



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

Felt med behov for tiltak i tillegg til overvåkning

Forklaring på tilstandsklasser for ferskvann finnes i Tabell 5.

MO Oslofjord Steinsjøfeltet

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

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

Regimentsmyra

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

MO Stavanger Evjemoen

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

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

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

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

Vatneleiren

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

MO Bodø Heggmoen

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

Felt med behov for overvåking

MO Oslofjord Hengsvann

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

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

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

Heistadmoen

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

Rygge

Selv om avrenningen fra Rygge er liten, og påvirkningen av resipienten (Vansjø) trolig er 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 forurensninger av kobber inne i feltet og selv om det ikke kan påvises en utlekking av kobber fra feltet anbefales det at overvåkingen fortsetter som grunnlag for å vurdere gjennomføring av tiltak.

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

MO Finnmark

Halkavarre/Porsangmoen

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

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

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

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

Høybuktknoen

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

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

Felt hvor overvåkingsfrekvensen kan reduseres

MO Bergen

Remmedalen

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

MO Stavanger

Vikesdalmoen

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

Analyser av sprengstoff og hvitt fosfor kan avsluttes.

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

Jolifjell/Sikveland

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

Lista

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

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

MO Hålogaland

Sørlimarka/Storvassbotn

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

Trondenes

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

MO Midt-Troms

Setermoen

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

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

Blåtind

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

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

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

Felt hvor det ikke finnes definerte vassdrag

MO Oslofjord

Sessvollmoen

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

Rauøy

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

Hauerseter

Feltet har ingen konsentrert overflateavrenning i bekker eller elver.

MO Trøndelag

Vågan

Feltet har ingen konsentrert overflateavrenning i bekker eller elver. Det ble under 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	Nedbørsmålinger og vannføring.....	223
12.3.3	Analyseresultater.....	225
12.3.4	Forurensingssituasjon	226
12.3.5	Konklusjon og anbefalinger.....	226
13	Markedsområde Midt-Troms	227
13.1	Setermoen	227
13.1.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	227
13.1.2	Nedbør og vanntransport	229
13.1.3	Analyseresultater.....	231
13.1.4	Forurensingssituasjonen.....	232
13.1.5	Konklusjon og anbefalinger.....	233
13.2	Blåtind	233
13.2.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	233
13.2.2	Nedbør og vanntransport	236
13.2.3	Analyseresultater.....	239
13.2.4	Forurensingssituasjonen.....	239
13.2.5	Konklusjon og anbefalinger.....	240
13.3	Mauken.....	240
13.3.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	240
13.3.2	Nedbør og vanntransport	242
13.3.3	Analyseresultater.....	245
13.3.4	Forurensingssituasjonen.....	245
13.3.5	Konklusjon og anbefalinger.....	246
13.4	Bardufoss sentralskytebane	246
13.4.1	Beskrivelse av felt og prøvepunkter	246
13.4.2	Nedbør og vanntransport	247

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

1 Innledning

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

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

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

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



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

2 Bakgrunn

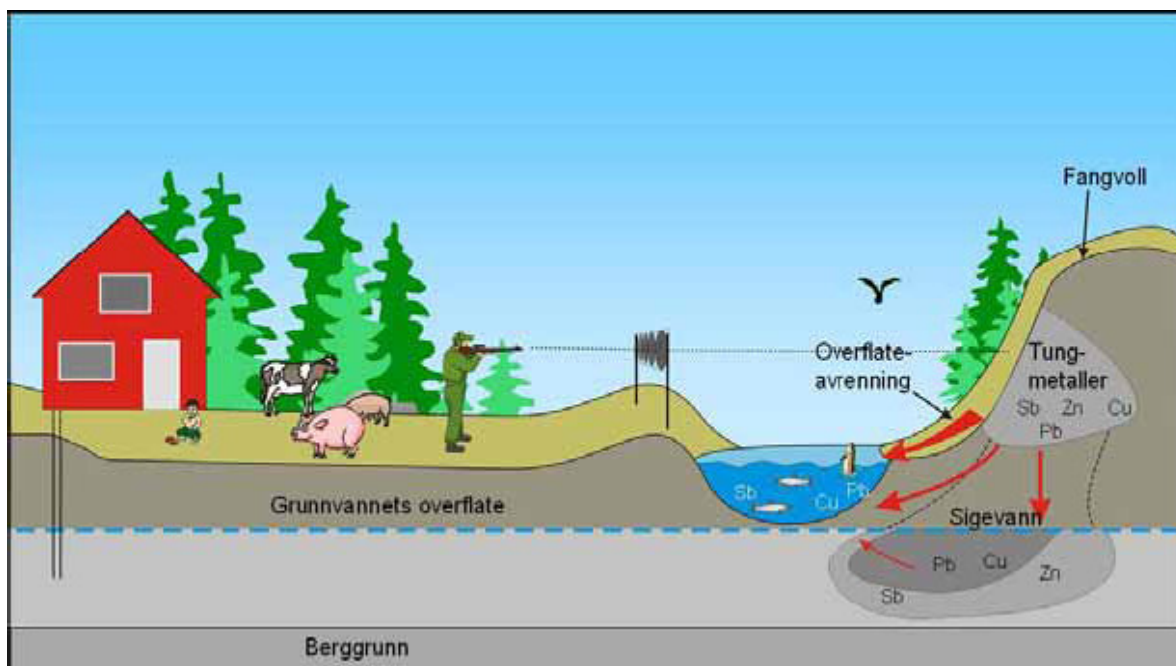
2.1 Bakgrunn

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

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

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

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



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

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

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

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

2.2 Målsetting

Målsettingen med Program Grunnforurensning har vært:

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

3 Utført arbeid

3.1 Feltarbeid

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

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

3.2 Prøvetaking

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

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

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

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

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

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

3.3 Kjemiske analyser

I "program grunnforurensning" analyseres vannprøver mht følgende parametere: Pb, Zn, Sb, Ca, Cu, Cd, Ni, Cr, As, Al, Fe, Mn, pH, ledn.evne, TOC (totalt organisk karbon), hvitt fosfor og sprengstoffrester og -nedbrydningsprodukter. I program "tungmetallovervåking" analyseres det på følgende parametere: TOC, Fe, Ca, Pb, Cu, Sb, Zn, pH, ledn.evne. Analysene utføres på prøven i sin helhet (ufiltrert/homogenisert prøve), dvs at både oppløst og partillekassosiert innhold tas med (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
Høybuktmoen	2,07	7,38	10	1:5
Jolifjell	1,6	2,1	10	1:5
Korsnes**	33	31	40	1:20
Kråkenesmarka	1,2	1,2	10	1:5
Leksdal	210	140	60	1:30
Lieslia	1,1	23	40	1:20
Lista	3,9	3,6	10	1:5
Mauken	8,1	8,2	10	1:5
Mjølfjell/Brandsetdalen	3,6	3,7	10	1:5
Ramnes/Biskaia	10	11	10	1:5
Regimentsmyra Fredrikstad	330	23	40	1:20
Remmedalen	2,7	5,8	10	1:5
Rygge**	8,7	13	10/20	1:5/1:10
Rødsmoen	5,1	2,1	10	5
Sessvollmoen	0,73	3,6	10	1:5
Setermoen	48	27	60	1:30
Setnesmoen	0,65	7,40	10	1:5
Skjellanger**	110	125	60	1:30
Steinsjøen	55	59	60	1:30
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 ferskvannsføremønstre. Parametrene er gitt i Tabell 5.

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

Tabell 5 Tilstandsklasser i ferskvann (SFT 97:04)

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

De ulike tilstandsklassene er inndelt som følger:

Tilstandsklasse I: Meget god / Ubetydelig forurenset

Tilstandsklasse II: God / Moderat forurenset

Tilstandsklasse III: Mindre god / Markert forurenset

Tilstandsklasse IV: Dårlig / Sterkt forurenset

Tilstandsklasse V: Meget dårlig / Meget sterkt forurenset

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

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

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

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

5.2 Grenseverdier for drikkevann

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

Tabell 6 Grenseverdier for drikkevann

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

5.3 Tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter

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

Tilstandsklasse I: Ingen effekt på biota/humant konsum

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

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

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

Tabell 7 Tilstandsklasser metaller i ferskvann relatert til biologiske effekter

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

5.4 Lavest biologisk risikonivå

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

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

Tabell 8 Grenseverdier for Lowest Biological Risk Level

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

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

5.5 Geologiske forhold

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

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

Bly finnes vanligvis som blyulfid (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.

7 Markedsområde Østlandet

7.1 Lieslia

7.1.1 Beskrivelse av feltet og prøvepunkter

Lieslia skytefelt ligger i Dovre kommune, Oppland fylke og dekker et areal på ca 800 da. Feltet ble tatt i bruk i 1985 og har vært kontinuerlig i bruk inntil i dag. Hovedbruker er Heimevernet, som bruker feltet i ca 40 dager i året (Forsvarsdepartementets nettsider)

Feltet er et nærøvingsfelt og består av 6 baner. Hoveddelen av aktiviteten er skyting med lette håndvåpen med kaliber 7,62 mm og 9 mm. Feltet har noe skyting med 12,7 mm, samt med 48 mm rekylkanon 1 - 2 ganger i året. Feltet har ikke blindgjengerfelt. I 2005 gikk man over til å bruke blyfri ammunisjon i feltet.

Skyteretningen på banene er inn mot en skogkledd åsrygg. Utenfor skytebanene består området hovedsakelig av skog og fjell. Det er få bekker innefor skytefeltet.

Berggrunnen består hovedsaklig av kvartsitt og kvartsglimmerskifer, med fyllitt og glimmerskifer i nord. I vest finnes også mindre områder med amfibolitt. Det meste av feltet er dekket av morene, mens det er breelvvavsetninger nærmest Lågen.

Totalt er det etablert 3 prøvepunkter på feltet. Disse punktene ble etablert der det var størst mulighet for å finne avrenning fra aktiviteten på feltet, se Tabell 36. Det er gjennomført to prøvetakningsrunder i løpet av 2007, i april (snøsmelting) og november (våt periode). Prøvetakingen i 2007 ble gjennomført av Sweco Norge og MO Østlandet. I 2008 ble det gjennomført en runde, 8. mai (våt periode), av MO Østlandet.

Tabell 36 Oversikt over prøvepunkter, Lieslia

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidligere prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk	Nordlige del av skytefeltet, kortholdsbane for kaliber 9 mm eller mindre og noe av skarpskytterbane med kaliber 12,7 mm.			
2	Stor bekk	Sydlig del av skytefeltet, feltskytebane og PV bane. Tillatte våpen er 12.7 mm og lette våpen med kaliber 7,62 mm og 9 mm			
3 Ref	Liten bekk				

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

** S = sprengstoff

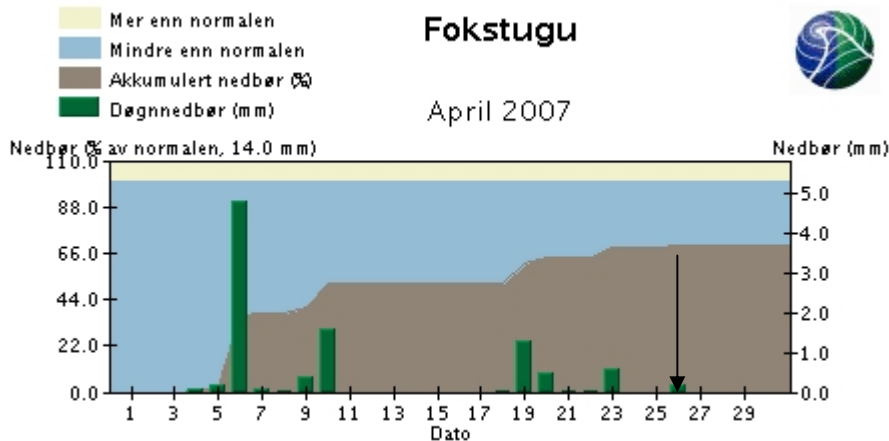
7.1.2 Nedbør og vanntransport

Figur 29, Figur 30 og Figur 31 viser nedbørsdata fra de tre prøvetakingsrunder. Nedbørsdata er hentet fra www.met.no for Fokstuga, som er nærmeste målestasjon. Prøvene fra 26. april 2007 ble tatt etter en relativt tørr periode, med lite nedbør i april. Det hadde vært noe snø i fjellet og snøsmeltingen var akkurat over, slik at det var relativt høy vannføring i bekker og

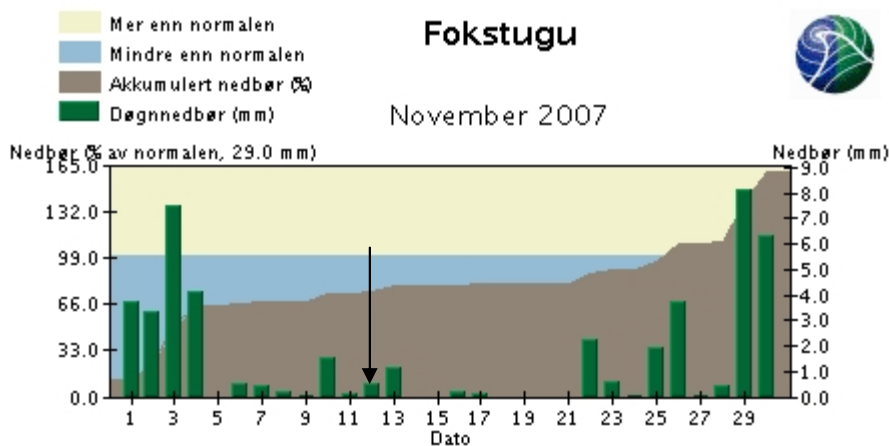
elver. Denne prøvetakingen vil derfor representere episoder etter snøsmelting på en god måte.

Som det kommer frem av Figur 30, hadde det regnet relativt mye forut for prøvetakingen den 12. november 2007. Denne serien vil derfor representere perioden etter kraftig nedbør.

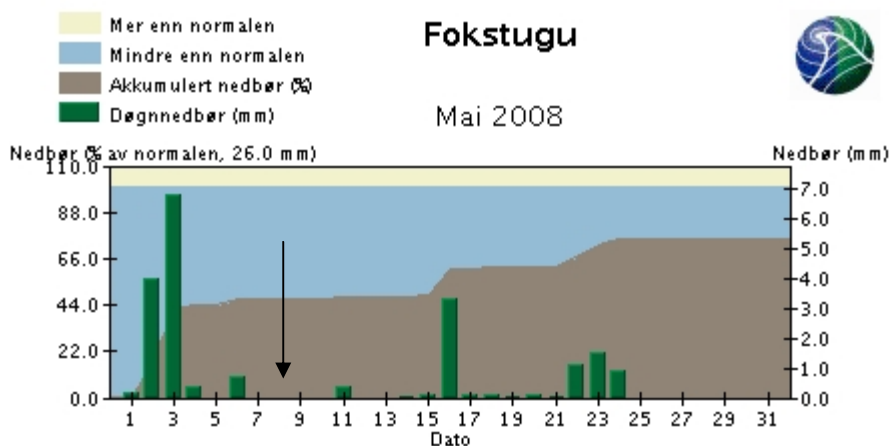
Figur 31 viser at det har regnet forut for prøvetakingen den 8. mai 2008 og prøvetakingen representerer en periode etter snøsmelting og nedbør.



