



# Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt

## Sluttrapport

### Program Grunnforurensning 2006-2008

Rapport



**RAPPORT**

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

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

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

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

### **Heistadmoen**

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

### **Rygge**

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

## **MO Østlandet**

### **Terningmoen**

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

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

### **Lieslia**

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

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

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

### **Rødsmoen og Rena leir**

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

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

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

### **MO Bergen**

#### **Mjølfjell og Brandset**

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

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

#### **Kråkenesmarka**

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

#### **Korsnes fort**

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

#### **Skjellanger fort**

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



## **Ulven**

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

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

## **Tittelsnes**

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

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

## **Øyridalen/Lærdal**

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

## **MO Trøndelag**

### **Setnesmoen**

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

Det er ikke påvist antimon over drikkevannsforskriften for Setnesmoen.

### **Valsfjord**

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

### **Haltdalen**

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

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

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

## **Giskås**

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

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

## **Frigård**

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

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

## **Leksdal**

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

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

## **Tarva/Karlsøy**

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

## **MO Bodø**

### **Drevjamoen ekserserplass**

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

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

Forurensningssituasjonen ved de øvrige punkt varierer og overvåkingen anbefales videreført.

## **MO Hålogaland**

### **Ramnes/Biskaya**

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

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

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

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

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

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

### **MO Midt-Troms Elvegårdsmoen**

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

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

### **Mauken**

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

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

### **Bardufoss**

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

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

### **MO Finnmark**

#### **Halkavarre/Porsangmoen**

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

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

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

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

### **Høybuktknoen**

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

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

## **Felt hvor overvåkingsfrekvensen kan reduseres**

### **MO Bergen**

#### **Remmedalen**

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

### **MO Stavanger**

#### **Vikesdalmoen**

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

Analyser av sprengstoff og hvitt fosfor kan avsluttes.

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

### **Jolifjell/Sikveland**

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

### **Lista**

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

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

### **MO Hålogaland**

#### **Sørlimarka/Storvassbotn**

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

### **Trondenes**

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

### **MO Midt-Troms**

#### **Setermoen**

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

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

### **Blåtind**

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

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

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

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

### **MO Oslofjord**

#### **Sessvollmoen**

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

### **Rauøy**

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

### **Hauerseter**

Feltet har ingen konsentrert overflateavrenning i bekker eller elver.

## MO Trøndelag

### Vågan

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

## MO Bodø

### Mjelde

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

## Felt som gikk ut av program grunnforurensning

## MO Trøndelag

### Hitra

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

## Felt som er overtatt av Skifte eiendom

## MO Bergen

### Bømoen

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

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

## Samlet årlig utlekking

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

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

Markedsråde	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

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

# Innholdsfortegnelse

RAPPORT .....	1
Forord .....	1
Sammendrag.....	2
Innholdsfortegnelse .....	14
1 Innledning .....	21
2 Bakgrunn .....	23
2.1 Bakgrunn.....	23
2.2 Målsetting.....	24
3 Utført arbeid .....	24
3.1 Feltarbeid .....	24
3.2 Prøvetaking.....	24
3.3 Kjemiske analyser .....	25
3.4 Begrepsavklaring vedrørende bekk og elv.....	25
3.5 Vanntransport, nedbør og beregning av utlekking, .....	26
3.6 Symbolisering i kart .....	26
4 Prøvetakingsparametre.....	28
4.1 Tungmetaller og antimon .....	28
4.1.1 Metaller og toksisitet .....	29
4.2 Hvitt fosfor.....	29
4.3 Sprengstoffkjemikalier .....	30
4.4 Aluminium (Al) .....	30
4.5 Tilleggsparametere – TOC, pH, Fe og Mn.....	31
5 Vurderingskriterier.....	32
5.1 Tilstandsklasser i ferskvann.....	32
5.2 Grenseverdier for drikkevann.....	33
5.3 Tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter.....	33
5.4 Lavest biologisk risikonivå .....	33
5.5 Geologiske forhold.....	34
6 Markedsområde Oslofjord.....	35
6.1 Steinsjøfeltet .....	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	Nedbørsmålinger 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:

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



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



## 2 Bakgrunn

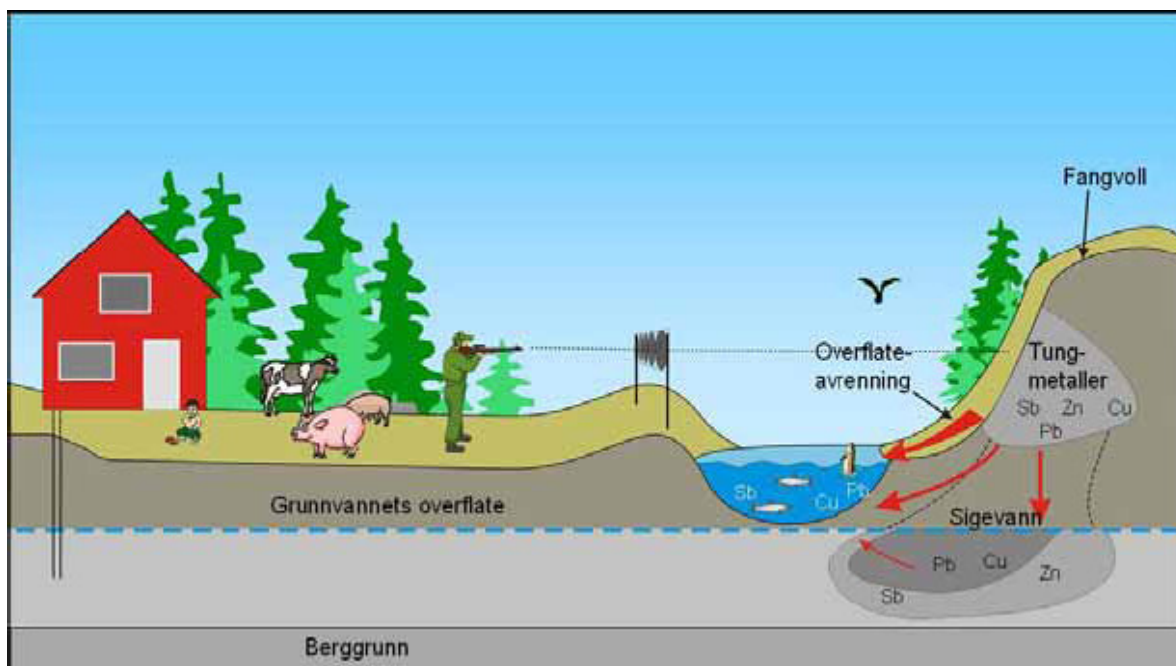
### 2.1 Bakgrunn

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

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

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

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



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

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

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

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

## **2.2 Målsetting**

Målsettingen med Program Grunnforurensning har vært:

