	i.a	i.a	i.a

i.a Ikke analysert

i.p Ikke påvist over deteksjonsgrense

* prøver ikke analyser pga knuste prøveglass

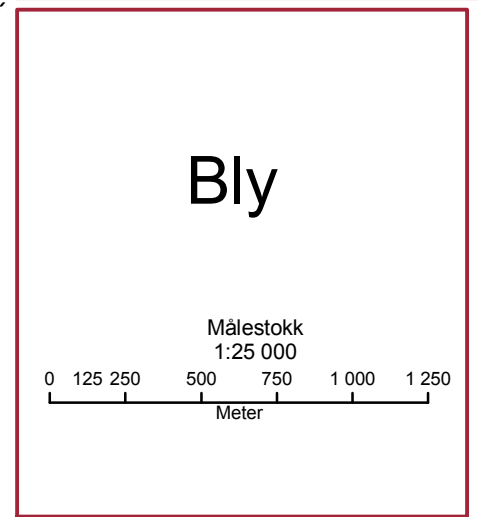
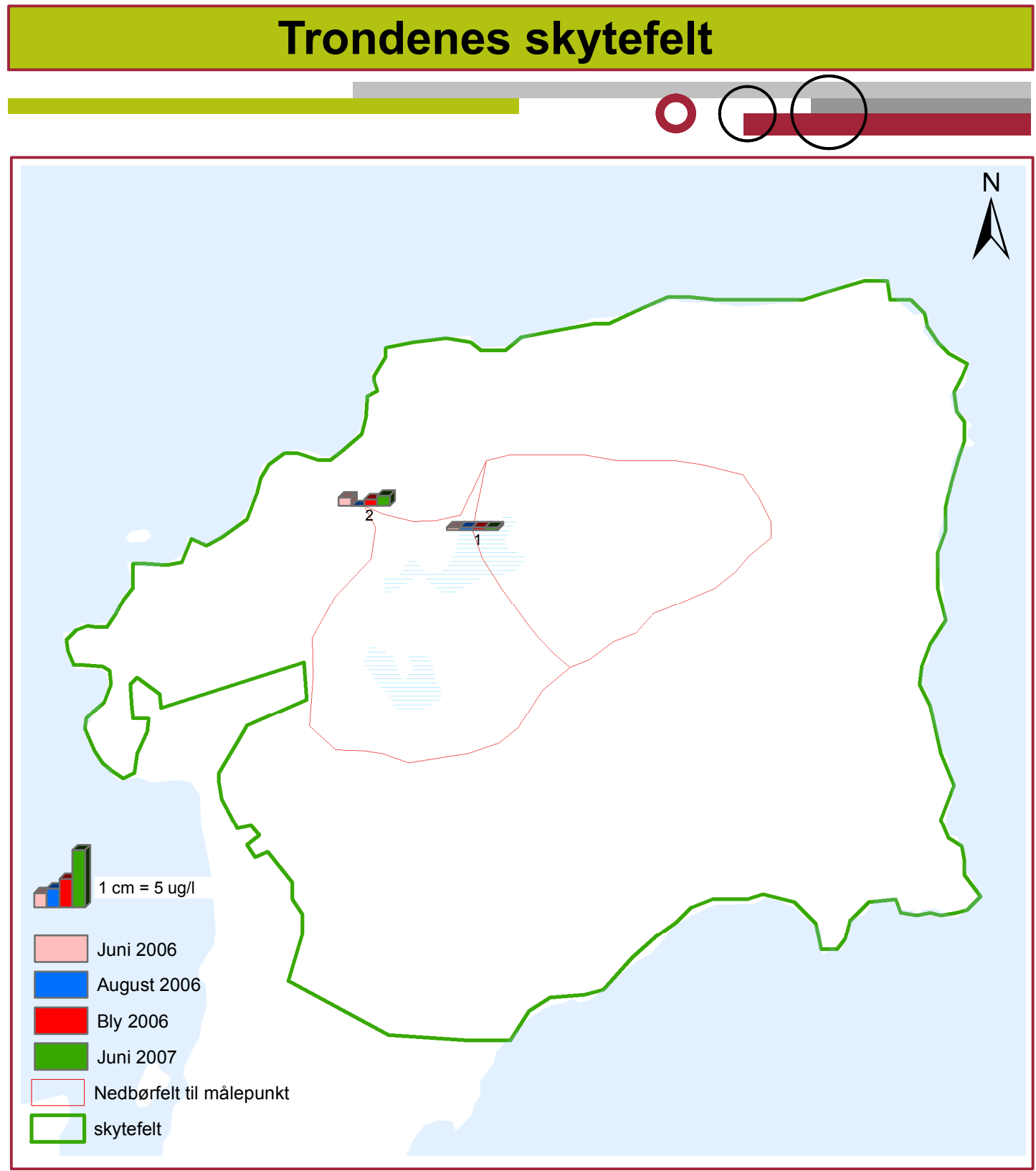
** Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