Figur 29 Nedbørsdata for Lieslia (Fokstugu), april 2007

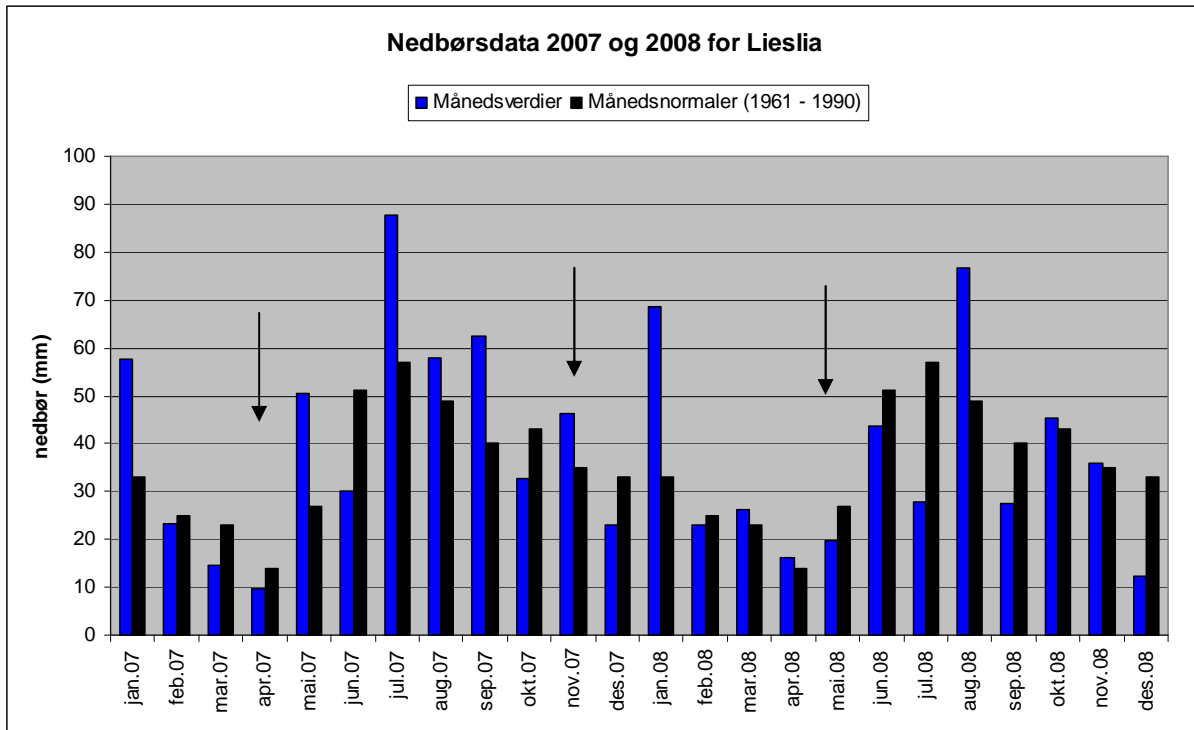


Figur 30 Nedbørsdata for Lieslia (Fokstugu), november 2007



Figur 31 Nedbørsdata for Lieslia (Fokstugu), mai 2008

Det fremgår av Figur 32, at det ved prøvetakingene i april 2007 var mindre nedbør enn normalt. Derimot var perioden juli til september 2007 svært nedbørrik. November 2007 hadde også noe mer nedbør enn normalt, mens oktober 2007 var en relativt tørr måned. I mai 2008 er det målt mer nedbør enn normalt.



Figur 32 Månedssdata av nedbør i 2007 og 2008 for Fokstuga sammenlignet med normalen.

Tabell 37 viser størrelse på nedbørfeltene og beregnet årsmiddelavrenning for samtlige prøvestasjoner. Feltarealer er tatt ut fra kart, N50.

Tabell 37 Beregnet normalavrenning for Lieslia

Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1	2,01	12,93	26,05
2	9,47	19,58	185,41
3 Ref	0,80	15,51	12,35

7.1.3 Analyseresultater

Det er hovedsakelig påvist meget god vannkvalitet (tilstandsklasse I i SFTs veileder) i vassdragene i Lieslia skyte- og øvingsfelt mht pH.

De påviste nivåer av TOC er tilsvarende tilstandsklasse II og III (1,4 – 5,5 mg/l) i prøvepunkt 1 og 2. I referansepunktet er det funnet et TOC-innhold på 2,1 – 3,8 mg/l, tilsvarende tilstandsklasse I - III. I samtlige bekker er de høyeste TOC-verdiene funnet under snøsmeltningen i april 2007.

Videre er det funnet høye konsentrasjoner av jern, især i prøvepunkt 1 (0,2 – 1,4 mg/l) og i referansestasjonen (0,028 – 4,2 mg/l). Det er målt kalsiumkonsentrasjoner på rundt 15 – 20 mg/l i alle tre prøverunder.

Analyseresultatene fra Lieslia viser konsentrasjoner av bly under deteksjonsgrensen i prøvepunktet 1 og 2 i alle tre prøverunder. Under snøsmeltningen i april 2007 er det målt

kobberkonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse V i prøvepunkt 1 og 2. For prøvepunkt 1 er det dessuten funnet høye konsentrasjon av nikkel og krom under snøsmeltningen.

I november 2007 og mai 2008 tilsvarer metallkonsentrasjonene tilstandsklasse II i prøvepunkt 1 og 2. Unntaket er kobber- og nikkelkonsentrasjonen i prøvepunkt 1 som her tilsvarer tilstandsklasse III.

Målingene av blykonsentrasjoner i referansestasjonen er under deteksjonsgrense i alle tre prøverunder. Under snøsmeltningen april 2007 er det målt nivåer av kobber og nikkel tilsvarende tilstandsklasse V i referansestasjonen. I november 2007 og mai 2008 ble målt kobber- og nikkelkonsentrasjonen tilsvarende tilstandsklasse II.

Det er ikke påvist antimon i Lieslia skytefelt.

I samråd med Forsvarsbygg er det ikke analysert for hvitt fosfor eller sprengstoff.

7.1.4 Forurensingssituasjon

Vannkvaliteten i vassdragene i Lieslia skyte- og øvingsfelt er hovedsakelig meget god mht pH (7,2 – 7,5), mens den er god til mindre god mht TOC (1,4 - 2,1 mg C/l). Innholdet av partikler/humus i vassdragene kan sees som naturlig tilførsel. Videre er det påvist en høy jernkonsentrasjon under snøsmeltningen i 2007.

Blykonsentrasjonene i avrenningen fra feltet ligger under deteksjonsgrensen i alle prøvetakingsrunder, og antimon er ikke påvist. Det er påvist konsentrasjoner av kobber (8 - 23 µg/l) under snøsmelting med høy vannføring i april 2007 på Lieslia i alle stasjonene. I prøvepunkt 1 er det i tillegg målt konsentrasjoner av nikkel og krom tilsvarende henholdsvis tilstandsklasse III og IV.

Referanseprøven viser variasjon i innhold av kobber, nikkel og til en viss grad bly, og konsentrasjonene var i april 2007 høyere enn målt i avrenningen fra skytefeltet. Det er funnet en viss samvariasjon mellom økning i kobber og nikkel mellom prøvestasjonene og referansestasjonen.

Utlekkingsberegninger for Lieslia vises i Tabell 38. Den viser at den største utlekking av kobber skjer via punkt 2 med henholdsvis 181 kg/år. Dette skyldes stor vannføring i bekken sammenlignet med andre vassdrag på Lieslia.

Tabell 38 Beregnet årlig utlekking fra Lieslia

Punkt	Utlekking, kg/år			Sink
	Antimon	Bly	Kobber	
1			9,26	
2			180,88	
Sum			190,14	
3 Ref		0,17	2,62	2,39

Tabell 39 viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter. For bly og sink tilsvarer de påviste konsentrasjonene tilstandsklasse I – II (meget lav – lav effekt). For kobber tilsvarer de påviste konsentrasjoner tilstandsklasse I og II i SFTs ferskvannsveileder. Det bør bemerkes at TOC og jerninnholdet på samme tidspunkt var høye og dermed kan skadeeffekten på dyreliv være redusert på grunn av at metallionene kan være bundet til TOC og/eller jern.

Tabell 39 Resultater for metaller fra Lieslia, 2007 og 2008. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1			2		
Parameter	Enhet	26.04.07	12.11.07	08.05.08	26.04.07	12.11.07	08.05.08
Bly, Pb	mg/l	<0,5	<0,5	<0,6	<0,5	<0,5	<0,6
Kobber, Cu	µg/l	13	1,6	2,19	8,1	1,2	1,03
Sink, Zn	µg/l	<5	<5	<4	<5	<5	<4

7.1.5 Konklusjon

Det er påvist høye konsentrasjoner av kobber under snøsmelting i 2007 i de tre prøvetatte bekkene, inkludert referansebekken. Blykonsentrasjonene ligger under deteksjonsgrensen i alle prøvetakingsrunder, og antimon er ikke påvist. Referanseprøven viser ellers naturlig bakgrunnsinnhold av kobber og bly. 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.

7.2 Rødsmoen og Rena leir

7.2.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Rødsmoen øvingsfelt er cirka 40 km² og er et nærøvingsfelt med håndgranatbane og innskytingsbane for stridsvogner. I tillegg kommer rikosjettområde, sone 2, i nord på ca. 7 km². I tilknytning til Rødsmoen er Rena leir etablert. I Rena leir er cirka 1 km², der det er anlagt fire skytebaner.

Berggrunnen i Rødsmoen og Rena leir inneholder et stort utvalg av de senprekambriske bergartene i skyvedekket som er betegnet Osen-Røa dekket. Det er mest sandsteiner, kvartsitter og konglomerater, men også innslag av skifre og kalkstein (Biriformasjonen).

Biriformasjonens kalksteiner og skifre finnes i et bånd som fra Ygelsjøene gjør en bue mot øst og nord, og som så krysser Rødsmoen skytefelt fra øst til vest nord for Granåsen. Bånd av disse bergartene med retning ØNØ finnes også gjennom Rena leir og ved Kåsmoen litt lengre nord.

I henhold til NIVA (1994) er det på Rødsmoen store vekslinger i løsmasseavsetningenes karakter og mektighet. Det er grunn til å tro at vannet som renner av på morene og fra fjell i høyere liggende områder, infiltrerer i breelavsetninger.

For Rødsmoen øvingsfelt og Rena leir skulle det vært en overgangsperiode frem til høsten 2007 for bruk av blyholdig ammunisjon, men det ble gitt dispensasjon fra forbudet mot blyholdig ammunisjon frem til 01.06.08. I forbindelse med leirskytebanene ble det i 2007 etablert nye renseanlegg for sigevannet fra sandvollene. Renseanleggene er testanlegg og er av forskjellig konstruksjon. Dette er for å teste den beste metode for tilbakeholdelse av antimon.

Rødsmoen har tillatelse til virksomhet etter Forurensningsloven (SFT 2004), og følger derfor et eget overvåkingsprogram der prøvene tas seks ganger årlig. Alle resultatene er rapportert i Sweco 2007. MO Østlandet har ansvar for å følge opp tillatelsen.

I forbindelse med Program Grunnforurensning ble det lagt til noen ekstra målestasjoner (R5, R6 og R7). R6 viser avrenning ut fra feltet i syd, og R7 er en referansestasjon. Disse stasjoner ble prøvetatt i april, august og september. Forsvarsbygg foreslo å legge et

målepunkt i Ygla, mellom grensen for skytefeltet og flyplassen, for ikke å få avrenning fra flyplassen med i utlekkingsberegningene. Dette ble ikke tatt, delvis på grunn av kommunikasjonssvikt og delvis fordi MO Østlandet ønsket at R2 skulle benyttes som punkt for å beregne avrenning. For delvis å kompensere for dette beregnes avrenningen ut av feltet i stedet for R4, som ligger lengre opp i Ygla.

Tabell 40 viser en oversikt over type baner på Rødsmoen øvingsområde og Rena Leir.

Tabell 40 Type baner på Rødsmoen øvingsfelt og Rena Leir

Bane	Bruksområder
A	Forsvarsbane. 30 infanterimål, 11 stridvognsmål og 1 bevegelig målbane. I tillegg brukes banen til kontrollskyting/innskyting av håndvåpen.
B-1	Angrepsbane. Forsvarsbane. 30 infanterimål, 11 stridvognsmål og 1 bevegelig målbane. I tillegg brukes banen til kontrollskyting/innskyting av håndvåpen.
B-2	14,5 mm bane. Innlegg M-72 og 84 RfK øving. Her anvendes også håndvåpen.
C/E	PV bane og stålsprengninger. Innskytingsbane. Dessuten er det mål for skyting med M-72, 84 mm RfK, ERYX. Mål for skyting med stridvogn og SPV alle typer ammunisjon
D	Luftmålbane miniatyr. Kun kortholdsammunisjon
F	Nærstrid og kontraktdrillbane. Anvendelse av håndvåpen, øvingsgranat og øvingssystem M72, 9 og 21 mm
G	Håndgranatbane.
H	Sprengningsfelt og skyttergravsystem. Maks. Ladning ved objektsprengninger: 7 kg og maks. Ladning ved tilvenningsøvelser: 15 kg.
BT	Bane for laser øvingssystemer
B1	Vendemålsbane 25 m. Tillatte våpen: AG-3, MP-5 og pistol i alle kaliber
B2	Kortholdsbane 50 m. Våpen med kaliber lik eller mindre enn 11, 25 mm, 84 mm RfK øvingssystem 7, 62 mm
B3	Standplass for 100, 50 og 30 meter. Våpen med kaliber lik eller mindre enn 11, 25 mm, 84 mm RfK øvingssystem 7, 62 mm
B4	Elektronisk geværskytebane. Våpen med kaliber lik eller mindre enn 7, 62 mm (kun helmantlet)

Tabell 41 viser oversikt over prøvepunkter på Rødsmoen og Rena leir. Vassdrag i Rødsmoen som er blitt overvåket er Ygla, Ygleklettbecken og Stormobekken samt en referansestasjon. Videre er det tatt prøver oppstrøms og nedstrøms alle skytebaner på Rødsmoen i forbindelse med miljøovervåkingen ved Rødsmoen i regi av Forsvarsbygg Utvikling Øst (FUØ).

I Rena Leir er det tatt prøver i Kildebekken, som drenerer hele Rena Leir. Det er også tatt prøver ved skytebanene på Rena Leir. Videre er Ygla prøvetatt med hensyn til bunndyr, og resultatene er rapportert i Sweco 2007. I tabeller og kart er kun de tre prøverundene som er gjennomført i Program Grunnforurensning, rapportert. De resterende resultatene finnes i egen rapport.

Tabell 41 Oversikt over prøvepunkter, Rødsmoen og Rena Leir

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
R1	Middels bekk	PV bane og stålsprengninger. Innskytingsbane. Dessuten er det mål for skyting med M-72, 84 mm RfK, ERYX. Mål for skyting med stridvogn og SPV alle typer ammunisjon. Håndgranatbane.	LAI	x	

R2	Stor bekk	Nedslagsfelt er hele Rødsmoen skytefelt inklusiv flyplassen	LAI	x	Nedslagfeltet inneholder alle de øvrige målepunkter
R3	Liten bekk	30 infanterimål, 11 stridvognsmål og 1 bevegelig målbane. I tillegg brukes banen til kontrollskyting/innskyting av håndvåpen.	S, LAI	x	
R4	Liten bekk	Nedslagsfelt hele det nordvestlige øvelsesområde	LAI	x	Kun prøvetatt 2007
R5	Liten bekk	Sprengningsfelt	S, LAI		
R6	Liten bekk	skytebaner og asfalterte plasser i Rena Leir	LAI		
R7 (ref)	Liten bekk	Referensepunkt	LAI		
AV1	Liten bekk	Forsvarsbane. 30 infanterimål, 11 stridvognsmål og 1 bevegelig målbane. I tillegg brukes banen til kontrollskyting/innskyting av håndvåpen.			
AV2	Liten bekk				Nedstrøms AV1
CV1	Liten bekk	PV bane og stålsprengninger. Innskytingsbane. Dessuten er det mål for skyting med M-72, 84 mm RFK, ERYX. Mål for skyting med stridvogn og SPV alle typer ammunisjon			
CV2	Liten bekk				Nedstrøms CV1
FV1	Liten bekk	Nærstrid og kontrakttdrillbane. Anvendelse av håndvåpen, øvingsgranat og øvingssystem M72, 9 og 21 mm			
FV2	Liten bekk				Nedstrøms FV1
B1V1	Liten bekk				Oppstrøms R3
B2V2	Liten bekk/sig	14,5 mm bane. Innlegg M-72 og 84 RfK øving. Her anvendes også håndvåpen.			
ØVB1	Liten bekk	Vendemålsbane 25 m. Tillatte våpen: AG-3, MP-5 og pistol i alle kaliber. Skyttes i vold på betongsåle			Prøver tatt i kum
ØVB2	Liten bekk	Kortholdsbane 50 m. Våpen med kaliber lik eller mindre enn 11, 25 mm, 84 mm RFK øvingssystem 7, 62 med mer Skyttes i vold på betongsåle			Prøver tatt i kum
ØVB3	Liten bekk	Standplass for 100, 50 og 30 meter. Våpen med kaliber lik eller mindre enn 11, 25 mm, 84 mm RFK øvingssystem 7, 62 med mer. Skyttes i vold på betongsåle			Prøver tatt i kum
ØVB4	Liten bekk	Elektronisk geværskytebane. Våpen med kaliber lik eller mindre enn 7, 62 mm (kun helmantlet). Skytes i voll på betongsåle			Prøver tatt i kum

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

** S = sprengstoff, LAI = labilt aluminium

7.2.2 Nedbør og vanntransport

Tabell 42 viser størrelsen på nedslagsfeltene og den beregnet middelavrenning i bekkene. I prøvepunktene ØVB1, ØVB2, ØVB3 er feltene for små til å kunne beregne middel avrenning.