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

## **3 Utført arbeid**

### **3.1 Feltarbeid**

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

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

### **3.2 Prøvetaking**

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

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

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

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

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

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

### **3.3 Kjemiske analyser**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.6 Symbolisering i kart

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

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

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

Felt	Maksimalverdi µg/l		Definert maksimalverdi*	Benyttet skala
	Bly	Kobber		
Bardufoss	44	20	60	1:30
Biskaia	10	11	20	1:10
Blåtind	0,56	7,7	10	1:5
Bømoen**	190	4,7	200/10	1:100/1:5
Drevjamoen**	6,64	48	10/60	1:5/1:30
Elvegårdsmoen	9,8	2,3	10	1:5
Evjemoen**	22	19	40/20	1:20/1:10
Frigård	5,2	10	10	1:5
Giskås	23	31	40	1:20
Halkavarre	<0,5	7,8	10	1:5
Haltdalen	2,25	2,82	10	1:5
Heggemoen**	41	46	60	1:30
Heistadmoen**	250	43	40/60	1:20/1:30
Hengsvann**	11	22	20/40	1:10/1:20
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<sup>++</sup>, ikke essensielle er Cd, Hg, Pb, As, Ni. Metallenes konsentrasjon, samt deres kompleksbindingsegenskaper, avgjør fordelingen av metallenes tilstandsform og kompleksstabilitet, og derigjennom deres potensielle effekt på organismer.

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

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

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

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

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

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

#### 4.2 Hvitt fosfor

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

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

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

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

### 4.3 Sprengstoffkjemikalier

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

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

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

**Tabell 4** Parametere analysert på eksplosiver

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

### 4.4 Aluminium (Al)

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 5 Vurderingskriterier

### 5.1 Tilstandsklasser i ferskvann

Analyseresultatene vurderes opp mot tilstandsklasser i henhold til SFTs veiledning 97:04, Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (TA 1468/1997), for de parametere som det finnes tilstandsklasser for. I veiledningen er nivåer av metaller inndelt i 5 ulike klasser. Grunnlaget for inndelingen er en kombinasjon av kunnskap om stoffenes effekter på vannmiljøet, samt informasjon og statistikk om stoffenes utbredelse i norske ferskvannsförekomster. 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 klassifiseringssystem av metallkonsentrasjoner i vann i forhold til biologiske effekter, se Tabell 7. Dette systemet er basert på erfaringer fra skandinaviske undersøkelser og er derfor relevant for denne undersøkelsen. Ved å sammenlikne metallkonsentrasjoner i bekkene med verdier gitt i Tabell 7 kan en få indikasjon på mulige biologiske effekter.

Tilstandsklasse I: Ingen effekt på biota/humant konsum

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

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

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

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

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

## 5.4 Lavest biologisk risikonivå

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

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

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

Element	LBRL, µg/l
Sink, Zn	50
Kadmium, Cd	0,2
Kobber, Cu	3,0
Bly, Pb	2,5
Nikkel, Ni	5
Krom, Cr	10
Arsen, As	20
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](http://www.prospecting.no). Noe tilleggspålysning er hentet fra <http://alun.uio.no/geomus/leksis/> og Poulsen (1964).

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

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

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

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

## 9 Markedsområde Stavanger

### 9.1 Evjemoen

#### 9.1.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Evjemoen ligger i Evje og Hornes kommune, Aust-Agder fylke. Selve skyte-/øvingsfeltet er på ca 9 000 daa, mens det er en klausulert manøverrettsområde på ca 20 000 dekar.

Berggrunnen består hovedsakelig av øyegneis/granitt/foliert granitt i vest, og båndgneis (amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis) i øst. Den vestlige delen dekkes av breelvavsetninger, mens den østlige delen er dekket av tynn morene

Sulfidmalm AS har mutinger NØ for skytefeltet (Ni og Cu i Flåt nikkelgruve), men i en viss avstand fra dette. Drift på mineralske råstoffer, sannsynligvis pegmatitt, er markert på berggrunnskartet rett nord for Listeinsfjellet i skytefeltets nordvestre hjørne.

Feltet ble tatt i bruk i 1907 og er dermed et relativt gammelt felt. Det var stor aktivitet på feltet under krigen 1940-45. Evjemoen har vært standkvarter for infanteriets øvingsavdeling nr 2 (IØ2). Forsvaret avviklet virksomheten ved Evjemoen leir i 2002. Evjemoen skyte- og øvingsfelt ble beholdt for videre bruk med Forsvarsbygg som forvalter. IØ2 utdannet rekrutter til Hærens oppsetninger. På det meste var det ca 800 soldater inne samtidig. Bruken var da hovedsakelig i ukedager og på dagtid. Bruksmønstret har endret seg noe siden den gang. Nå er bruken mer spredt i tid, med perioder hvor det er meget høy bruksfrekvens. I tillegg nyttes helgene oftere for avvikling av samlinger for HV07.

Hovedbruker nå er KNM Harald Hårfagre, med sine fire innkallinger av rekrutter hvert år. De øver med 5 rekruttkompanier ved hvert innrykk. Andre militære brukere er LSK, LBSK, HV07, HV08, LSKNROF, FJK, TMbn og Felles opptak og seleksjon (FOS). Av sivile brukere kan nevnes Politiet, Evje og Hornnes skytterlag, Hornnes jeger og fiskelag, Evje Pistolklubb, Lista Sportskytterklubb, Kristiansand Offroadklubb, Vipers Paintballklubb og Otra Idrettslag. Det er i dag et mer allsidig bruk av feltet både av militære og sivile.

Det brukes nå hovedsakelig håndvåpen, AG-3 og pistol, med ammunisjon av kaliber 7,62 og 9 mm på Evjemoen. Det er også i noe beskjedent omfang benyttet 12,7 mm ammunisjon. Det skytes ca 100.000 skudd i året. Hornnes Jeger og Fisk har også benyttet haglammunisjon. På bane SKF er det skutt med panservern- og rekylfri kanon. Det er videre et sprengningsfelt for blant annet utbrenning av jetmotorer. Her brukes blant annet "svartkrutt". Øvrig bruk omfatter tilvenningssprengning for ladninger opp til 5 kg.

Det skal ikke være benyttet krumbanevåpen som inneholder hvitt fosfor på feltet.

Overvåkingen av feltet har pågått siden 1992. Overvåkingen har, på bakgrunn av befaringer i 1991, konsentrert seg om området ved bekkene som drenerer nedbørsvann fra feltskytebanen og kulefangervollene ved Steinsfjellet, da disse anses å ha størst forurensingspotensial.

Feltet ble prøvetatt i oktober og november 2006 av Forsvarsbyggs eget personell, basert på prosedyrer beskrevet av Sweco og diskutert løpende med kontaktpersoner der. En oversikt over prøvepunkter, beskrivelse, hva elvesystemene drenerer og evt. kommentarer/observasjoner er gitt i Tabell 99.

Siste prøver for program grunnforurensing ble tatt i april 2007 av Sweco og Forsvarsbygg. Med på befaringen var Sweco, MO Stavanger og FLO/RSF.