*** Prøvene fra oktober

Prøveserien 23.08.2006 ble dessverre analysert på feil metall pakke



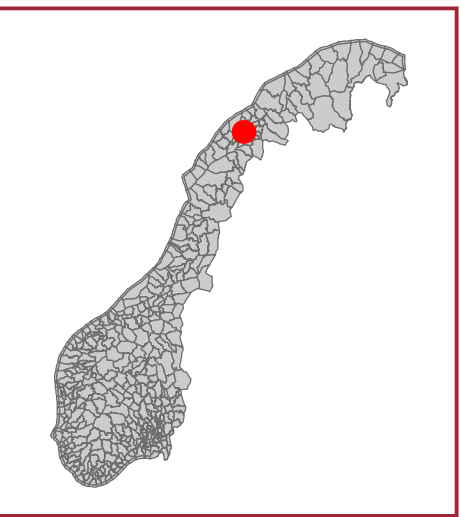
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Sti
- Traktorveg
- Ferge
- Privat veg
- Skytebaneinretning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



Forsvarsbygg
SWECO GRØNER

	Middelavrenning l/s	Konsentrasjon i vann				Utlekking [kg/år]
		jun.06 [ug/l]	aug.06 [ug/l]	okt.06 [ug/l]	jun. 07 [ug/l]	
1	8.46	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
2	4.23	0.75	0.59	0.91		

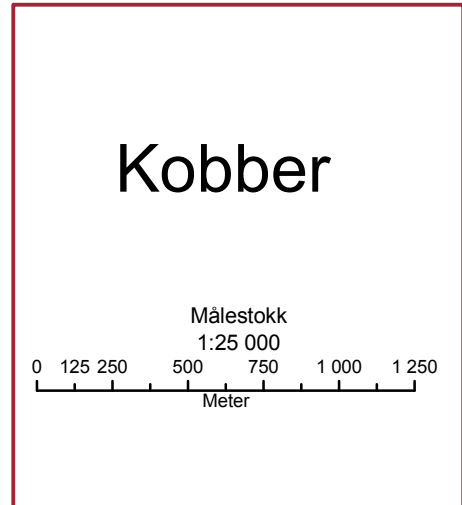
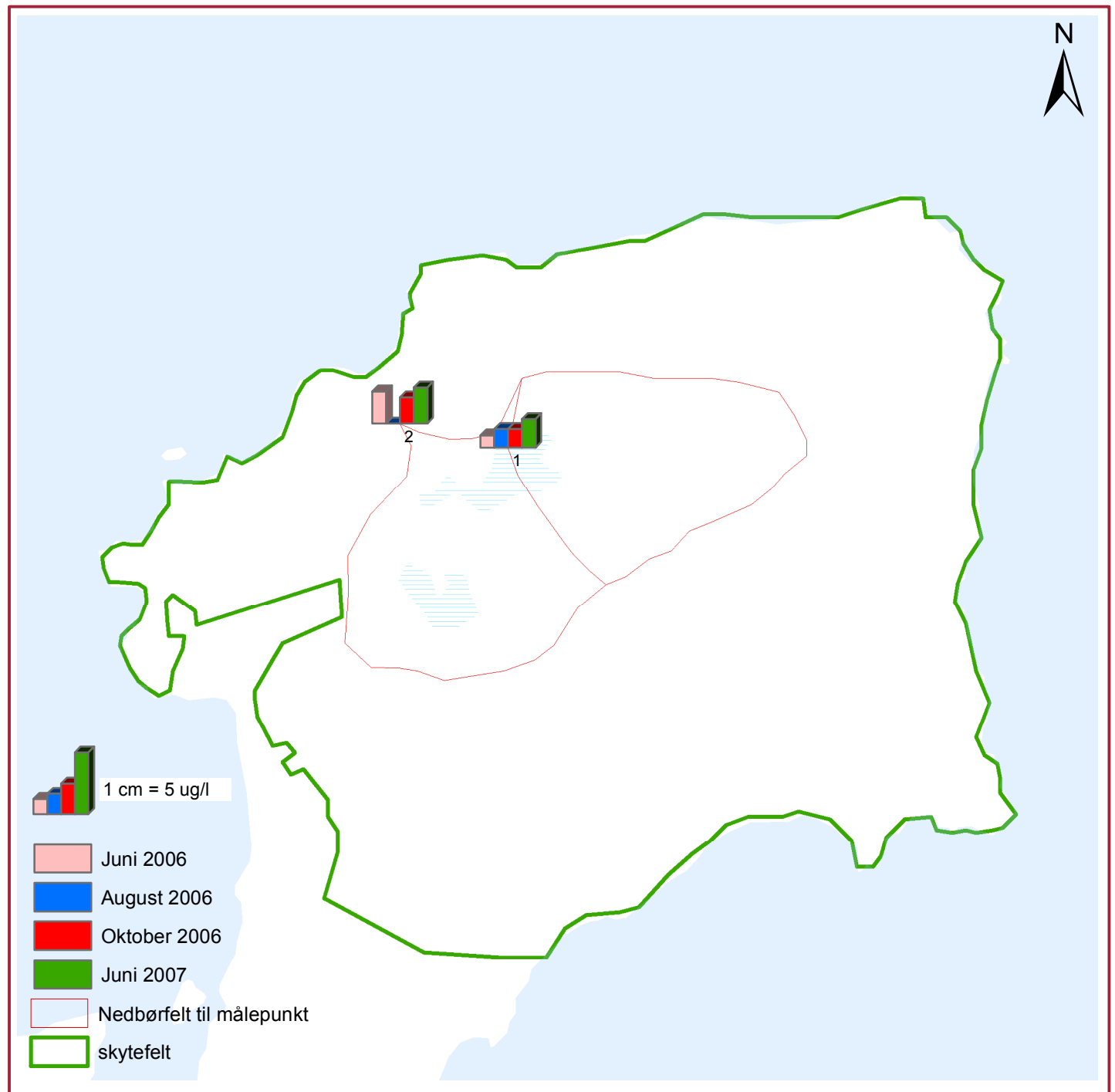
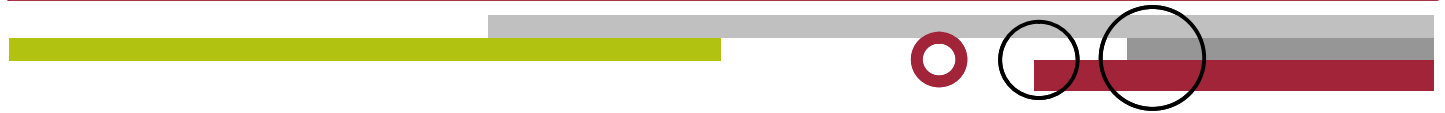
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann
Det er beregnet utlekking i punkter som viser transport ut av feltet. I tillegg er det foretatt masseberegning i referansepunktene, dette er markert i kursiv i tabellen.