Tabell 42 Beregnet normalavrenning for Rødsmoen

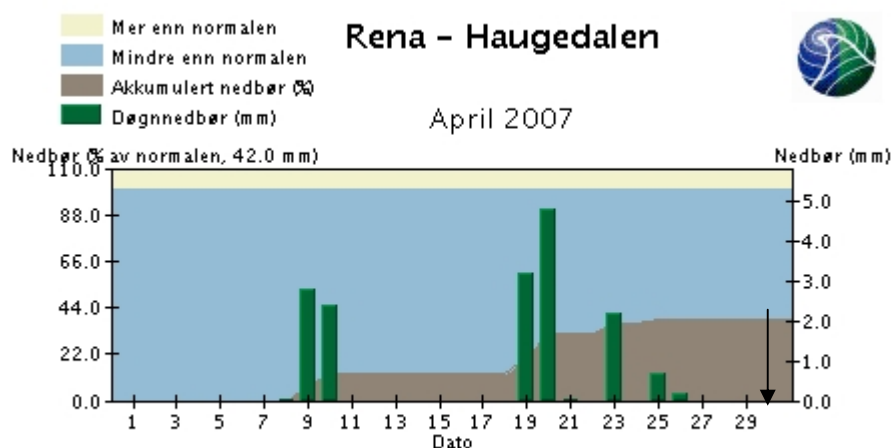
Punkt	Areal	Avrenning 1961-90	Avrenning, middel
	km ²	l/skm ²	l/s
R1	4,549	14,45	65,71
R2	23,682	14,41	341,25
R3	1,632	17,02	27,78
R4	5,055	16,09	81,31
R5	3,922	16,45	64,51
R6	0,673	14,07	9,47
R7 Ref	3,297	13,72	45,25
AV2	0,754	15,80	11,91
AV1	0,364	16,75	6,10
CV1	0,398	17,26	6,87
CV2	0,51	17,02	8,68
B2V2	0,05	15,03	0,75
FV2	0,393	17,49	6,87
FV1	0,269	17,98	4,84
B1V1	0,406	18,43	7,48
ØVB4	0,136	14,70	2,00
ØVB2			
ØVB1			
ØVB3			

Figur 33 og Figur 34 og Figur 35 viser nedbørssituasjonen ved de tre prøverunder i 2007. Prøverundene i 2007 avspeiler ulike nedbørssituasjoner, selv om det kan være store variasjoner i værforhold mellom prøvetakingssted og plasseringen av værstasjonen.

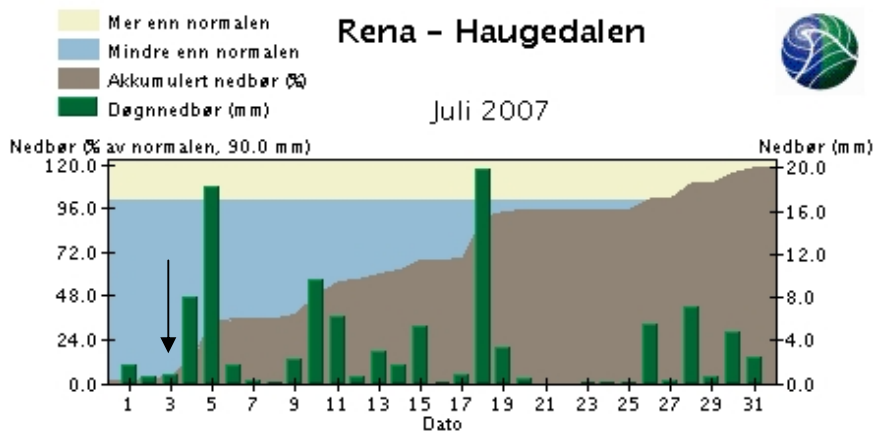
Ved prøverunden i april 2007 var det stor vannføring i bekkene. Generelt var det kaldere og mindre nedbør før prøvetakingen. Enkelte steder var det litt snø på bakken og prøverunden representerer slutten av snøsmeltingen.

Ved prøverunden i juli 2007 var det lite vann i bekkene. Generelt var det varmere og mindre nedbør forut for prøvetakingen.

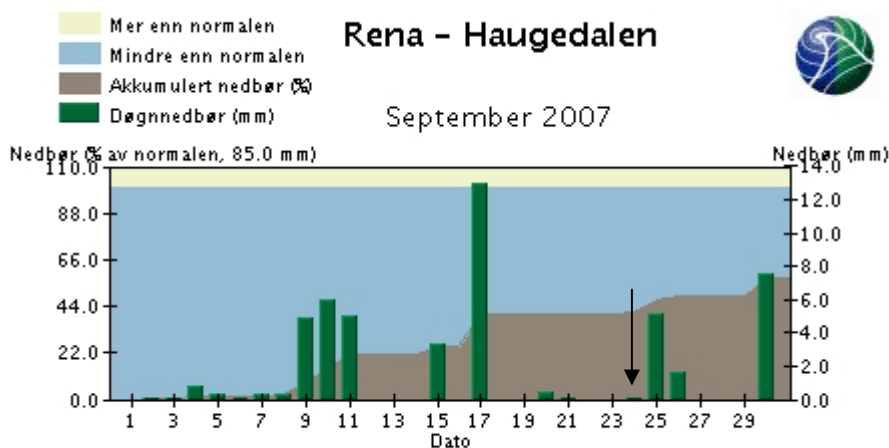
Før prøvetakingen i september var det nedbørepisoder som medførte økt vannføring i bekkene. Dette betraktes som middels vannføring.



Figur 33 Nedbørsdata for Rena- Hagedalen, april 2007



Figur 34 Nedbørsdata for Rena- Hagedalen, juli 2007



Figur 35 Nedbørsdata for Rena- Hagedalen, september 2007

7.2.3 Analyseresultater

Tabellene viser de målte resultater fra 2007 for hver målestasjon for de tre prøverunder som inngår i program grunnforurensing. Tilstanden for de enkelte metaller i de ulike bekkene er vurdert opp i mot SFTs veileder for miljøkvalitet i ferskvann.

Målingene fra prøverunden 30. april viser en pH-variasjon på 6,5 – 7,8, hvorav den laveste pH-verdi er målt i R7 (referanse) og den største er målt i R6. Videre varierer konsentrasjonen av TOC fra 4,9 til 12 mg/l, hvor de største konsentrasjoner ble målt i R2 og R4. Målinger av tungmetaller viser stort sett lave konsentrasjoner unntatt R3 og R6. Her er kobberkonsentrasjonen tilsvarende tilstandsklasse III. Videre er det i R6 målt antimon konsentrasjon på 1,1 µg/l. På grunn av stor aktivitet i feltet var det ikke mulig å ta prøver opp- og nedstrøms skytebanene (AV1, AV2, CV1, CV2, B2V2, FV2, FV1, B1V1, ØVB1 – ØVB4).

Målingene fra prøverunden den 3. juli viser en økning i pH-verdier (5,6 – 7,6) for alle bekkene. TOC-konsentrasjonene ligger på samme nivå som, eller lavere enn, tidligere prøverunde i april. Målingene av tungmetaller viser fortsatt lave verdier av kobber og bly i

bekkene, med unntak av blykonsentrasjonen i R2 og kobberkonsentrasjonen i R3. For prøvepunktet R3 er det skjedd en økning i kobberkonsentrasjonen fra 1,5 µg/l til 1,9 µg/l mellom de to prøverunder. Konsentrasjoner av bly og kobber i prøvepunktene B2V2 og ØVB1 – ØVB4 tilsvarer tilstandsklasse V, hvor den største konsentrasjonen av bly og kobber er målt i prøvepunktet ØVB2. I FV1 (oppstrøms bane F) er det målt en kobberkonsentrasjon tilsvarende tilstandsklasse III og en blykonsentrasjon under deteksjonsgrensen. Nedstrøms bane F i prøvepunktet FV2 er det målt en kobberkonsentrasjon tilsvarende tilstandsklasse IV og en blykonsentrasjon tilsvarende tilstandsklasse III.

Videre ble det 3. juli også målt antimon konsentrasjoner i, B2V2 og ØVB1 – ØVB4 hvorav den laveste konsentrasjon av antimon er målt i B2V2 på 47 µg/l og den største i ØVB2 på 1700 µg/l. Prøven tatt i AV2 ble tapt i forsendelsen til laboratoriet.

Målingene fra prøverunden 24. september viser at for prøvepunktene R2 og R3 er tilstandsklassen for kobber og bly i bekkene forbedret i forhold til målingene 3. juli. I prøvepunktet R6 er kobberkonsentrasjonen økt i forhold til de andre prøverunder fra 1,5 µg/l til 2,1 µg/l.

pH-verdiene har økt i samtlige bekker, mens TOC-innholdet stort sett er redusert i nesten alle prøvene. Målingene i prøvepunktene AV1-2, FV1-2, CV1-2, B2V2 og ØVB1-B4 viser stort sett samme tilstandsklasser, som målt i prøverunden i juli. Konsentrasjonsnivåene av bly, kobber og antimon er dog forbedret med unntak av ØVB1 og B2V2. I Prøvepunktet ØVB1 er konsentrasjonene av bly økt fra 100 µg/l i juli til 5500 µg/l i september. For kobberkonsentrasjonen er det i prøvepunktet ØVB1 også skjedd en økning i konsentrasjonen på 11 µg/l til 150 µg/l.

Da det ikke var mulig å ta prøve i april på prøvepunktene AV1-2, FV1-2, CV1-2, B2V2 og ØVB1-B4 ble det i stedet tatt prøve i november 2007. Tilstandsklassene for bly og kobber i prøvepunktene AV2, B2V2 og ØVB1 – ØVB4 viser tilsvarende tilstandsklasser som ved de tidligere prøverunder. Konsentrasjonene av bly i B2V2 og ØVB1 – ØVB4 er forbedret i forhold til prøverunden i november. Unntaket er konsentrasjonen av bly i prøvepunktet AV2, hvor konsentrasjonen av bly er økt fra 1 µg/l til 18 µg/l mellom de to prøverunder. Konsentrasjonen av kobber er økt i prøvepunktene AV2, AV1, CV1 og FV1.

Det er i ingen av prøverundene påvist sprengstoffrester i prøvepunktet R5.

7.2.4 Forurensingssituasjon

De laveste pH-verdier (6,5 -6,8) ble registrert under vårløsningen og ved høy avrenning. TOC verdiene viste samme variasjonsmønster som pH, med høyeste verdier under vårløsningen og høy avrenning.

Konsentrasjonen av bly og kobber i prøvepunktene R1 - R7 kan generelt betraktes som lave (tilstandsklasse I for bly og tilstandsklasse II for kobber) Det er målt episodisk økning av kobber eller bly i prøvepunktene R2 og R6. I forbindelse med snøsmeltningen er det målt en antimonkonsentrasjon på 1,1 µg/l i prøvepunktet R6.

I R3 er det funnet forholdsvis høy kobberkonsentrasjon i forbindelse med program grunnforurensing. I forbindelse med overvåkingen av regi FUØ er det også tidligere registrert episodisk høye konsentrasjoner av kobber og bly (Sweco 2007). Det er blitt påvist en gradvis økning i kobberkonsentrasjonen fra 2000 – 2007 i R3 (Sweco 2007). Videre er det tidligere registrert en vis samvariasjon mellom pH og TOC, men prøverundene i forbindelse med program grunnforurensing 2007 viser dog ikke samme tendens. Nedslagsfeltet til R3 inneholder prøvepunktene B1V1, FV1 og FV2. Prøvepunktene FV1 som er plassert oppstrøms skytebanene har også forhøyede konsentrasjoner av kobber, som tyder på en

naturlig utlekking av kobber i dette området. Resultatene tyder på at Bane B1 kan være kilde til utlekking av bly, kobber til R3.

Nedslagsfeltet til prøvepunktet R2 inneholder hele Rødsmoen øvingsfelt og flyplassområdet. Prøvepunktet R4 er tatt for å fange opp eventuell utlekking fra banene i nord og her er det kun målt lave konsentrasjoner av metaller. Prøvepunkt R1 er tatt for å fange opp eventuelt utlekking fra CV1 – CV2 og her er også kun målt lave konsentrasjoner. Dette betyr at målingen av bly i juli i prøvepunktet R2 enten skyldes utlekking fra flyplassområdet eller utlekking fra bane A eller bane B2. I forbindelse med overvåking regi FUØ er det tidligere målt bly, sink og kobber konsentrasjoner som kan tyde på utlekking fra bergarter/løsavsetninger (Sweco 2007) Resultatene fra B2V2 tyder på utlekking av bly, kobber og antimon. Det må poenteres at prøve B2V2 er tatt i sig/bekk med liten vannføring nær banen og konsentrasjonene sannsynligvis vil raskt avta lengere nedstrøms banen. Siget renner inn i et myrområde som også vil filtrere bort metaller, før det renner videre ut i bekken.

Konsentrasjonen av kobber er forholdsvis høy i R6, og det er i forbindelse med snøsmeltningen målt antimon. Analyseresultatene viser også høye konsentrasjoner av bly og kobber i avrenningen fra leirskyttebanene (prøvepunkt ØVB1 – ØVB4) svarende til tilstandsklasse V. Prøvepunktet R6 mottar avrenningen fra leirskyttebanene og alle asfalterte plasser på Rena leir. På Rena Leir er det relativt stor trafikk av militære kjøretøyer og personbiler. Forurensninger fra veg inneholder bl.a. kobber, sink og bly. Forurensningene er gjerne høyere om vinteren, fra blant annet oppvarming og oppstartning av kalde kjøretøy, samt bruk av piggdekk.

På leirskyttebanene har det i 2007 vært en del gravarbeider rundt banene pga et sikkerhetsproblem med rikosjetter. Høsten 2007 er renseanlegg installert på alle banene. I forbindelse med overvåkingen i regi FUØ er det registrert en økning i målte konsentrasjoner i 2007 i forhold til tidligere år (Sweco 2007). Disse mekaniske forstyrrelser på skytebanene kan høyst sannsynlig ha medført økt utlekking av metaller på leirskyttebanene.

Det er ikke mulig å påvise om målte konsentrasjoner i R6 skyldes leirskyttebanene eller andre kilder. Det er heller ikke mulig å vurdere om det er skjedd en endring over tid, i og med det ikke har vært målt i R6 i den tidligere overvåkingen NIVA gjennomførte i regi av Forsvarsbygg. I 2007 er det besluttet å lage renseanlegg ved leirskyttebanene for å minske risikoen for forurensning nedstrøms leiren.

Utlekkingsberegninger for Rødsmoen og Rena Leir ses av Tabell 43. Den viser at utlekking skjer via R6 med henholdsvis 0,16 kg/år for antimon, 0,5 kg/år for kobber og 2,66 kg/år for sink. Den største utlekking skjer via AV2 med henholdsvis 0,21 kg/år for antimon, 4,26 kg/år for bly, 7,86 kg/år for kobber og 11,77 kg/år for sink. Prøvepunktet AV2 er prøvetatt 2 ganger i 2007. For å ha et tall i utlekkingsberegning er det tatt med målinger fra den 24. oktober 2006. Konsentrasjonene målt høsten 2006 ligger jevnt høyere enn ved målinger tatt ellers på året. Ved å bruke denne målingen fra oktober 2006 sammen med de to nyeste høstmålingene vil dette overestimere utlekkingen noe. Bekken der A2 er plassert renner inn i en brann dam, der metaller vil kunne sedimenteres før bekken faktisk forlater skytefeltet. For å få et bedre tall på hvor mye metaller som faktisk forlater feltet skal prøvepunktet i den videre overvåkingen flyttes til utløp av brann dammen.

Alle målinger i R1 og R4 er under deteksjonsgrensen og det kan derfor ikke beregnes utlekking.

Tabell 43 Beregnet årlig utlekking for Rødsmoen og Rena Leir

Vassdrag	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
AV2	0,21	4,26	7,86	11,77
R1				
R4				
R6	0,16		0,5	2,66
Sum	0,37	4,26	8,36	14,43

Tabell 44 viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter. Det er påvist konsentrasjonene av bly, kobber eller sink som tilsvarer tilstandsklasse I – IV (meget lav – høy effekt). Punkt AV2 representerer imidlertid en liten bekk, og analysene fra R2 nedstrøms AV2 viser mye lavere konsentrasjoner. I R2 ble det i 2007 utført biologiske undersøkelser, som viste at den økologiske status er god (Sweco 2007). Dette viser, at de høye konsentrasjoner i AV2 har liten betydning for den biologiske status lengre nedstrøms. Som nevnt vil sannsynligvis metaller sedimentere i branddammen før bekken renner ut av skytefeltet.

Tabell 44 Resultater for metaller fra Rødsmoen og Rena leir, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (se Tabell 7).

Stasjon		AV2			R1		
Parameter	Enhet	03.07.07	24.09.07	02.11.07	30.04.07	03.07.07	24.09.07
Bly, Pb	µg/l		1	18	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l		14	44	<1	<1	<1
Sink, Zn	µg/l		12	72	<5	<5	<5

Stasjon		R4			R6		
Parameter	Enhet	30.04.07	03.07.07	24.09.07	30.04.07	03.07.07	24.09.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	<1	<1	<1	1,5	1,4	2,1
Sink, Zn	µg/l	<5	<5	<5	5,7	10	11

7.2.5 Konklusjon

På bakgrunn av målingene på Rødsmoen og Rena leir kan konsentrasjonen av bly og kobber i prøvepunktene R1 – R7 betraktes som lave. Det er målt episodisk økning av kobber eller bly i prøvepunktene R2 og R6. I R3 er det påvist gradvis økning av kobber.