Bjøråa drenerer flere feltskyttebaner og konsentrasjoner av metaller har vært undersøkt vha ett prøvepunkt (punkt 5/F2), før bekken renner ut i Otra. Bjøråa, og til dels andre bekker, er kalket, og bekkene inne i skytefeltet er derfor mindre sure enn andre vassdrag i området. pH har tidligere vært rapportert å ligge mellom 4,8 og 6,3, kalsiumkonsentrasjonen har variert fra 1,2 til 2,3 mg/l og TOC-konsentrasjonen har vært 8 - 33 mg/l (NIVA 2006).

Punktet F1 ble tatt inn etter en vurdering av Forsvarsbyggs lokale representant. Hensikten med dette punktet var å fange opp eventuelle rester av sprengstoff fra nærliggende sprengningsfelt. Dette punktet vil også fange opp avrenning fra store deler av skytefeltet.

**Tabell 99** Oversikt over prøvepunkter, Evjemoen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Middels stor bekk like nedstrøms kulefangervoll	Bane H1 og H2 samt L1, L2, L3 og bane 1, Pistol og AG-3		Kulefangervoll ved Steinsfjellet	Ved skytefeltgrense, vannet var farget rødbrunt.
2	Liten bekk nedstrøms myr	Bane O, Pistol og AG-3			Ved skytefeltgrense, mellom bebyggelse og Otra.
3	Liten og nesten gjengrodd bekk som drenerer myrområde	Bane P, Y og Y2 og manøverplass, Pistol og AG-3			Ved skytefeltgrense, parallell med Otra, på oversiden av vei, vann farget rødbrunt.
4	Liten bekk like utenfor feltet nær Bjorvika	Bane V (kortholdsbane) og teltplass, Pistol og AG-3			Tatt på oversiden av vei, vannet var humusholdig og farget rødbrunt i april 2007
5/F2	Middels stor elv, Bjøråna på grensen av skytefeltet	Drenerer hele feltet, Pistol og AG-3		St. Bjøråa	Pkt F2 og 5 er slått sammen da de drenerer samme område.
6	Liten bekk som drenerer myr sydover	Nedstrøms feltskyttebane, sprengningsgrop og bane Z og SKF	S	St feltskyttebane	det brukes håndvåpen og PV (M-72), RFK
7 Ref	Middels stor bekk som renner inn i feltet, oppstrøms Tjombå	Oppstrøms feltet ved skytefeltgrense			
8 Ref	Liten bekk i myrlig skogsterreng	Oppstrøms feltet ved skytefeltgrense, nær Steinsfjellet			
F1	Liten bekk i myrlig terreng rett ved en vei	Drenerer nedlagt bane M, samt bane I, L2, L3, og H, Pistol og AG-3			Rustutfelling i sedimentene i bekken.

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

\*\* S = sprengstoff

### 9.1.2 Nedbørsmålinger og vanntransport

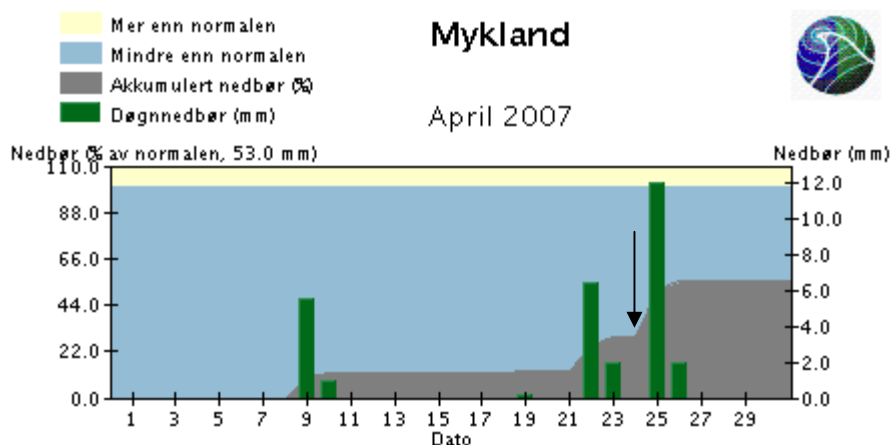
Det er utført beregning av vanntransport fra prøvepunktene for Evjemoen i Tabell 100. Normalavrenningen fra feltet fremgår av denne tabellen.

**Tabell 100** Beregnet normalavrenning for Evjemoen

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, årsmiddel l/s
1	2,25	26,98	60,79
2	0,24	26,51	6,36
3	0,29	26,48	7,74
4	0,41	26,32	10,75
5/F2	21,02	34,93	734,10
6	0,50	30,20	15,16
7 Ref	13,40	37,29	499,57
8 Ref	0,86	27,43	23,63
F1	0,01	26,58	0,15

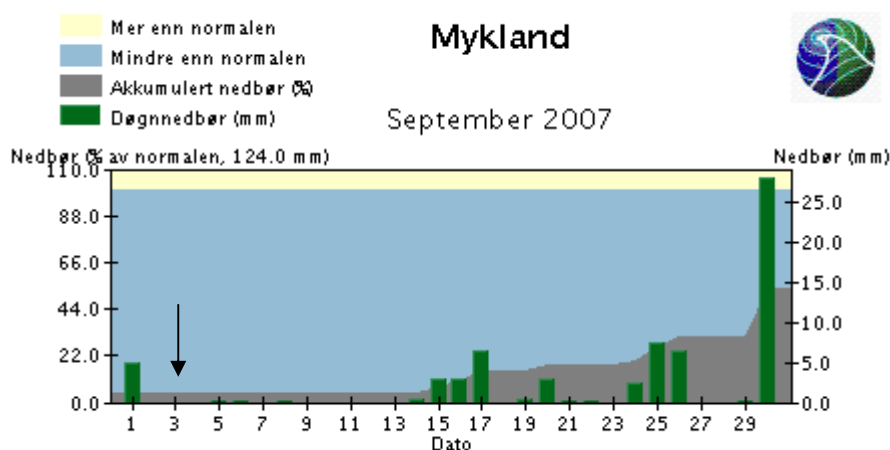
Det er ingen målestasjoner for nedbørsmålinger i umiddelbar nærhet til Evjemoen. Nærmeste målestasjon er Mykland i Froland kommune.

Det hadde vært relativt lite med nedbør i perioden før prøvetakingen i april 2007, selv om de i de to dagene før prøvetakingen kom noe nedbør. Dette har ikke hatt stor påvirkning på vannføringen.