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

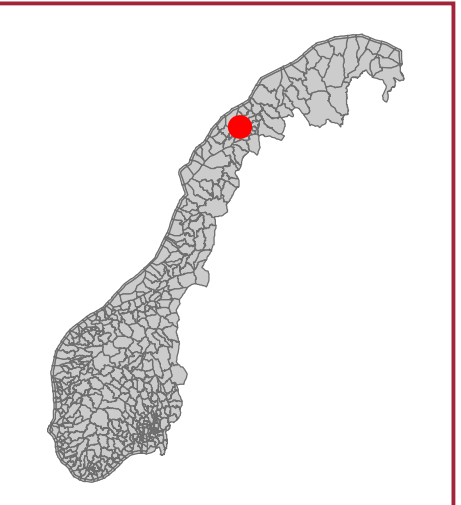
Trondenes skytefelt



Forsvarsbygg
SWECO GRØNER

	Middeltvrenning [ug/l]	Konsentrasjon i vann				Utlekking [kg/år]
		jun.06 [ug/l]	aug.06 [ug/l]	okt.06 [ug/l]	jun. 07 [ug/l]	
1	8.46	1	1.5	1.5	2.3	0.4
2	4.23	2.6	2.1	2.1	2.9	

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



Analyseresultater for Trondenes, 2006 - 2007

Stasjon		1				2			
Parameter	Enhet	15.06.2006	23.08.2006	24.10.2006	22.06.2007	15.06.2006	23.08.2006	24.10.2006	22.06.2007
Aluminium, Al	µg/l	11	10	28	60	30	i.a.	25	35
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	i.a.	6,9	<1
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	i.a.	<0,5	<0,5
Bly Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,75	i.a.	0,59	0,91
Hvitt fosfor	µg/l	*	<0,01	<0,01	<0,01	*	i.a.	<0,01	<0,01
Jern Fe	mg/l	<0,010	i.a.	0,057	0,13	0,12	i.a.	0,035	0,092
Kadmium Cd	µg/l	<0,1**	<0,1**	<0,1**	<0,1	<0,1**	i.a.	<0,1**	<0,1
Kalsium, Ca	mg/l	0,051	i.a.	0,046	0,045	0,067	i.a.	0,048	0,057
Kobber Cu	µg/l	1,0	1,5	1,5	2,3	2,6	i.a.	2,1	2,9
Konduktivitet	mS/m	34,3	i.a.	i.a.	34,8	39,8	i.a.	i.a.	40
Krom Cr	µg/l	<1**	<1**	<1**	<1	<1**	i.a.	<1**	<1
Kvikksølv, Hg	µg/l	i.a.	<0,005	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Mangan Mn	µg/l	<1	i.a.	5,9	18	5,4	i.a.	12	10
Nikkel Ni	µg/l	<1**	<1**	<1**	1,4	1,5	i.a.	<1**	1,5
pH	ph	7,9	i.a.	i.a.	8,0	7,9	i.a.	i.a.	8,0
Sink Zn	µg/l	<5	<5	5,4	5,9	12	i.a.	<5	14
TOC	mg/l	<5	i.a.	i.a.	3,6	<5	i.a.	i.a.	2,9

* prøver ikke analyser pga knuste prøveglass

i.a Ikke analysert

Prøveserien i stasjon 2, 23.08.2006 ble ikke tatt på grunn av inntørket punkt