I forbindelse med snøsmeltningen er det påvist antimon i prøvepunktet R6. Videre er det påvist høye konsentrasjoner i prøvepunktene AV2, B2V2 og ØVB1- ØVB4. Konsentrasjonene av metaller på enkelte skytebaner i Rødsmoen er økt i 2007 i forhold til tidligere. Det er sannsynlig at mekaniske forstyrrelser (graving m.m.) har medført økning i utlekking av metaller ved enkelte målepunkter.

På grunn av fortyningseffekten har de påviste konsentrasjoner ved skytebanene på Rødsmoen liten betydning for vannkvaliteten i bekkene som renner ut av Rødsmoen (punkt R1 og R4).

Det er i punkt nr AV2 på Rødsmoen målt høye konsentrasjoner av bly og kobber. Beregningene av utlekkingen viser i tillegg at den største utlekking skjer i nettopp dette punktet. Bekken der A2 er plassert renner inn i en branddam, der metaller vil kunne sedimenteres før bekken faktisk forlater skytefeltet. For å få et bedre tall på hvor mye

metaller som faktisk forlater feltet skal prøvepunktet i den videre overvåkingen flyttes til utløp av branddammen. Analyseresultatene fra prøvepunkt nedstrøms i R2 viser generelt lave konsentrasjoner, men episodisk høye konsentrasjoner. Resultatene tyder på at bane A kan være kilde til denne episodiske økning av bly, kobber i R2. Det bør allikevel klarlegges i 2008 hva som er årsaken til de episodisk høye konsentrasjoner av bly i R2 samt det skal avklares om det skal utføres tiltak på bane B1 som drenerer til R3. Selv om det er målt episodisk høye konsentrasjoner av bly i R2, er det økologiske status klassifisert som god (Sweco 2007).

Det bør fortsettes med overvåkingen av prøvepunktet R6 for å vise om tiltakene utført på leirskytebanene fungerer.

7.3 Terningmoen

7.3.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Terningmoen ligger i Elverum kommune og er et av Forsvarets eldste skytefelt. Det ble etablert mot slutten av 1800 tallet. Leirområdet på Terningmoen er på cirka 1 km², men det tilgrensende skyte- og øvingsområde er omkring 2,3 km² (Forsvarsdepartementets nettsider).

Selve leiren ligger på elvesletten cirka en halv kilometer vest for Glomma og Elverum sentrum. Skyte- og øvingsområdet syd og sydvest for leirområdet ligger i et mer kupert og skogkledd terreng. Området avvannes av flere mindre bekker som renner ut i Terningåa (Forsvarsbygg, 2002). Geologisk består området av grus, sand- og siltholdige jordarter (Scandiaconsult, 2002). I praksis er det breelavsetninger i de lavereliggende områdene og tykt morenedekke og partier med myr, torv og ellers bart fjell i de høyereliggende områdene. Berggrunnen består av øyegneis/granitt/foliert granitt, samt tilgrensede gabbro/amfibolitt i NV.

På Terningmoen er det cirka 33 baner, hvorav de fleste er beliggende i den nordlige del av øvingsområdet. I tillegg har området 2 blindgjengerfelt, som er plassert i henholdsvis den nordøstlige og nordvestlige del. På Terningmoen skytes det med håndvåpen, raketter, granater og bombekastere (NIVA, 2004). Det har i tillegg vært benyttet granater med hvitt fosfor. Det brukes fremdeles blyholdig ammunisjon på Terningmoen.

Primært blir Terningmoen brukt til militære formål, men det er også lagt ut baner som brukes av sivile. Terningmoen er preget av stor aktivitet hele året. Av de to blindgjengerfeltene er det kun feltet i nordøst som blir brukt. Den består av skog, myr og fjellgrunn. Primært skytes det ut mot en jordslette med en mindre beplantning av busker. På banene i nord skytes det ut mot et varierende dekke, men generelt er andelen av myr stor.

Det er gjennomført to prøvetakningsrunder i løpet av 2006, 15. september (tørr periode) og 19. oktober (våt periode). I 2007 ble det gjennomført tre runder, 2. april (snøsmeltningen), 15. september (tørr periode) og 3. november (våt periode).

På Terningmoen er det i 2007 valgt ut 12 prøvepunkter. Etter Program Grunnforurensning ble avsluttet etter snøsmeltningen i 2007, ble 4 prøvepunkter tatt ut, som er punkt 26, 27, 29 og 32. Det er derfor valgt ikke å beregne utlekking av disse punkter. Plasseringen av punktene er gjort ut fra kjennskap til militær aktivitet, avrenning og fremkommelighet. Feltet er tidligere prøvetatt av NIVA gjennom Forsvarsbyggs overvåkningsprogram.

Det er analysert for hvitt fosfor i alle prøvepunktene bortsett fra referansepunktene. Vannprøver fra punktene 20, 21, 23, 33 og 24 ble analysert for innhold av sprengstoff, da disse drenerer nedslagsfelt for krumbanevåpen. Videre er det i 2007 tatt analyser av labilt AL.

Tabell 45 Oversikt over prøvepunkter, Terningmoen.

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1 Ref	Liten elv		LAI		Prøvetatt oppstrøms RV 25
20	Liten bekk	Nedslagsfelt i største blindgjengerfeltet på Terningmoen Øst.	S, LAI	x	Nedslagfeltet inneholder også pkt 21
21	Liten bekk	Nedslagsfelt største blindgjengerfeltet på Terningmoen Øst. Drener også håndgranatbane, lerduebane og kortholdsbane 0 – 100 m	S, LAI	x	
22	Middels bekk	Nedslagsfelt største blindgjengerfeltet på Terningmoen Øst	LAI	x	Kun prøvetatt 2007
23	Liten bekk	Drenerer en rekke forskjellige skytebaner.	S, LAI		Bekk med utløp oppstrøms punkt 33
24	Liten bekk	Drenerer kun blindgjengerfeltet i den vestlige del	S, LAI		Bekk med utløp oppstrøms punkt 33
25	Liten bekk	Nedslagsfelt i en liten del av det vestlige blindgjengerfeltet.	S, LAI		
26	Liten bekk	Hagasætre drenerer den sydligste del av øvingsområdet.			Utgikk fra overvåkingen i april 2007
27	Liten bekk	Drenerer sydlige del av øvingsområde			Utgikk fra overvåkingen i april 2007
28	Liten bekk	Drenerer den sørøstlige del av øvingsområde før utløp til Terninga	LAI		
29	Liten bekk	Drenerer sydøstlige av øvingsområde			Utgikk fra overvåkingen i april 2007
30	Liten bekk	Drenerer det sydligste del av øvingsområdet	LAI		Området er lagt ut til særlig viktig naturområde.
31	Liten bekk		LAI		
32	Liten bekk	Drenerer det østlige del av øvingsområdet før utløp i Damtjernbekken.			Utgikk fra overvåkingen i april 2007
33	Middels elv	Drenerer hele den nordlige del av øvingsområde	LAI		Kun prøvetatt nov. 2007
34 Ref	Liten elv	Dreneringsfelt oppstrøms skytefelt.	LAI	x	Påvirkning fra trafikk på RV 3 og har tidligere vært forurenset av bly fra en nedlagt lerduebane (lokalisering ukjent).

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

** S = sprengstoff, LAI = labilt aluminium

7.3.2 Nedbør og vanntransport

Tabell 46 viser størrelsen på nedslagsfeltet og den beregnet middelvannføringen i bekkene.

Figur 36, Figur 37 og Figur 38 viser nedbørssituasjonen ved de tre prøverunder i 2007. De tre prøverundene i 2007 avspeiler helt ulike nedbørssituasjoner, selv om det kan være store variasjoner i værforhold mellom prøvetakingssted og plasseringen av værstasjonen.

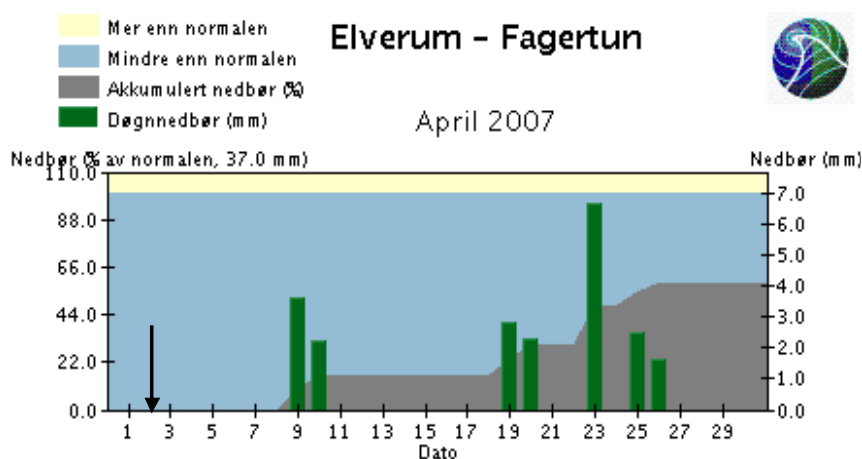
Ved prøverunden i april 2007 var nedbørmengden mindre enn normalt. Ved prøverunden var der rundt 5 cm med snø og flere av bekkene var ikke helt åpen. Vannet i bekkene hadde flere steder en brun farge, hvilket kan tyde på høy konsentrasjon av partikler.

Ved prøverunden i september 2007 var det liten eller ingen vannføring i bekkene. Generelt var det varmere og mindre nedbør enn normalt denne måneden. Det var ikke mulig å ta ut prøve i Utløp Fløtningsmyra, Utløp Abortjernet og Utløp Hagasætre på grunn av manglende vann i bekkene.

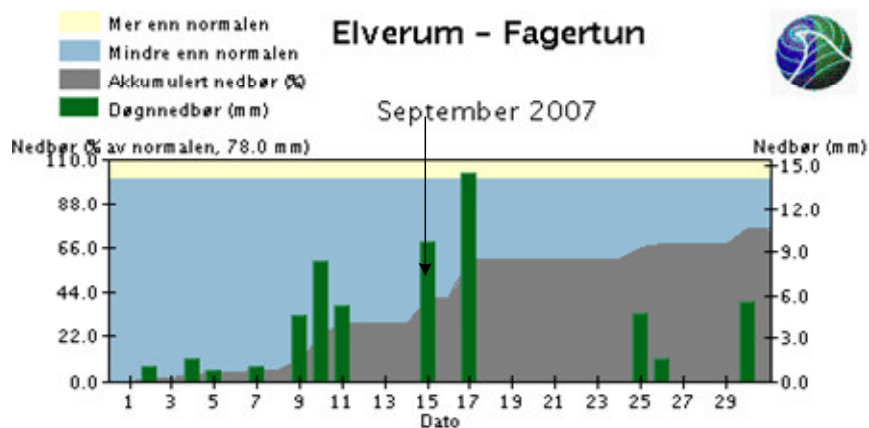
Tabell 46 Beregnet normalavrenning for bekker på Terningmoen

Punkt	Areal km ²	Avrenning 1961-90 l/skm ²	Avrenning, middel l/s
1 Ref	28.53	8,78	250.35
21	2.96	8,12	24.04
22	58.48	8,59	502.16
23	0,024	8,01	0,19
24	2.15	8,19	17.61
25	0.00	8,01	0.01
26	0.13	8,07	1.05
27	1.82	8,84	16.09
29	0.14	8,02	1.12
28	0.42	8,11	3.41
31	0.46	8,06	3.71
32	0.27	8,01	2.16
33	7.51	8,12	60.94
34 Ref	44.81	8,74	391.64
30	1.67	8,39	14.01
20	1.22	8,01	9.77

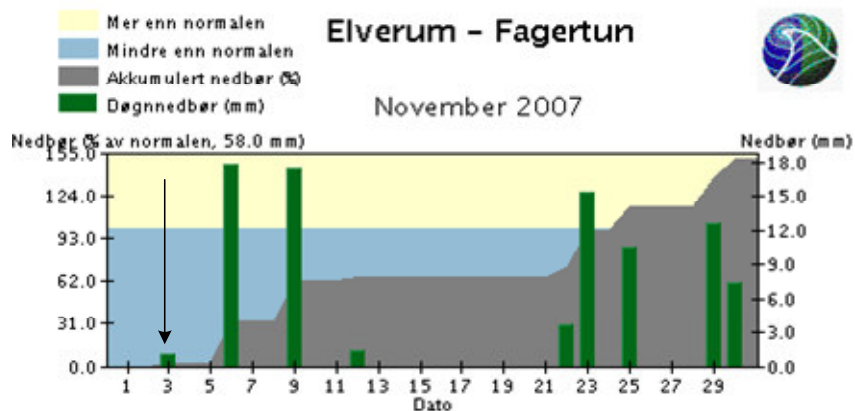
Forut for prøvetakingen i november var det regnhendelser, som medførte økt vannføring i bekkene i forhold til de andre prøvetakingsrunder.



Figur 36 Nedbørsdata for Fagertun – Elverum, april 2007

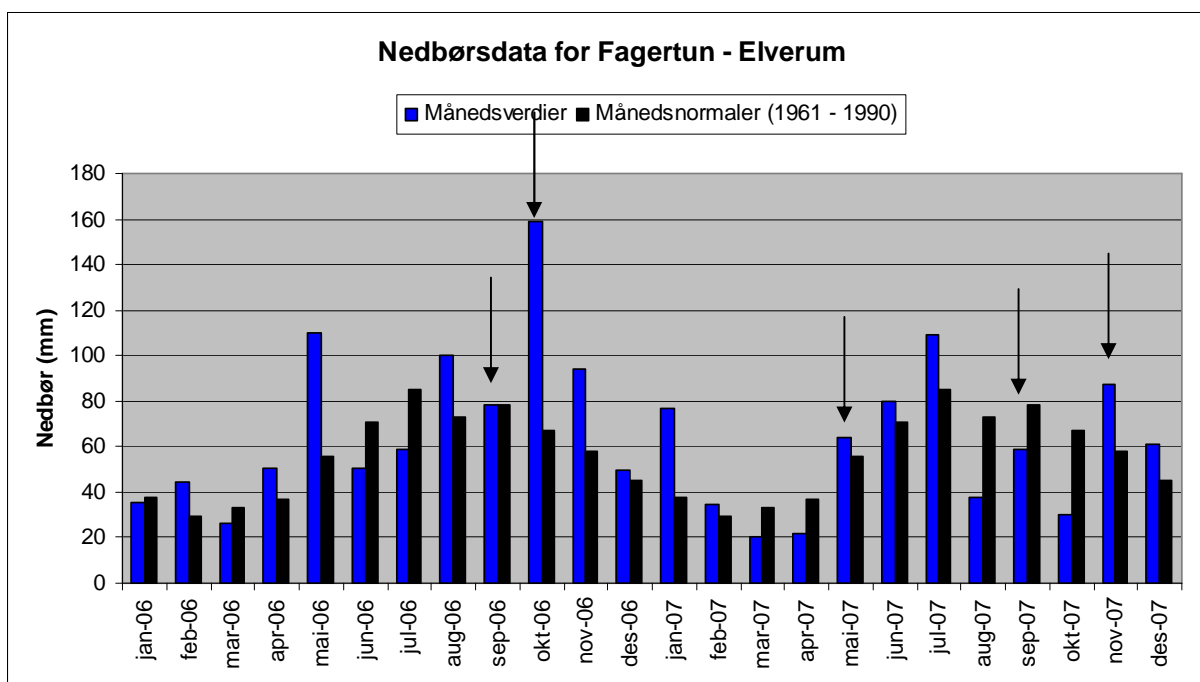


Figur 37 Nedbørsdata for Fagertun – Elverum, september 2007



Figur 38 Nedbørsdata for Fagertun – Elverum, november 2007

Figur 39 viser månedsdata for nedbør målt i 2006 og 2007 sammenlignet med månedsnormaler. I følge data fra (www.met.no, 2008) falt det 25 % mer nedbør i 2006 enn i 2007. Videre falt det cirka 150 mm mer nedbør i 2006 enn normalen, mens 2007 var tilnærmet lik normalen med hensyn til total mengde nedbør. Av figuren fremgår det at 2006 har vært preget av store nedbørshendelser i mai og om høsten. Mai og juni i 2006 har vært tørre enn normalen. For 2007 har månedene mai til juli vært preget av store nedbørsmengder, mens månedene aug – okt har vært tørrere enn normalen.



Figur 39 Nedbørsdata for Fagertun - Elverum, månedsverdier 2006 – 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

7.3.3 Analyseresultater

Tabellene viser de målte resultater fra 2006 og 2007 og tilstandsklassene for de enkelte metaller i de ulike bekkene. I flere av bekkene er det påvist forskjellige tilstandsklasser ved de forskjellige prøverundene.