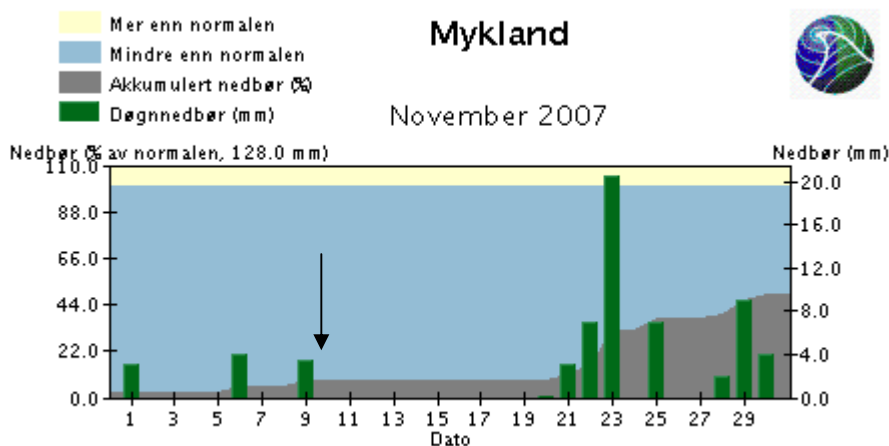


**Figur 67** Nedbørsdata for Evjemoen, april 2007

September var en relativt tørr måned, men prøven ble tatt tidlig i måneden, og i august var det tilnærmet normalt med nedbør. Så prøven representerer en normalvannføring.

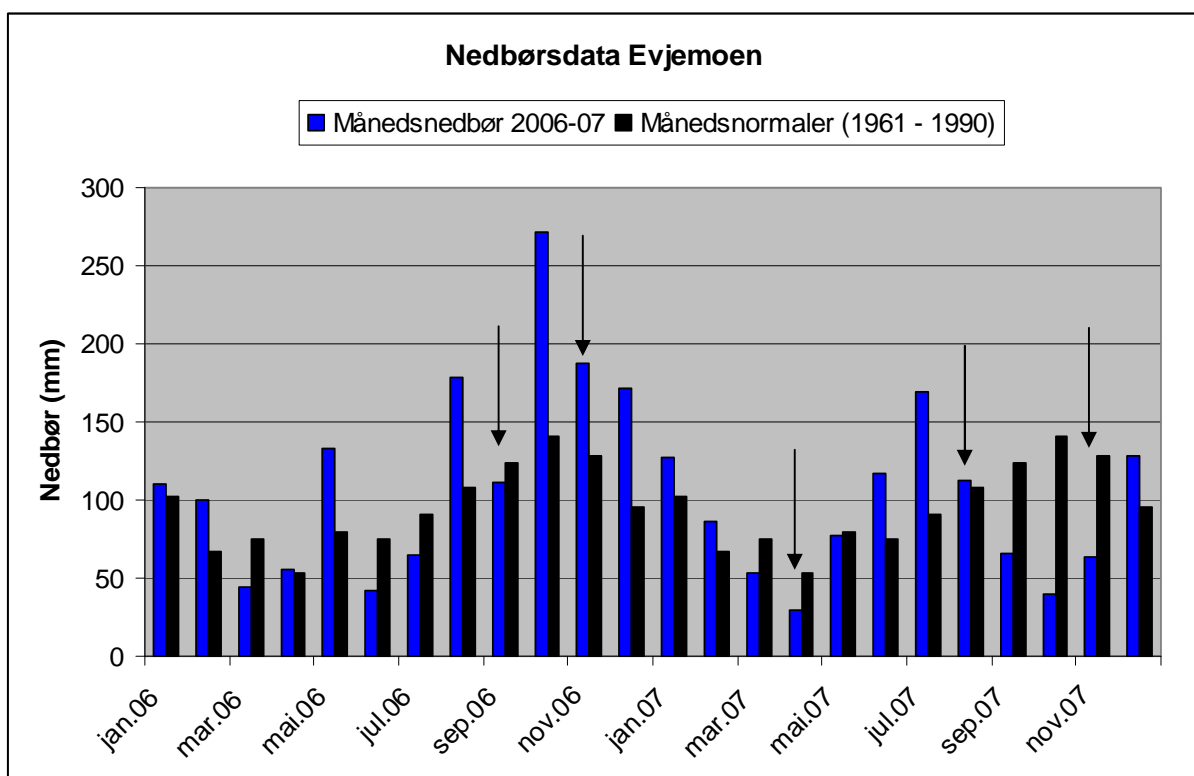


**Figur 68** Nedbørsdata for Evjemoen, september 2007



Figur 69 Nedbørsdata for Evjemoen, november 2007

Både oktober og november 2007 var unormalt tørre måneder, slik at analysen fra november representerer avrenning ved tørre perioder.



Figur 70 Nedbørsdata Evjemoen, månedsverdier 2006 – 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Figur 70 viser at det i 2006 var betydelig nedbør i oktober og det var også relativt mye nedbør i november. I 2007 var april en tørr måned, mens august var tilnærmet normal. Juli hadde imidlertid mer nedbør enn normalt. Både oktober og november 2007 var meget nedbørfattige.

Ved prøvetakingen ble det foretatt en vurdering av vannføringen i elvene/bekkene, se Tabell 101. Det finnes dessverre ikke slike vurderinger av vannføringen fra prøvetakingene fra 2006, som ble tatt før Sweco hadde befart feltet.



Begge prøveseriene i 2006 har derfor blitt tatt etter forutgående nedbør, og representerer perioder med mye avrenning. Forut for prøveserien 19. oktober hadde det vært relativt mye nedbør, men i dagene før prøvetaking var det tørrvær. I forkant av prøveserien 23. november hadde det vært en lenger periode med lite nedbør. Det kom imidlertid en god del regn i dagene før prøvetakingen.

**Tabell 101** Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Evjemoen

Punkt	Vannføring		
	April	Oktober	November
1	Middels		
2	Middels		
3	Liten		
4	Middels		
5/F2	Stor		
6	Middels	-	Middels
7 Ref	Middels	-	Stor
8 Ref	Middels	-	Middels
F1	Liten	-	Liten

For prøveserien i april 2007 var det kommet relativt lite med nedbør. Det har heller ikke vært mye snø i feltet slik at det ikke har vært periode med snøsmelting i denne perioden.

Prøvene i april 2007 vil representere tørkeperiode. Da det ikke har ligget snø i feltet, er det ikke tatt prøver etter snøsmelting.

### 9.1.3 Analyseresultater

For kobber og bly ligger alle konsentrasjoner målt i punktene 1 - 4, og 6 og de fleste i F1 i tilstandsklasse III, IV eller V. Tilstandsklassene for kobber er gjennomgående litt høyere enn for bly. Punkt 5/F2 og referansepunkt 7 har klart lavere konsentrasjoner for begge disse metallene, mens referansepunkt 8 har kobberkonsentrasjoner i tilstandsklasse II, III og V og blykonsentrasjoner i tilstandsklasse I - III. Med unntak for punkt 4 tilsvarer sinkkonsentrasjonene stort sett tilstandsklasse II, mens nikkelskonsentrasjonene ligger i tilstandsklasse III og til dels i tilstandsklasse IV, med noen få registreringer i klasse II, også i bakgrunnspunktene.

Konsentrasjonene for jern og aluminium er gjennomgående høye, men på samme nivå som referansepunktene. Antimonkonsentrasjonen er gjennomgående lav, stort sett under, eller så vidt over deteksjonsgrensen.

Det synes som om det er en viss økning av blykonsentrasjonene i flere punkt i november 2006. Disse prøvene er tatt etter en periode med relativt mye nedbør, som kan ha medført noe økt transport av metaller. Vi har dessverre ikke analyser av kobber i denne prøvetakingsrunden pga. en feil ved laboratoriet. De andre metallene viser ikke samme trend for novemberprøvene.

Prøver som representerer avrenningen fra feltet viser en viss reduksjon i blykonsentrasjoner fra 2006 til 2007, tilsvarende én tilstandsklasse, men den samme reduksjonen kan ikke spores for kobber. Sinkkonsentrasjonene er fortsatt lave og ligger i tilstandsklasse I og II. Det er sporadisk påvist antimon i enkelte prøver i 2006, men ikke i noen av prøvene for 2007.

Noen enkeltmålinger i november 2006 viser urimelig høye konsentrasjoner av metaller i forhold til alle andre registreringer i samme punkt. Det gjelder bly i tilstandsklasse V på 5,8 µg/l i punkt 7 Ref, og 1100 µg/l sink og 24 µg/l krom i punkt 8 Ref. Vi antar at dette skyldes analysefeil eller kontaminering av prøveflasker og har valgt å se bort fra disse konsentrasjonene i beregningen av utlekking.

Innholdet av TOC er på samme nivå som tidligere år, mellom 7.5 og 21 mg/l, de fleste mellom 10 og 15 mg/l. pH-verdiene er nokså lave, mellom 4,5 og 6,2 med ett unntak, Bjoråna ved feltgrense (punkt 5/F2), hvor det ble målt en pH på 8,1 i oktober 2006.

Det kan ikke sees en entydig sammenheng i nivåene av pH, TOC og tungmetaller ut fra resultatene, men pH ligger i tilstandskasse III og IV og vil kunne føre til korrosive forhold og dermed økt utlekking av tungmetaller.

Alle prøver som er analysert for hvitt fosfor, viser konsentrasjoner under deteksjonsgrensen. En del av prøvene fra april 2007 ble knust. Det er derfor ikke analysert på hvitt fosfor i alle prøvene.

Prøvene fra 2006 ble tatt av Forsvarsbyggs personell lokalt og er dessverre ikke analysert mht sprengstoff. Prøvene som ble tatt i 2007 viste imidlertid ikke konsentrasjoner over deteksjonsgrensene. De to prøvene som ble analysert mht sprengstoff er valgt ut fra at disse ville fanget opp eventuelt utlekking av sprengstoffkjemikalier fra bane SKF.

#### **9.1.4 Forurensingssituasjon**

Tidligere overvåking gjennomført i regi av Forsvarsbygg har vist at konsentrasjonene av kobber og bly økte fra 1991 til 1996 for så å avta fram til 2000, for deretter å øke igjen slik at konsentrasjonene i 2005 igjen var nær 1991-nivå. Konsentrasjonene i bekken som drenerer kulefangervollen ved Steinsfjellet og banene H1 og H2 samt L1, L2, L3 og bane 1 (punkt 1), har i alle år vært lavere enn i bekken som drenerer feltskytebanene (punkt 6), men med samme variasjonsmønster. Vannkvaliteten i 2005 kunne klassifiseres som god i bekken fra kulefangervollene og mindre god i bekken fra feltskytebanen.

Det har vært aktiviteter i området som forklarer variasjonene, blant annet graving som har gitt større utvasking, og kalking som har bundet tungmetaller.

Det var en økning av blykonsentrasjonene i prøvene tatt i november 2006. Hele høsten 2006 var preget av regn, til dels med stor intensitet. Økt utvasking kan derfor delvis forklare de relativt høye verdiene som er funnet i disse prøvene, selv om det samtidig vil være en fortynningeffekt grunnet økt vannføring. Nivåene er redusert i prøvene som er tatt i april 2007.

På den annen side viser punkt 6 en signifikant økning i konsentrasjonen av både bly og kobber i siste måling i november 2007, selv om både oktober og november 2007 var relativt tørre måneder. Dette kan tyde på at økt grunnvannsandel også medfører mer metaller i avrenningen.

Selv om måleresultatene varierer, er det ingen klare generelle trender, men konsentrasjonene av bly viser noe nedadgående nivåer i punkter som renner ut av feltet. Det kan med sikkerhet sies at punktet nedstrøms feltskytebane, sprengningsgrop og banene Z og SKF, hvor det brukes håndvåpen, og panservern (M-72), er påvirket av aktiviteten i feltet. Dette punktet ligger i en liten bekk som drenerer gjennom en myr.

Generelt er pH-verdiene på Evjemoen lave, noe som skaper surt miljø med mulighet for økt utlekking.

Tabell 102 viser at det bare for kobber er en vesentlig økning av metaller som renner ut av feltet i forhold til hva som renner inn i feltet. Bakgrunnsverdiene for bly og kobber er høye, spesielt i punkt 7 Ref. Det synes somom nivåene som er påvist, både gjenspeiler aktiviteten på skytefeltet og effekten av menneskeskapte aktiviteter utenfor feltet.

Selv om bergningen viser at det renner mye metaller ut gjennom Bjoråna (prøvepunkt 5/F2), har en derfor ikke noe grunnlag for å hevde at det her renner vesentlig mer metaller ut av feltet enn det som renner inn i feltet. Konsentrasjonene av metallene antimon, bly, kobber og sink er også generelt meget lave i vannprøvene fra punkt 5/F2 og ligger i tilstandsklasse I og II. Punkt 6 er ikke med i beregningen da dette er et punkt inne i feltet og således ikke representerer hva som lekker ut.

**Tabell 102** Beregnet årlig utlekking fra Evjemoen.

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber*	Sink
1	1,53	5,62	7,99	21,98
2		0,77	0,82	2,81
3	0,24	2,41	1,24	3,25
4	0,28	2,54	1,66	7,68
5/F2		12,73	30,10	152,02
Sum	2,05	24,07	41,81	187,74
7 Ref		33,08	21,53	170,67
8 Ref		0,81	2,43	7,65

\* Ikke resultater fra 23.11.06. Utlekking beregnet på resultater fra 19.10.06, 26.04.07 og 03.09.07. Utlekking for punkt 3 beregnet på resultater fra 19.10.06, 26.04.07 og 09.11.07.