Målingene fra prøverunden 15. September 2006 representerer en tør periode. pH verdien i de ulike bekkene er nøytral til svakt sur. Det er funnet et høyt innhold av jern, mangan og aluminium i prøvene. Metallkonsentrasjonene i bekkene stort sett er innenfor tilstandsklasse I – II for tungmetallene. Unntaket er punkt 23 og punkt 24, hvor det er målt høye kobberkonsentrasjoner på henholdsvis 7,9 og 9,3 µg/l, dvs. tilstandsklasse V. For 20, 23 og 24 er det målt sinkkonsentrasjoner som plasserer dem i tilstandsklasse II for denne parameter. Analysene viser videre at konsentrasjonen av antimon, hvitt fosfor og sprengstoffrester er under deteksjonsgrensen for alle bekkene.

Målingene fra prøverunden den 20. oktober 2006 viser at forurensningen av kobber og bly i bekkene er økt i forhold til septembermålingene i 2006. pH-verdiene har falt i samtlige bekker og TOC innholdet har steget i nesten alle prøvene. I tillegg har konsentrasjonen av jern, mangan og aluminium hovedsaklig økt. Det er målt 2,3 µg/l antimon i punkt 23, mens konsentrasjonen av hvitt fosfor og sprengstoffrester fortsatt er under deteksjonsgrensen.

Målingene fra prøverunden den 2. april 2007 viser generelt lave pH verdier (4,5 – 6) for alle bekkene. TOC-konsentrasjonene for samtlige bekker ligger i intervallet 10 – 20 mg/l, og betraktes som høye. I prøvepunktet nr. 26, er det målt lavest pH og samtidig mest TOC. Målingene av tungmetaller er høyest for kobber og bly i bekkene nordligst i feltet. Her ligger kobber- og blykonsentrasjonene i punktene 20, 21, 23, 24 og 25 i tilstandsklassene III – V. I prøvepunkt nr 23 er det målt antimonkonsentrasjon på 2,1 µg/l. For bekkene i den sydligst del av feltet er kvaliteten stort sett innenfor tilstandsklasse I-II for tungmetallene.

Målingene fra prøverunden den 15. september 2007 viser en økning i pH-verdier (5,6 – 6,9) for alle bekkene. TOC-konsentrasjonene ligger på samme nivå som for tidligere prøverunde i april. Målingene av tungmetaller viser fortsatt høye verdier av kobber og bly i bekkene

nordligst i feltet. Her ligger kobber- og blykonsentrasjonene i punktene 21, 23 og 24 i tilstandsklassene III – V.

For prøvepunktet 20 er det skjedd et fall i konsentrasjonen av bly fra tilstandsklasse III til tilstandsklasse II, mens kobberkonsentrasjonen derimot er økt. For bekkene i den sydligste del av feltet er kvaliteten som målt tidligere. Det var ikke mulig å ta prøve i punkt 28 og 31. Videre er det funnet et høyt innhold av jern og mangan i prøvene. Analysene fra den 15. september viser videre at konsentrasjonen av antimon er under deteksjonsgrensen for alle bekkene.

Målingene fra prøverunden den 3. november 2007 viser at for prøvepunktene 20, 21, 23, 24 og 25 er tilstandsklassen for kobber og bly i bekkene forbedret i forhold til målingene 15. september. Unntaket er kobberkonsentrasjonen i punkt nr 21. I tillegg er det målt forholdsvis høye konsentrasjoner av jern og mangan. pH-verdiene har falt litt i samtlige bekker og TOC-innholdet er stort sett redusert i nesten alle prøvene. Konsentrasjonen av Labilt Al er steget i alle prøvepunktene. For punktene 24, 25, 28, 30 og 31 overstiger konsentrasjonen av labilt Al nivået for lowest biological risk level.

I november 2007 ble det tatt prøve i punkt 33, som drenerer hele den nordvestlige del av øvingsområdet. Her ble det funnet en lav pH-verdi på 5,9 og en Fe-konsentrasjon på 1,9 mg/l. Videre ble det funnet bly- og kobberkonsentrasjon tilsvarende tilstandsklasse III. Det er i punkt 33 målt et labilt Al nivå på 78 µg/l.

Det er ikke påvist hvitt fosfor eller sprengstoff i noen av bekkene i noen av de tre prøverundene.

For referansepunktene er det observert tilsvarende tendens som for bekkene. pH- verdiene er steget og innhold av jern og mangan i prøvene er redusert gjennom de tre prøverundene. Kvaliteten er innenfor tilstandsklasse I og II for tungmetallene. Videre er labilt Al steget gjennom de to prøverundene i referansepunktene.

7.3.4 Forurensningssituasjon

Tilstandsendingene i 2006 og 2007 skyldes sannsynligvis de forskjellige vær-situasjonene. I april 2007 (snøsmelting) var det lav vannføring, lav pH og høye TOC-konsentrasjoner. Jern og manganinnholdet i prøvene var også forholdsvis høyt – dog ikke høyere enn tidligere. Videre var det 4 – 5 cm snø på bakken, og det pågikk snøsmelting under prøvetakingen. Metallkonsentrasjonene var høye i bekkene i den nordlige del av øvingsområdet (tilstandsklasse III - IV), mens konsentrasjonsnivåene i den sydlige del var forholdsvis lave (I - II). Den nordlige del av øvingsområdet består hovedsaklig av myr og dette kan derfor indikere at andelen av myrvann eller surt overflatevann (fra snøsmeltingen) i bekkene var høyere enn vannlig. Dermed faller pH og metallenes mobilitet økes på grunn av binding med humus og jern.

Ved prøverundene i september 2006 og 2007 var det liten eller ingen vannføring i bekkene. Det var ikke mulig å ta ut prøve i punkt 28 og 31 på grunn av manglende vann i bekkene. Dette må derfor anses for å utgjøre en tørrværssituasjon. Under en tørværssituasjon stiger pH, TOC- verdiene er enten redusert eller på nivå med tidligere. Innholdet av jern og mangan har steget mye i nesten samtlige bekker i den nordlige del. Tilsvarende tendens fremgikk også av prøvene tatt i referansepunktene. Målingene av tungmetaller i de to prøvetakingsrunder viser høye verdier av kobber og bly i bekkene nordligst i feltet. For bekkene i den sydligste del av feltet er konsentrasjonene tilsvarende tilstandsklasse I og II. Dette kan tyde på at tilsig av myrvann eller grunnvann er økt, da det er skjedd en kraftig økning i jern- og mangan konsentrasjonene.

Prøverundene oktober 2006 og november 2007 representerer våde perioder og andelen av overflatevann er større. Dermed reduseres pH og metallenes mobilitet øker. Sammenlignet

med de tidligere målinger i 2007 er konsentrasjonsnivåene av metallene likevel stort sett forbedret i bekkene i den nordlige del av feltet. Det antas å henge sammen med at det også er målt en reduksjon i TOC, jern og mangan i prøvene og fraksjonen av bundet metaller er derfor mindre.

Det er kun foretatt to prøverunder med målinger av labilt AL. Det er i alle prøvepunkter skjedd en økning i konsentrasjonen av LAI i fra prøverunden i september til prøverunden i november 2007. Videre er det for punkt 24, 25, 28, 30 og 31 målt konsentrasjon av labilt Al som overstiger lowest biological risk level i november 2007. Det er målt størst konsentrasjoner av labilt Al i de prøvepunktene hvor de har vært størst fall i pH. I april 2007 er det målt lavere pH verdier enn prøverundene i september og november. Derfor kan det antas at fraksjonen av labilt aluminium var høy i april.

Utlekkingsberegninger for Terningmoen ses av Tabell 47. Den viser at den største utlekking skjer via punkt 22 (Terninga) med henholdsvis 11,51 kg/år for bly og 5,28 kg/år for kobber. De mest belastede bekkene på Terningmoen har utløp hit. Konsentrasjonene av tungmetaller i dette punktet er likevel lave (tilstandsklasse II). Konsentrasjonene av sink var under deteksjonsgrensen og derfor er det ikke beregnet utlekking.

Referansepunktet er midlertidig forurenset fra tidligere leirduebane, som ligger oppstrøms Terningmoen, men betydningen av denne kilde ser ut til å være liten ut fra målt konsentrasjonsnivå. Av beregningene fremgår det allikevel en viss mengde utlekking av bly og kobber til punkt nr 22 fra Terningmoen og utlekking av bly fra den gamle leirduebanen.

Tabell 47 Beregnet årlig utlekking for Terningmoen

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
22		11,51	15,31	
28		0,13	0,19	0,89
30		0,33		1,52
31		0,08	0,11	0,51
Sum		12,05	15,61	2,92
34 Ref		6,79		43,23

Resultatene viser utlekking av bly og kobber fra den nordlige del av øvingsområdet, mens konsentrasjonene i den sydlige del derimot er lave. Dette er i overensstemmelse med at mesteparten av den militære aktivitet foregår i den nordlige del, samt at andelen av myr i dette området er stor. Det er ikke funnet noe klare tidstrender i konsentrasjonene for metallene. Det er dog blitt registrert variasjoner i konsentrasjonsnivåer, hvilket antas å skyldes variasjoner i vannføring. Det er likevel i de prøvepunktene hvor det er registrert størst nedgang i pH, at det også er de største endringer i metallkonsentrasjonene. Det er registrert størst nedgang i pH i vassdrag hvor andelen av myr i nedslagsfeltet er stor.

De høyeste metallkonsentrasjonene er blitt registrert i november 2006 (stor vannføring) og april 2007 (snøsmeltingen). Konsentrasjonen av metaller er høyere i nord enn i syd, men det er ingen klar trend som viser stigende eller synkende konsentrasjoner. Denne tendens, som er blitt observert i 2006 og 2007, er i overensstemmelse med tidlige observasjoner gjort av NIVA. NIVAs tidligere undersøkelser har imidlertid ikke omfattet de mest forurensningsbelastede bekkene på Terningmoen.

Tabell 48 viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter. Det er påvist konsentrasjonene av bly, kobber eller sink som tilsvarer

tilstandsklasse I – II (meget lav – lav effekt) i de fleste av bekkene. Unntaket er punkt 23 hvor der er påvist konsentrasjoner av bly og kobber som tilsvarer tilstandsklasse III – IV (middels til høy effekt). Punkt 23 representerer imidlertid en meget liten bekk, og analysene fra punkt 33 i Grasbekken rett nedstrøms viser mye lavere konsentrasjoner.

Tabell 48 Resultater for metaller fra Terningmoen, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		20			22		
Parameter	Enhet	04.02.07	09.15.07	11.03.07	04.02.07	09.15.07	11.03.07
Bly, Pb	µg/l	1,4	1,2	<0,5	0,81	0,81	0,56
Kobber, Cu	µg/l	2,9	3,2	1,3	1	<1	1,4
Sink, Zn	µg/l	<5	<5	5,1	<5	<5	<5

Stasjon		23			24		
Parameter	Enhet	04.02.07	09.15.07	11.03.07	04.02.07	09.15.07	11.03.07
Bly, Pb	µg/l	25	6,8	4,5	4,0	2,7	2,3
Kobber, Cu	µg/l	28	8,8	6,4	3,0	7,7	5,9
Sink, Zn	µg/l	<5	5,9	5,5	<5	19	8

Stasjon		25			30		
Parameter	Enhet	04.02.07	09.15.07	11.03.07	04.02.07	09.15.07	11.03.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	0,52	<0,5	0,86	0,81	0,86
Kobber, Cu	µg/l	2,3	4	3,3	<1	<1	<1
Sink, Zn	µg/l	<5	6	11	5,3	<5	<5

7.3.5 Konklusjon

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

De høyeste konsentrasjoner av bly og kobber på Terningmoen er målt i punkt nr 23. I tillegg er det her målt antimon som skyldes den militære aktiviteten, men utlekkingen ut av feltet er begrenset på grunn av liten vannføring i denne bekken. På grunn av fortyningseffekten har de noe høye konsentrasjonene i bekkene som avvanner Terningmoen, liten betydning for vannkvaliteten i Terninga (punkt 22). Beregningen av utlekkingen viser likevel høy utlekking fra punkt 22 på grunn av stor vannføring.

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 at der skjer 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 nr. 33, hvor det er målt bly og kobber konsentrasjoner i tilstandsklasse III i november. Overvåkingen av Terningmoen bør fortsette i 2008. Herved fås et klarere bilde av om det bør gjennomføres eventuelle tiltak på banene i den nordlige del av øvingsområdet.

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

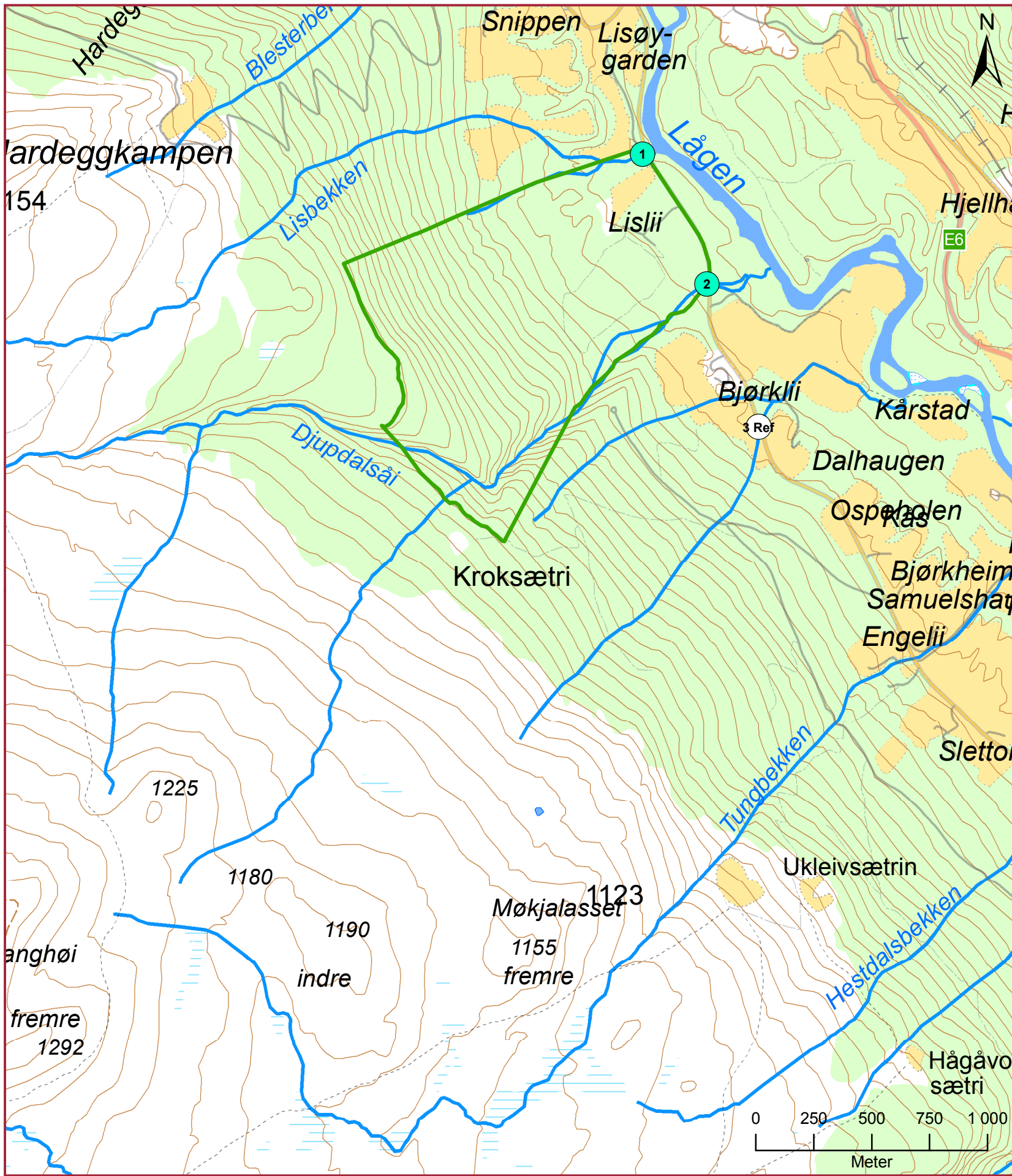
Scandiaconsult 2002: Konsekvensutredning, Forurensning av vann og grunn. Forsvarsbygg, Utbygning Østerdalen, juli 2002