**Tabell 103** Resultater for metaller fra Evjemoen, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1		
Parameter	Enhet	26.04.07	03.09.07	09.11.07
Bly, Pb	µg/l	1,7	2,4	2,1
Kobber, Cu	µg/l	3,7	4,4	6,5
Sink, Zn	µg/l	13	8,2	18

Stasjon		2		
Parameter	Enhet	26.04.07	03.09.07	09.11.07
Bly, Pb	µg/l	2,7	1,4	2,1
Kobber, Cu	µg/l	4,5	3,7	4,7
Sink, Zn	µg/l	13	12	17

Stasjon		3		
Parameter	Enhet	26.04.07	03.09.07	09.11.07
Bly, Pb	µg/l	9	-	3
Kobber, Cu	µg/l	6,8	-	4
Sink, Zn	µg/l	11	-	14

Stasjon		4		
Parameter	Enhet	26.04.07	03.09.07	09.11.07
Bly, Pb	µg/l	7,7	2,9	2,9
Kobber, Cu	µg/l	7	2,9	8,5
Sink, Zn	µg/l	21	13	28

Stasjon		5/F2		
Parameter	Enhet	26.04.07	03.09.07	09.11.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	1,4	1,1	1,2
Sink, Zn	µg/l	3,8	5,8	10

Prøvepunkt 3 var tørket ut i september 2007 og ble derfor ikke prøvetatt.

Ovenstående tabeller viser at det i prøve 3 og 4 er blykonsentrasjoner som har middels biologisk effekt. Denne lille bekken har imidlertid svært liten vannføring og det er ikke påvist at det lekker ut bly av betydning fra dette punktet. Blykonsentrasjonene har også gått ned i de to siste rundene i 2007, og det er da ikke påvist nivåer over det som betraktes for å ha lav biologisk effekt.

### **9.1.5 Konklusjon og anbefalinger**

De forhøyede konsentrasjoner av metaller i mindre bekker ved skytefeltgrensen viser at metaller renner ut av fra skytefeltet. I Bjoråna, som er en større bekk er nivåene (punkt 5/F2) imidlertid lave. Det anbefales på bakgrunn av de forhøyde nivåene i de andre bekkene som renner ut av feltet å fortsette overvåkingsprogrammet.

Ettersom området rundt Evjemoen er kjent for sine sulfidmalmforekomster, kan deler av metallforurensingen, ha en naturlig opprinnelse. Det er likevel sannsynlig at mesteparten av forurensingen skyldes forsvarets aktiviteter. Det anbefales at det gjennomføres en undersøkelse for å avklare de forhøyde nivåene av kobber referansepunktet E8, og om dette kan relateres til geologiske betingelser.

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

## **9.2 Vikesdalmoen**

### **9.2.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter**

Vikesdalmoen skyte- og øvingsfeltet ligger i Bjerkreim kommune i Rogaland, Nord for Vikeså og er lokalisert Øst for Vikesdal. Avstanden fra Vatneleiren er 42 km. Feltet dekker et areal på ca 750 da.

Området består for utenfor skytebanene hovedsakelig av skogbevokst mark og fjell, med innslag av dyrka mark. Berggrunnen består av båndgneis, som stedvis er migmatittisk, og diorittisk til granittisk gneis. Langs elva i skytefeltets nordlige grense er berggrunnen overdekket av elveavsetninger og breelavsetninger. Mot høydedragene er det mye bart fjell, til dels dekket av tynn morene og skredmateriale.

Skyte- og øvingsfelt ble anlagt etter avtale mellom Forsvaret og grunneierne i området. Anleggene ligger i jordbruks- og beiteområde der grunneierne har bruksrett. Forsvaret, ved Forsvarsbygg, har forpliktelse til vedlikehold av veiene i feltet.

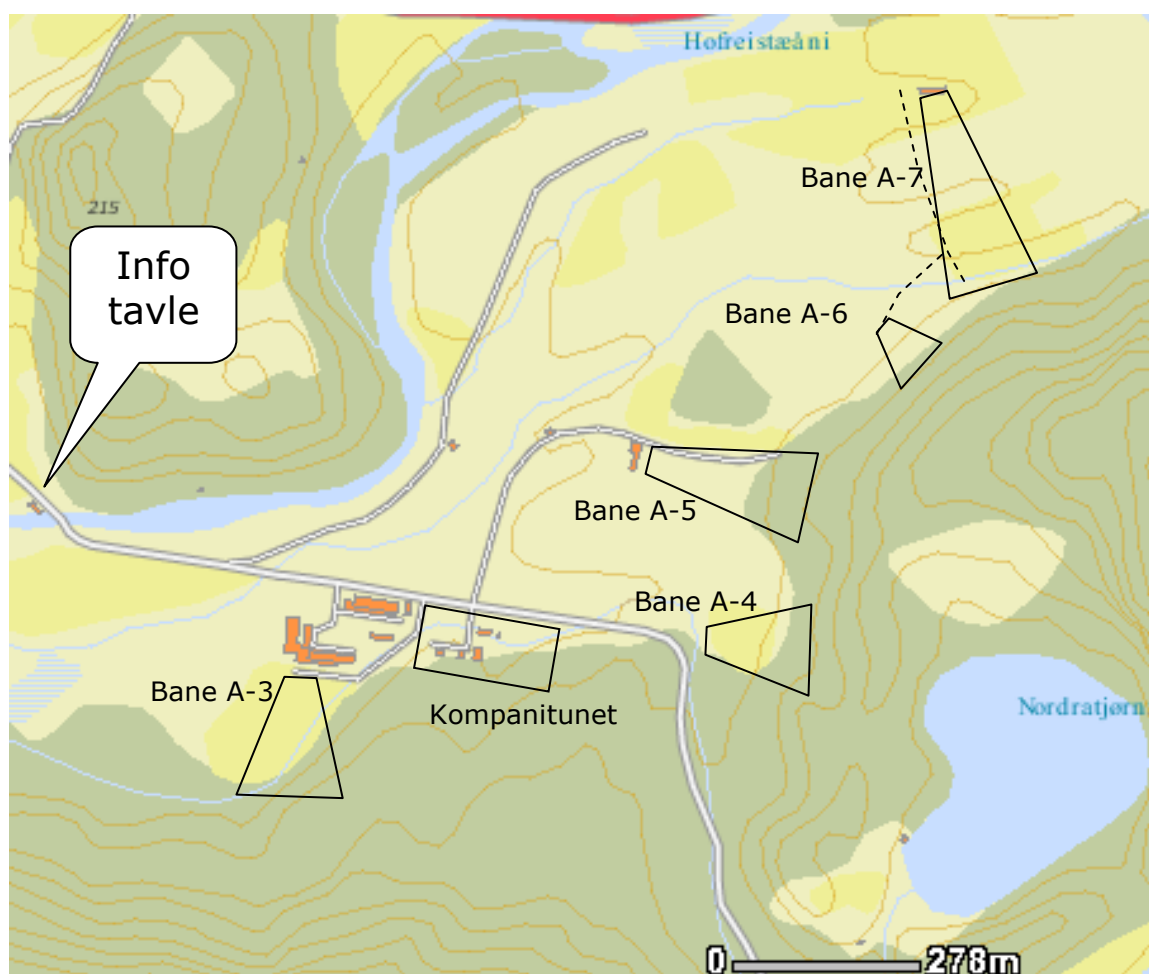
Feltet ble trolig tatt i bruk på 1950/60 tallet og det har vært i kontinuerlig bruk frem til det ble stengt i 2004. Forsvaret hadde inntil 50 bruksdager i året i fredstid. I perioden, 15. mai – 15. august, var det skyteforbud. Forbudet gjaldt både skarp- og løssammunisjon samt bruk av markeringsmidler.

Dette er et middels stort felt hvor det for det meste har vært brukt håndvåpen på skytebaner/standplasser (7,62 mm og 9 mm). Det er ikke skutt med krumbanevåpensystemer. Det har vært flere baner og standplasser, men 3 stk standplasser eksisterer fortsatt. Det er også en sivil skytebane (A-5) i det samme området som eventuelt også kan gi avrenning. I skyte- og øvingsfeltet var det tilrettelagt for å øve stridsteknikk og felttjeneste opp til kompani størrelse. I feltet kunne det skytes med håndvåpen og avdelingsvåpen mindre enn 12,7 mm samt PVRK (M-72) Øvingssystem.

Hovedbruker har tidligere vært IR-8 (nå nedlagt), Heimevernet med HV-08 og KNM Harald Hårfagre. Siden 2004 er det kun drevet tørrøving, med bruk av rødplast i regi av HV-08.

Følgende baner var i bruk på Vikesdalmoen (plassert på kartet nedenfor):

Bane/ Instruks	Type anlegg	Våpen	Merknader
A-1	PV bane	M-72	Ikke i bruk, (Ikke markert på kart)
A-2	Bevegelig mål bane		Ikke i bruk, (Ikke markert på kart)
A-3	Feltskytebane m/korthold	Pistol, MP, gevær, MG /MITR <12,7 mm	Ikke i bruk
A-4	Feltskytebane	Håndvpn, avdvpn <12,7mm, M-72 ØV	Ikke i bruk
A-5	Skoleskytebane	Håndvåpen opp til kal. 7,62 mm	Sivil bane
A-6	Kortholds bane		Brukes ikke i fred
A-7	Feltskytebane	MP, gevær, MG/MITR <12,7 mm. 9 mm M72 ØV, 7,62 mm ØVSYST for RFK	Ikke i bruk



Det er i følge gitte opplysninger kun skutt med håndvåpen, pistol og AG-3, med kaliber 9 mm og 7,62 med mer de siste årene før feltet ble stengt. Bane 3 var ikke utstyrt med sandvoll. Det ble her skutt mot skogbevokst fjell og ur. Bane A-1 (PV bane) hadde ikke vært i bruk på mange år. Det har ikke vært mulig å få brakt på det rene hvor nedslagsfeltet var. Det er heller ikke markert i kart med oversikt over banene. Når evt skyting med M-72 opphørte er av samme årsaker ukjent.

Det er flere elve- og bekkesystemer i skytefeltet. Alle elver og bekker renner til slutt ut i elva Hofreistæåni som igjen renner ut i Svelavatnet.

Totalt er det etablert 9 prøvestasjoner og disse punktene ble prøvetatt første gang i april 2007. Det ble fortatt en befaring for plassering av prøvepunkter, med deltagelse av Sweco, Forsvarsbygg og FLO/RSF.

**Tabell 104** Oversikt over prøvepunkter, Viksedalsmoen

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer Våpen
1	Stor bekk	Drenerer bane 3			Samlepunkt for flere bekker, renner ut i Hofreistæåni pistol og AG-3
2	Middels stor bekk	Nedstrøms bane 3			pistol og AG-3
3	Stor bekk	Rett nedstrøms målskiver/voll bane for håndvåpen			pistol og AG-3
4 Ref	Middels stor bekk	Oppstrøms feltet			Referanse for punkt 3
5	Middels stor bekk	Rett nedstrøm skytebanevoll, bane 7.			pistol og AG-3
6	Middels stor bekk	Nedstrøms standplass, bane 7			Mottar også avrenning fra dyrka mark. pistol og AG-3
7	Stor elv	Fanger opp avrenning fra hele feltet, i tillegg til avrenning fra landbruksarealer og dyrket mark, nord for feltet			Elva Hofreistæåni. Like ved utløpet til Svelavatnet
8 Ref	Stor elv				Elva Hofreistæåni. Ved innløpet til feltet
9 Ref	Liten bekk				Ved et boligfelt, referanse for punkt 5 og 2

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

## 9.2.2 Nedbør og vanntransport

Det er ingen nedbørsmålere i Bjerkreim kommune. Nærmeste nedbørsmålere er Maudal i Gjesdal kommune. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

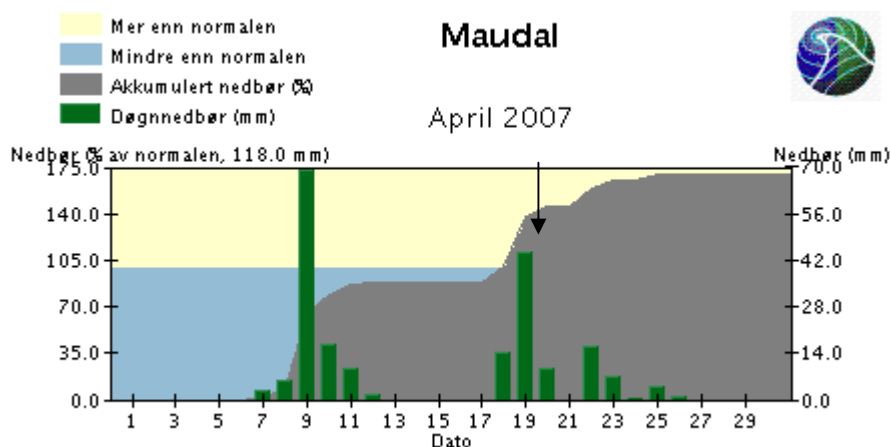
**Tabell 105** Beregnet normalavrenning for Viksedalmoen

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, middel l/s
1	4,63	68,88	318,67
2	1,23	54,89	67,41
3	2,32	63,31	147,11
4 Ref	0,83	63,83	52,77
5	0,09	58,74	5,29
6	0,84	62,34	52,59
7	210,55	56,95	11990,76
8 Ref	203,76	74,45	15170,25
9 Ref	0,63	72,47	45,54

Årsmiddelavrenningen (1961-90) for de enkelte punktene er gitt i Tabell 105.