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

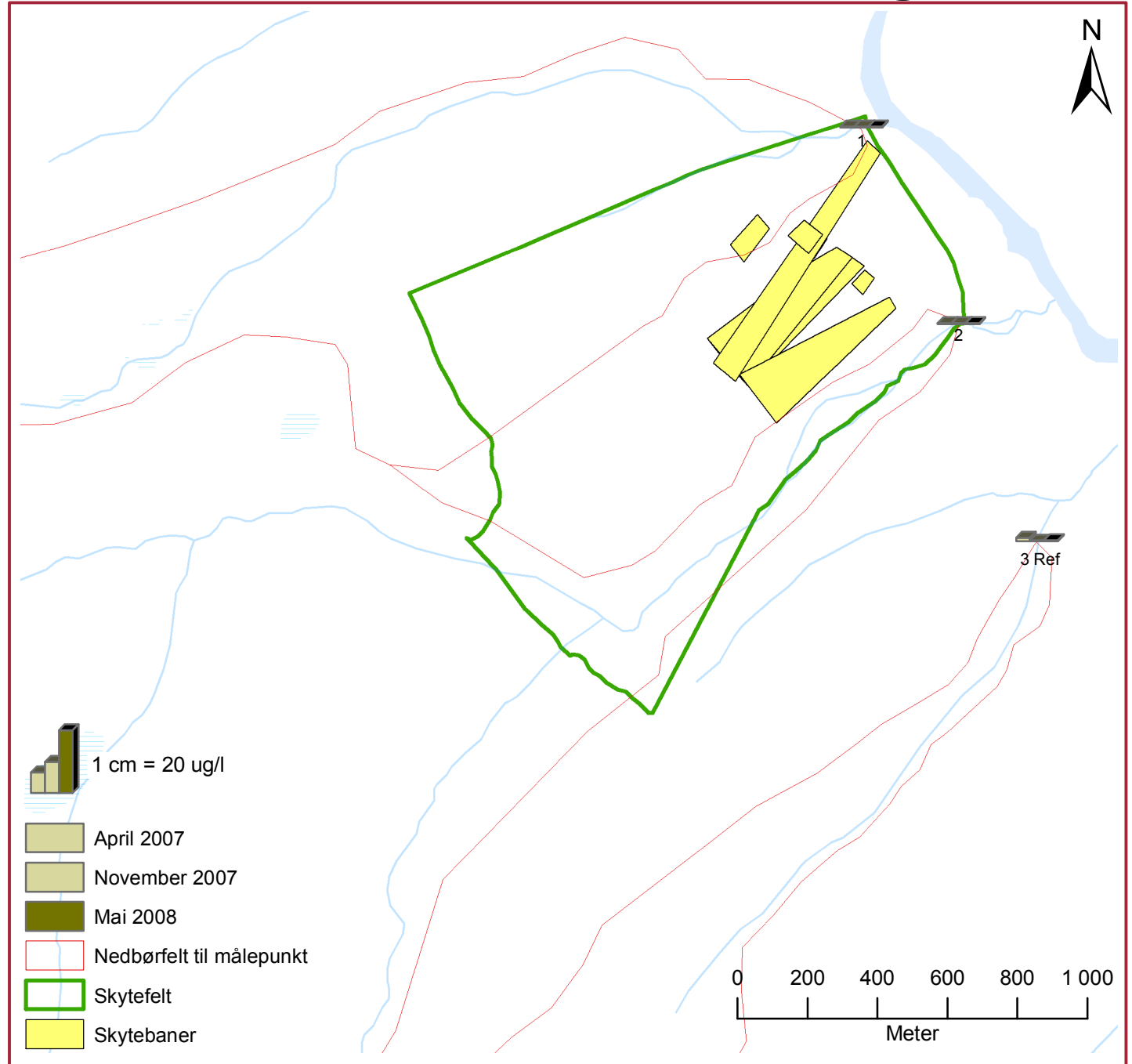
Sweco 2007: Overvåking av vannkvalitet i Regionfelt Østlandet og Rødsmoen øvingsområde, Årsrapport 2006, Sweco rapport 2007-R001

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



Lieslia skytefelt

Bly

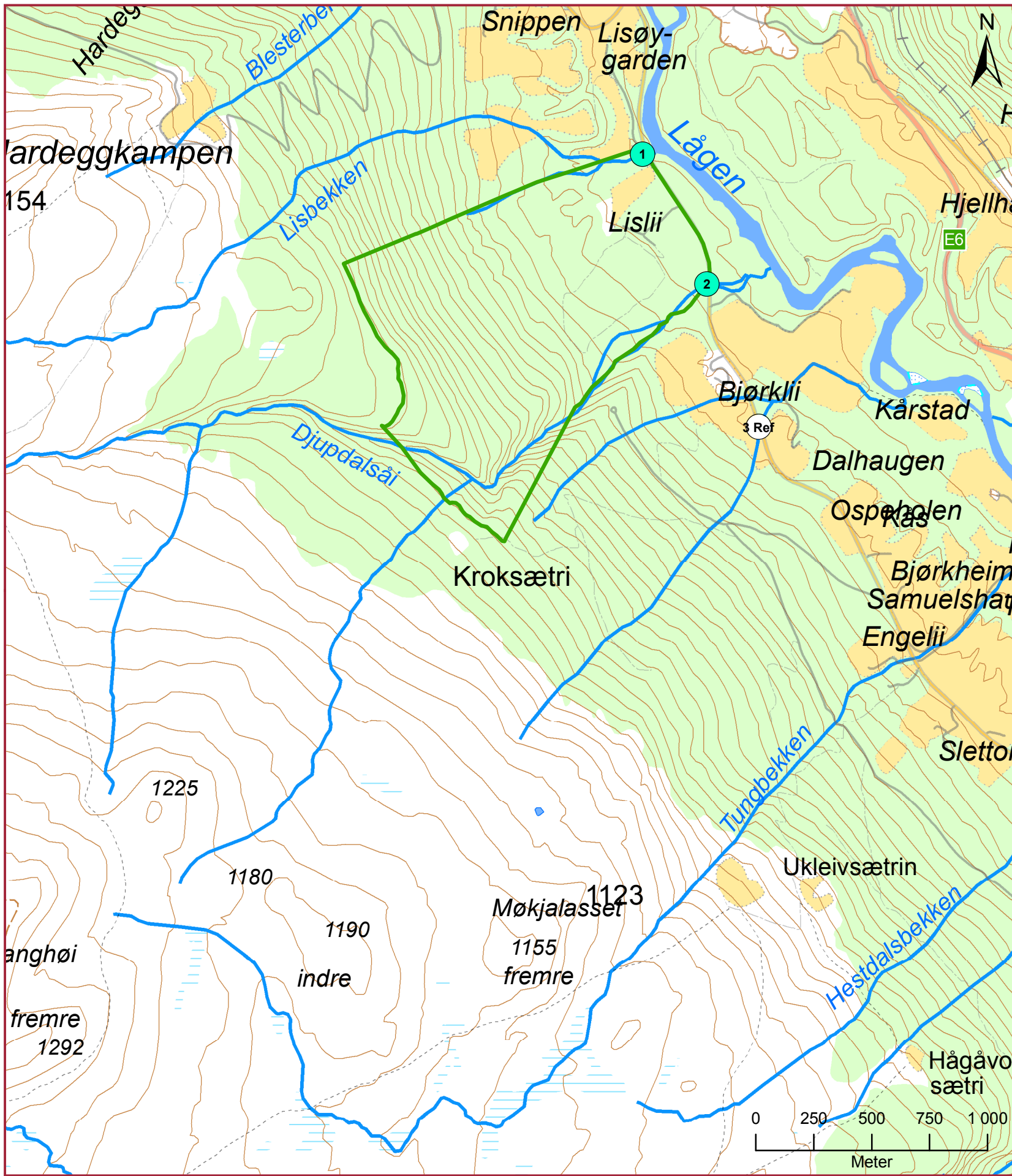


	Middelavrenning l/s	apr. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]	mai. 08 [ug/l]
1	26	<0,5	<0,5	<0,6
2	185	<0,5	<0,5	<0,6
3 Ref	12	1,1	<0,5	<0,6

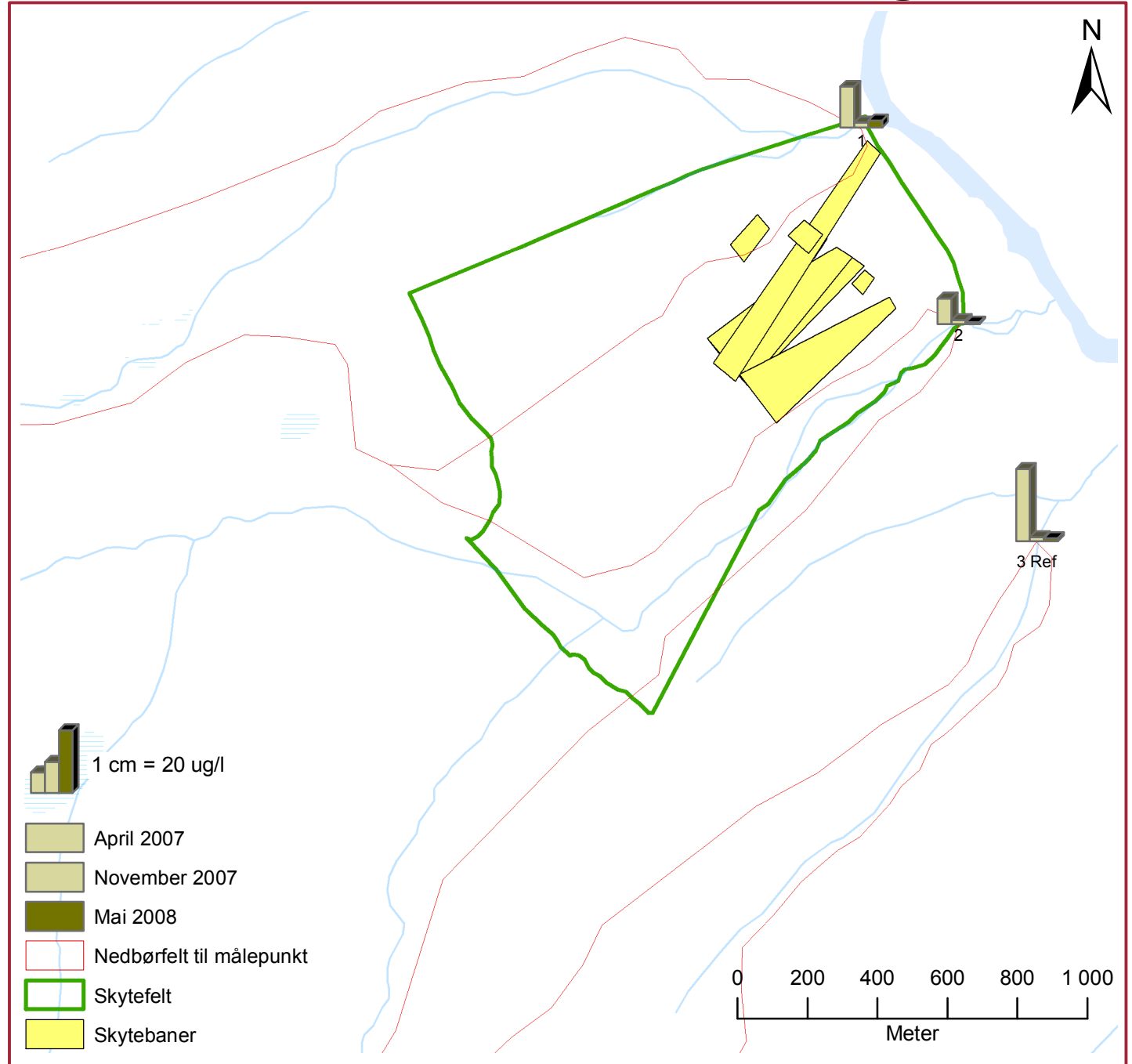


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



Lieslia skytefelt Kobber



	Middelavrenning l/s	apr. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]	mai. 08 [ug/l]
1	26	13	1.6	2.19
2	185	8.1	1.2	<1
3 Ref	12	23	1.3	1.03



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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

Analyseresultater for Lieslia, 2007-2008

Stasjon		1			2			3 REF		
Parameter	Enhet	26.04.2007	12.11.2007	08.05.2008	26.04.2007	12.11.2007	08.05.2008	26.04.2007	12.11.2007	08.05.2008
Aluminium, Al	µg/l	720	<10	215	37	<10	<50	2700	<10	63,2
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<0,1
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<1	<0,5	<0,5	<1	<0,5	<0,5	<1
Bly Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,6*	<0,5	<0,5	<0,6*	1,1	<0,5	<0,6*
Hvitt fosfor	µg/l	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a
Jern Fe	mg/l	1,4	0,2	0,353	0,046	<10	0,0377	4,2	0,028	0,0452
Kadmium Cd*	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,05*	<0,1*	<0,1*	<0,05*	<0,1*	<0,1*	<0,05*
Kalsium Ca	mg/l	15	21	9,9	12	18	8,13		16	7,73
Kobber Cu*	µg/l	13	1,6	2,19	8,1	1,2	<1*	23	1,3	1,03
Konduktivitet	mS/m	11,5	15,3	8,1	7,97	12,6	5,5	6,8	10,4	296
Krom Cr*	µg/l	4,1	<1*	1,62	<1*	<1*	<0,9	1,1	<1*	<0,9*
Mangan Mn	µg/l	47	15	10	2,6	<1	1,64	100	9,9	2,32
Nikkel Ni*	µg/l	6,1	2,5	3,42	1,5	1	1,72	17	1,2	1,85
pH	ph	7,3	7,2	7,7	7,5	7,3	7,62	7,3	7,3	8,01
Sink Zn	µg/l	<5	<5	<4	<5	<5	<4	14	7,1	<4
TOC	mg/l	5,5	2,6	4	3,1	1,4	3	3,6	2,1	3,8
Sprengstoff		i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a

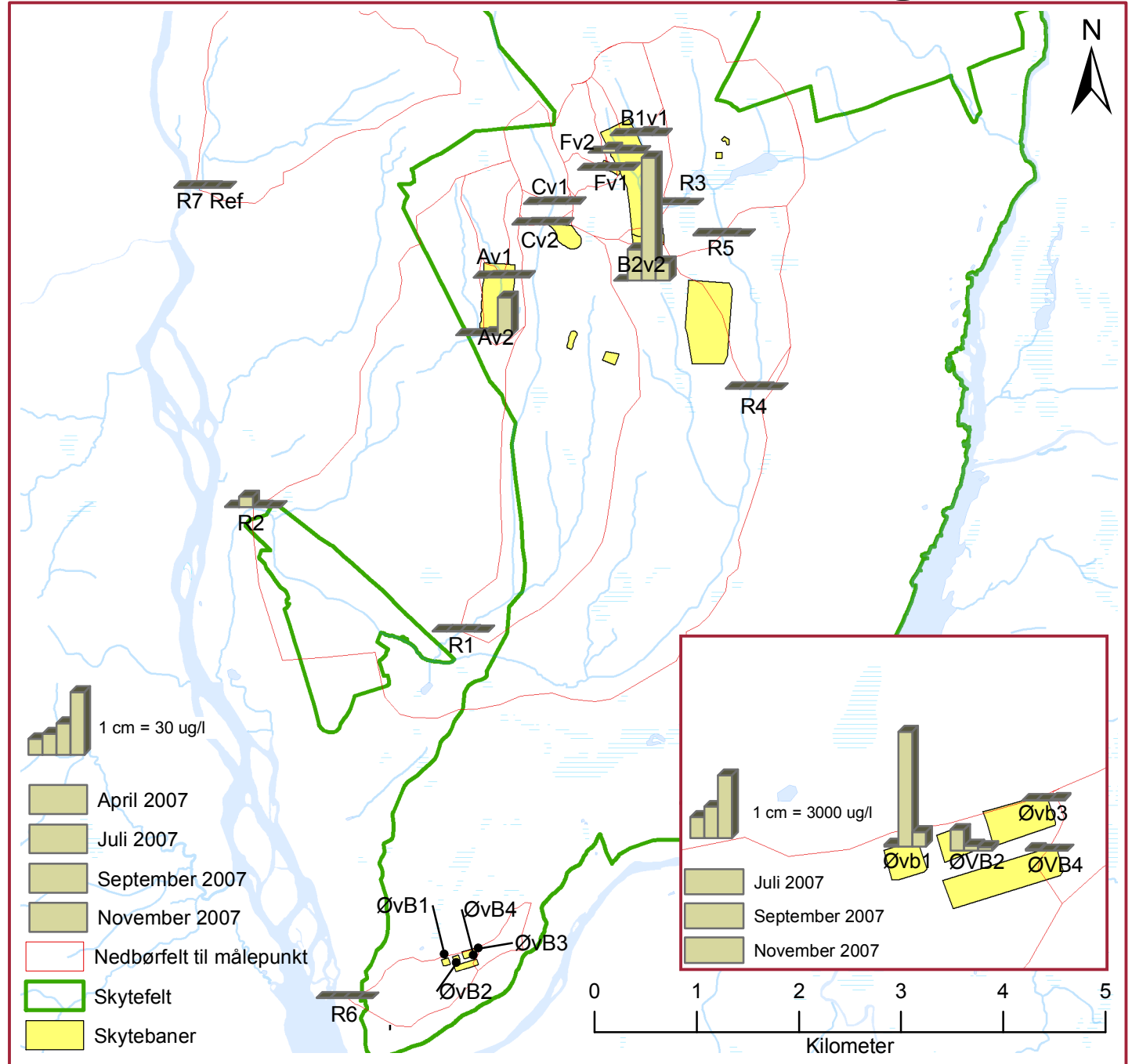
* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I
i.a Ikke analysert



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

Rødsmoen skytefelt

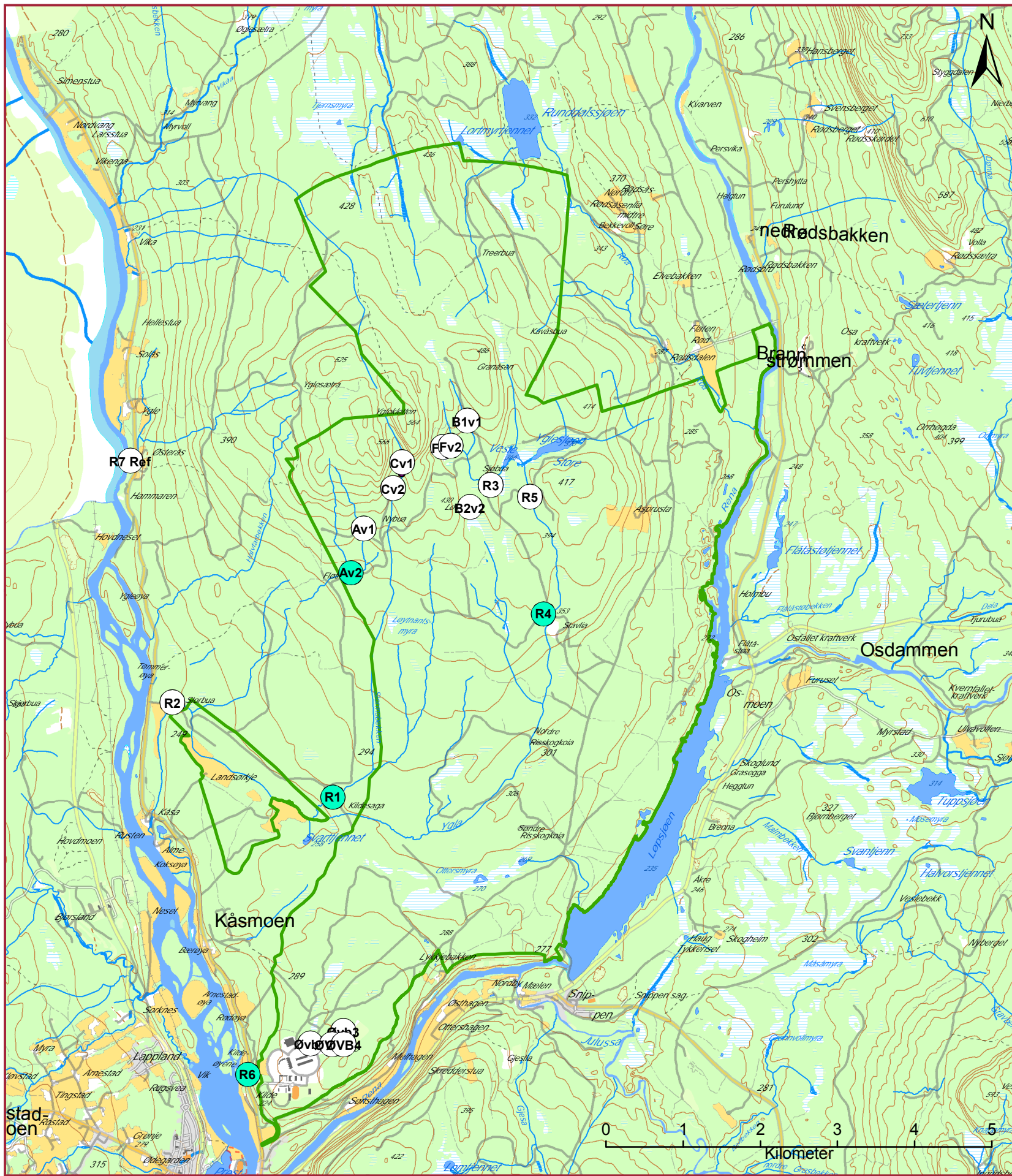
Bly



Middelavrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	jul. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
R1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
R2	<0.5	6.1	<0.5	<0.5
R3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
R4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
R5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
R6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
R7 Ref	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Av2	12	1.0	18.0	18.0
Av1	6	<0.5	<0.5	<0.5
Cv1	7	<0.5	<0.5	<0.5
Cv2	9	<0.5	<0.5	<0.5
B2v2	1	15	59	8.8
Fv2	7	2.0	0.5	<0.5
Fv1	5	<0.5	<0.5	0.6
B1v1	7	<0.5	1	<0.5
ØVB4	2	82.0	7.3	8.1
ØVB2	*	1000.0	240.0	170.0
Øvb1	*	100.0	5500.0	700.0
Øvb3	*	21.0	22.0	74.0

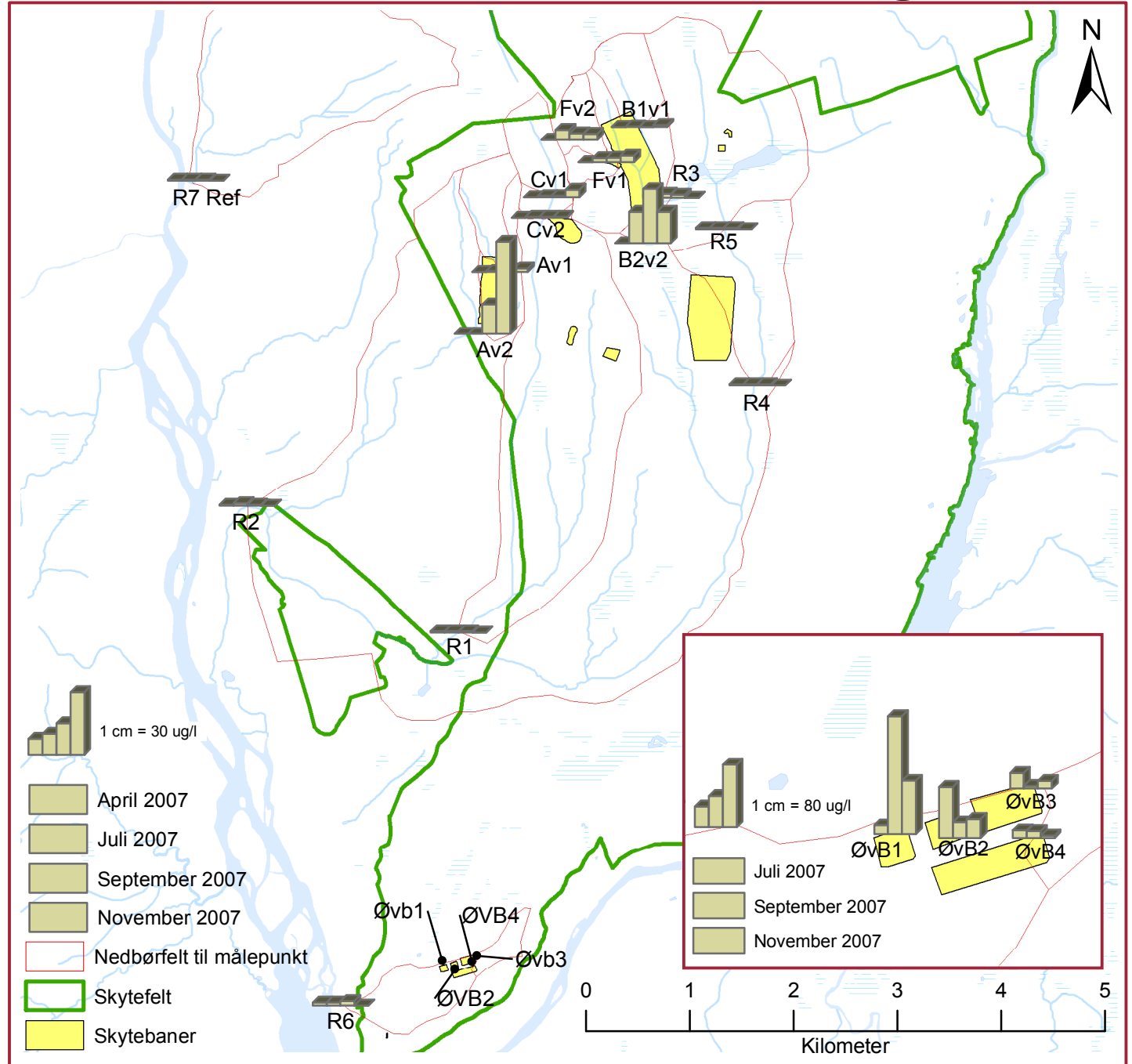
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann
 Punktene R5, R6 og R7 inngår i Program Grunnforurensning
 De resterende punktene er en del av Miljøovervåking ved Regionfelt Østlandet
 * Felte er for små til å kunne beregne vannføring.



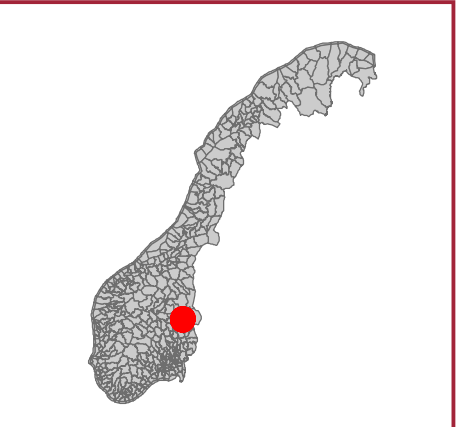


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

Rødsmoen skytefelt Kobber



Middelavrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	jul. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
R1	<1	<1	<1	<1
R2	<1	1.2	<1	<1
R3	1.5	1.9	1.5	1.5
R4	<1	<1	<1	<1
R5	<1	<1	<1	<1
R6	1.5	1.4	2.1	<1
R7 Ref	<1	<1	<1	<1
Av2	<1	14.0	44.0	44.0
Av1	<1	1.2	1.7	1.7
Cv1	<1	<1	3.6	3.6
Cv2	<1	<1	<1	<1
B2v2	15	26	15	15
Fv2	4.7	3.1	2.7	2.7
Fv1	1.9	2.3	3.1	3.1
B1v1	0.25	<1	1	1
ØvB4	8.7	8.7	2.8	2.8
ØvB2	65.0	20.0	24.0	24.0
Øvb1	11.0	150.0	68.0	68.0
Øvb3	20.0	3.4	9.7	9.7



Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann
 Punktene R5, R6 og R7 inngår i Program Grunnforurensning
 De resterende punktene er en del av Miljøovervåkingen ved Regionfelt Østlandet
 * Feltene er for små til å kunne beregne vannføring.

Analyseresultater Rødsmoen og Rena Leir 2007

Stasjon	Parameter	Enhhet	R1			R2			R3			R4			R5			R6			R7 REF		
			30.04.2007	03.07.2007	24.09.2007	30.04.2007	03.07.2007	24.09.2007	30.04.2007	03.07.2007	24.09.2007	30.04.2007	03.07.2007	24.09.2007	30.04.2007	03.07.2007	24.09.2007	30.04.2007	03.07.2007	24.09.2007	30.04.2007	03.07.2007	24.09.2007
Aluminium, Al	µg/l		200,0	66,0	56,0	240,0	84,0	61,0	130,0	44,0	27,0	190,0	150,0	29,0	110,0	50	30,0	31	***	33	310	210	170
Antimon, Sb	µg/l		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen As	µg/l		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bly Pb	µg/l		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	5,1	<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	<0,5
Hvitt fosfor	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Jern Fe	mg/l		0,12	0,031	0,11	0,34	0,47	0,35	0,13	0,22	0,18	0,23	0,42	0,11	0,14	0,58	0,1	0,021	0,019	0,018	0,1	0,058	0,16
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*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Kalsium, Ca	mg/l		4,6	ia	ia	6,6	ia	ia	8,1	ia	ia	6,4	ia	ia	5,5	120	13	28	220	22	ia	31	ia
Kobber Cu**	µg/l		<1*	<1*	<1*	<1*	1,2	<1*	1,5	1,9	1,5	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	1,5	1,4	2,1	<1*	<1*	<1*
Konduktivitet	mS/m		3,62	ia	ia	4,67	ia	ia	5,72	ia	ia	4,74	ia	ia	4,18	8,00	9,28	20,80	18,00	17,00	2,22	2,79	3,70
Krom Cr**	µg/l		<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Labilt Al	µg/l		20	13	ia	9	9	ia	3	4	ia	<5	<5	ia	ia.	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia
Mangan Mn	µg/l		15	ia	ia	56	ia	ia	50	ia	ia	30	ia	ia	870	27	2,2	150	210	6,6	6,9	65	
Nikkel Ni	µg/l		<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
pH	pH		6,80	7,30	7,30	6,90	7,20	7,30	6,80	7,30	7,20	6,70	7,40	7,40	6,80	7,20	7,50	7,80	7,60	7,80	6,50	6,50	7,10
Sink Zn	µg/l		<5	<5	<5	<5	5,1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5,7	10	11	<5	<5	<5
TOC	mg/l		8,9	6,5	7,3	12,0	8,2	7,6	8,0	6,6	5,5	11,0	7,5	7,3	8,9	9,0	8,2	4,9	3,3	3,1	ia	7,6	6,8
Sprengstoff			ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia

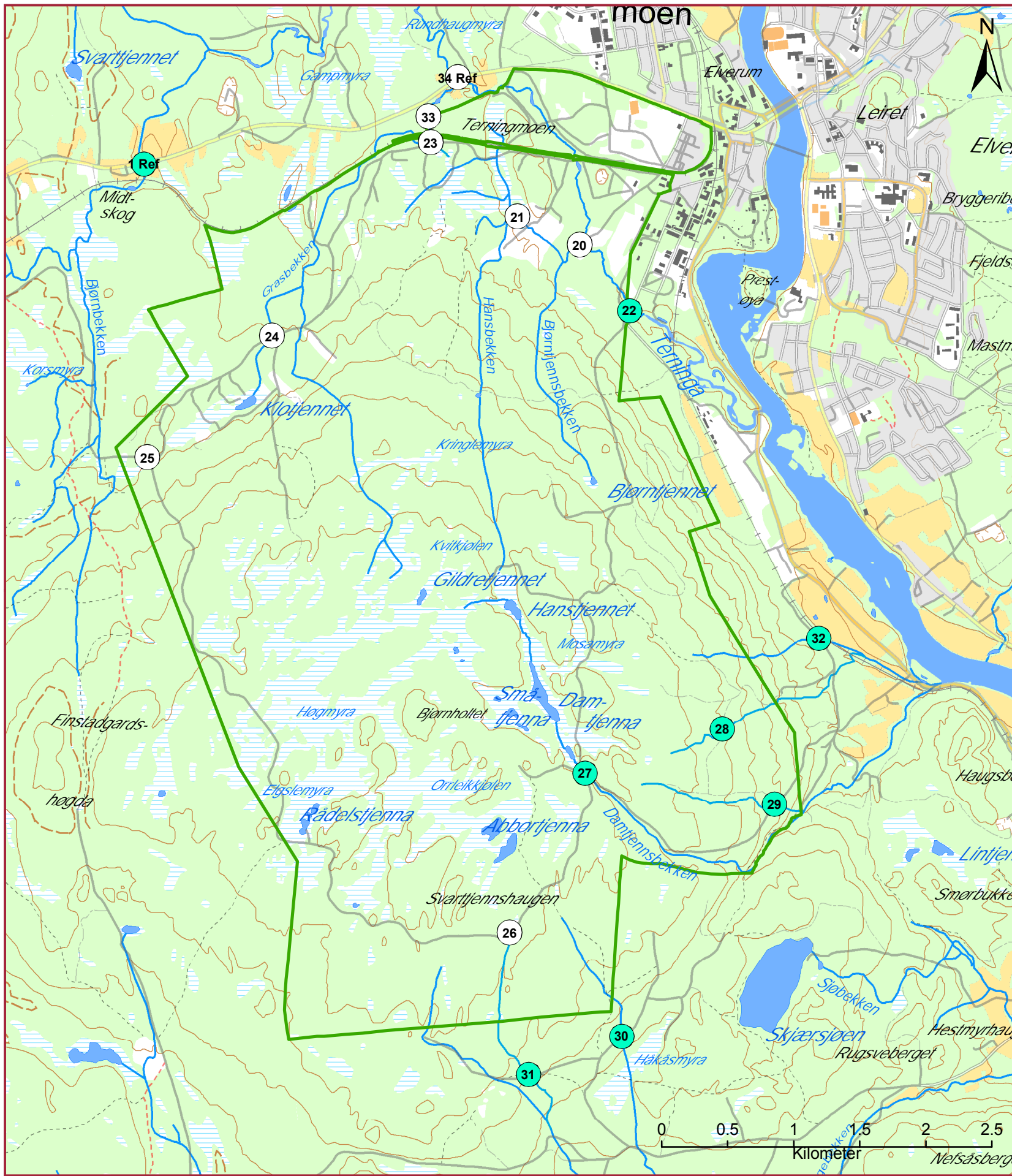
Stasjon	Parameter	Enhhet	AV2			AV1			CV1			CV2			B2v2			Fv2			Fv1		
			03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007
Aluminium, Al	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Antimon, Sb	µg/l		ia.	3,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	47,0	54	49,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Arsen As	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Bly Pb	µg/l		ia.	1	18	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	15	59	8,8	2	0,5	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,6
Hvitt fosfor	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Jern Fe	mg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Kadmium Cd	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Kalsium, Ca	mg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Kobber Cu**	µg/l		ia.	14	44	< 0,5	1,2	1,7	< 0,5	< 0,5	3,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	15	26	15	4,7	3,1	2,7	1,9	2,3	3,1
Konduktivitet	mS/m		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Krom Cr**	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Labilt Al	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Mangan Mn	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Nikkel Ni	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
pH	pH		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Sink Zn	µg/l		ia.	12,00	72,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5	9,70	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	13,0	11,0	12,0	5,8	5,0	5,9	< 2,5	< 2,5	7,4
TOC	mg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Sprengstoff			ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia

Stasjon	Parameter	Enhhet	B1v1			ØVB1			ØVB2			ØVB3			ØVB4		
			03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007	03.07.2007	24.09.2007	02.11.2007
Aluminium, Al	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Antimon, Sb	µg/l		0,25	1,20	0,25	700,0	890	850,0	240,0	1700	1700,0	140,0	1200	190,0	130,0	740	680,0
Arsen As	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Bly Pb	µg/l		< 0,25	1	< 0,25	100	5500	700	1000	240	170	21	22	74	82	7,3	8,1
Hvitt fosfor	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Jern Fe	mg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Kadmium Cd	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Kalsium, Ca	mg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Kobber Cu**	µg/l		< 0,25	<0,5	1	11	150	68	65	20	24	20	3,4	9,7	9,7	8,7	2,8
Konduktivitet	mS/m		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Krom Cr**	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Labilt Al	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Mangan Mn	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Nikkel Ni	µg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
pH	pH		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Sink Zn	µg/l		< 2,5	< 2,5	< 2,5	5,5	47,0	23,0	20,0	6,4	17,0	9,0	35,0	<5	110,0	24,0	
TOC	mg/l		ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia
Sprengstoff			ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia	ia.	ia	ia

ia Ikke analysert

* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

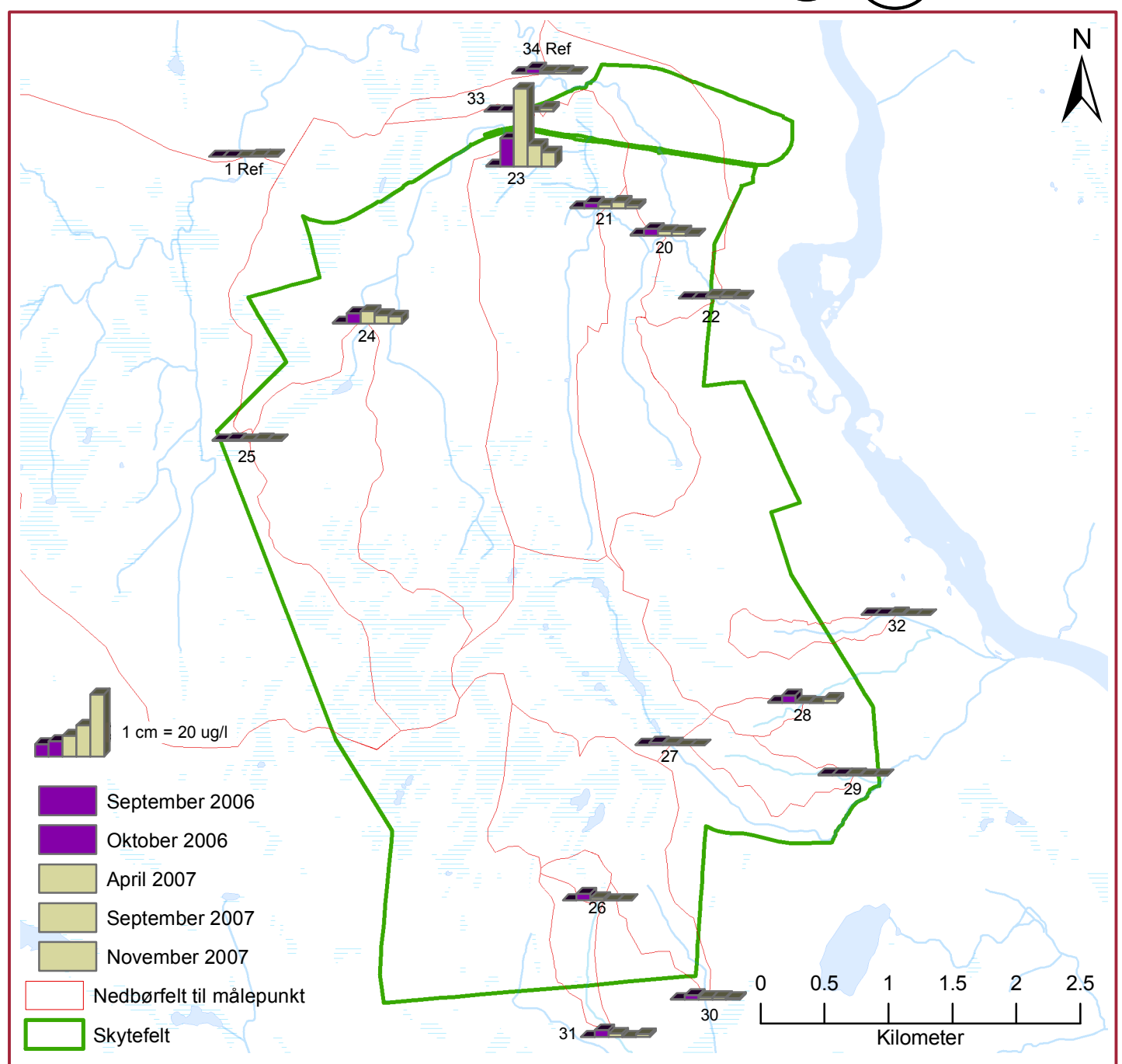
*** Kunne ikke ta ut prøve



- 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

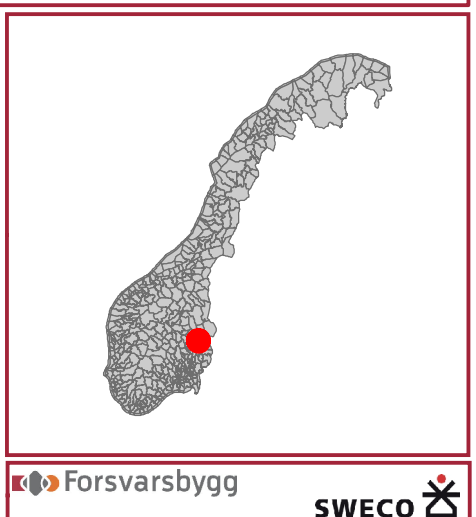
Terningmoen skytefelt

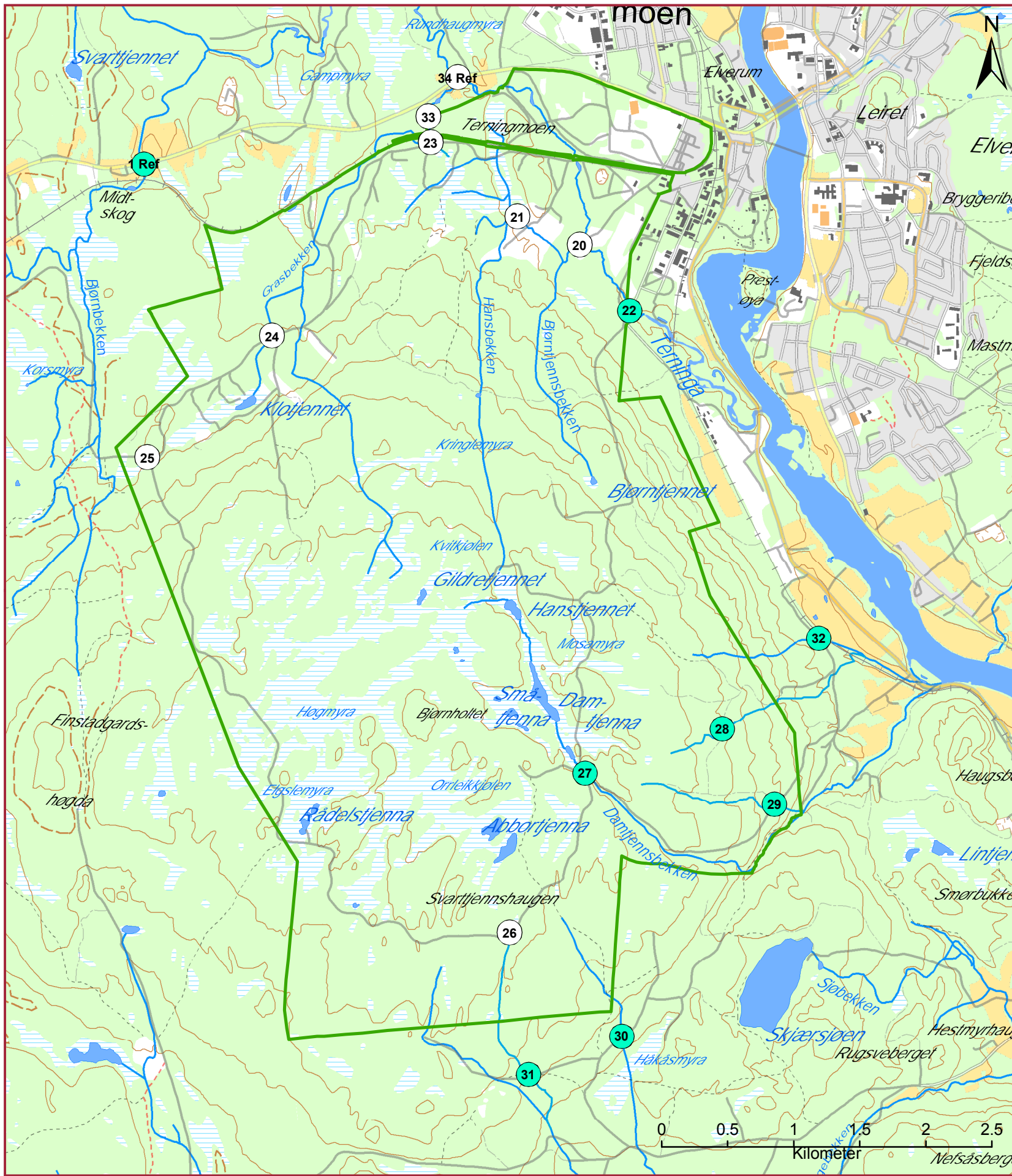
Bly



Målepunkt	Middelavrenning [l/s]	sep. 06 [ug/l]	okt. 06 [ug/l]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1 Ref	250			i.a	<0,5	<0,5
21	24	<0,5	1,7	1,2	2,1	0,94
22	502			0,81		0,56
23	0,2	<0,5	9	25	6,8	4,5
24	18	<0,5	3,3	4	2,7	2,3
25	0	<0,5	0,5	<0,5	0,52	<0,5
26	1	***	2,1	0,75		
27	16	<0,5	0,93	0,62		
29	1	<0,5	<0,5	<0,5		
28	3	<0,5	2,3	<0,5	i.a	1,2
31	4	***	2,1	1	i.a	0,81
32	2	<0,5	<0,5	0,52		
33	61			i.a	i.a	1,2
34 ref	392	<0,5	1,6	0,67	0,73	<0,5
30	14	<0,5	1,5	0,86	0,81	0,55
20	10	<0,5	2,1	1,4	1,2	<0,5

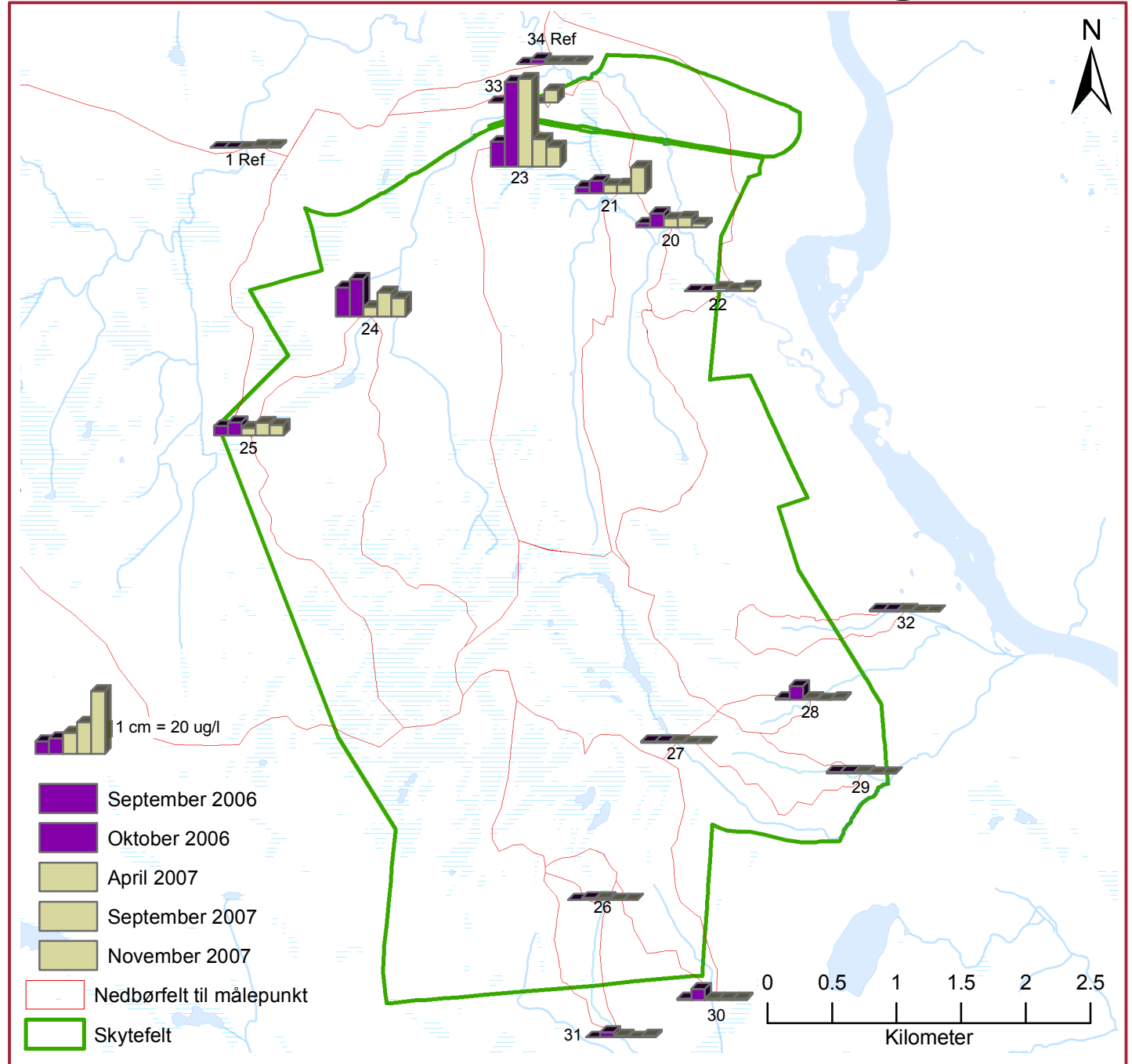
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann





- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- 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

Terningmoen skytefelt Kobber



Middelvrenning [l/s]	sep. 06 [ug/l]	okt. 06 [ug/l]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1 Ref	250				
21	24	1.9	3.9	i.a	<1
22	502			2.6	2.7
23	0.2	7.9	27	28	8.8
24	18	9.3	12	3	7.7
25	0	2.9	4.1	2.3	4
26	1	***	<1	<1	
27	16	<1	<1	<1	
29	1	<1	<1	<1	
28	3	<1	4.4	<1	i.a
31	4	***	1.7	<1	<1
32	2	<1	<1	<1	
33	61			i.a	2.9
34 ref	392	1.5	<1	<1	<1
30	14	<1	3.5	<1	<1
20	10	1.3	4.6	2.9	3.2