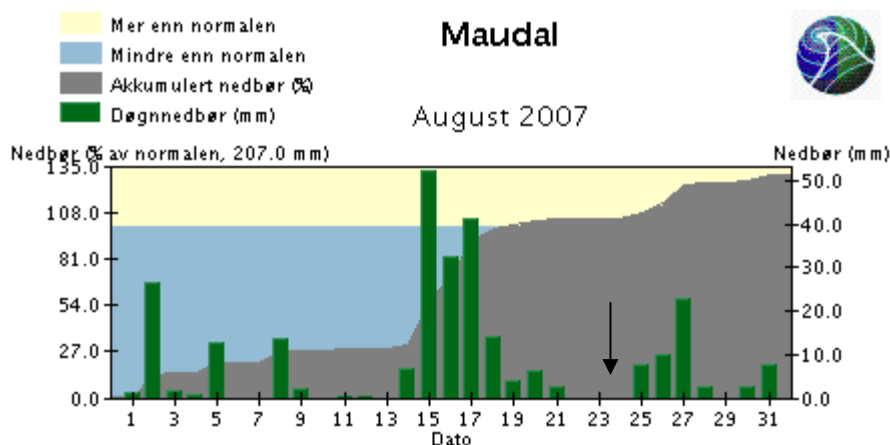
Prøvene som ble tatt den 19. april ble tatt etter en relativt tørr periode, med lite nedbør i april. Det regnet imidlertid en del ved selve prøvetakingstidspunktet.

Det hadde vært noe snø i fjellet og snøsmeltingen var akkurat over, slik at det var godt med vannføring i bekker og elver.



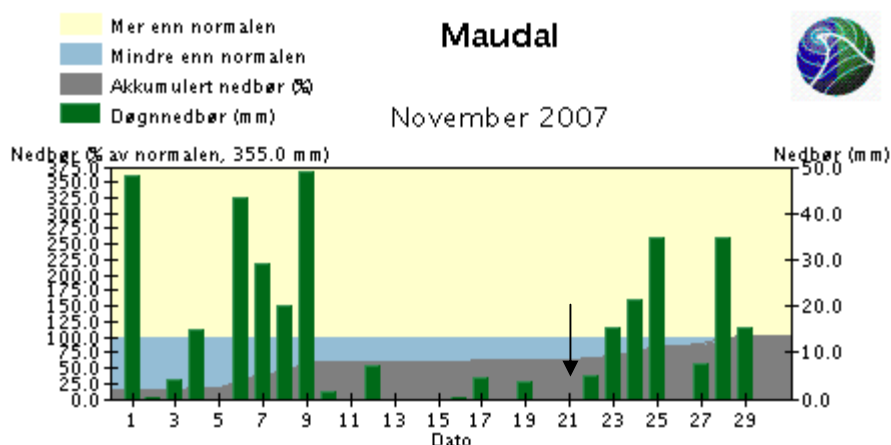
**Figur 71** Nedbørsdata for Vikesdalmoen (Maudal, Gjesdal kommune), april 2007

Som det kommer frem av Figur 72, hadde det regnet relativt mye forut for prøvetakingen den 23. august. Denne serien vil derfor representere perioden etter kraftig nedbør.

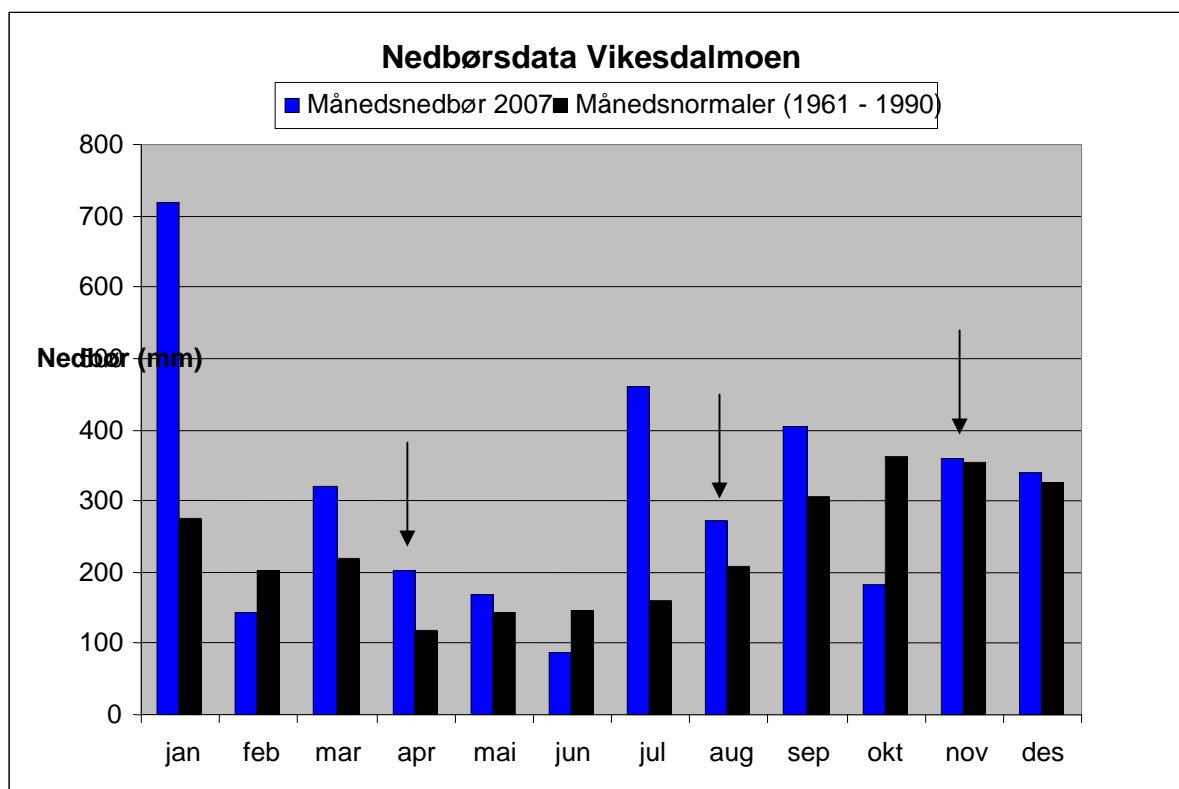


**Figur 72** Nedbørsdata for Vikesdalmoen (Maudal, Gjesdal kommune), august 2007

Prøvetakingen 21. november ble utført etter en relativt tørr periode. Det må imidlertid bemerkes at det regnet så mye hele sommeren og høsten 2007 at det var vanskelig å finne en periode med tørke. Denne serien vil derfor måtte representere prøvetaking etter tørkeperiode, men gir neppe noe godt bilde av en riktig tørr situasjon.



Figur 73 Nedbørsdata for Vikesdalmoen (Maudal, Gjesdal kommune), november 2007



Figur 74 Nedbørsdata 2007 for Vikesdalmoen, månedsverdier 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990)

Det kommer frem av Figur 74 at det både ved prøvetakingene i april og august var mer nedbør enn normalt. Spesielt var perioden juli - august svært nedbørrik. November var tilnærmet normal med hensyn til nedbør, mens oktober var en relativt tørr måned.

Tabell 106 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Vikesdalmoen

Punkt	Vannføring		
	April	August	November
1	Stor	Middels	Normal
2	Middels stor	Middels	Normal
3	Liten	Middels	Normal



4 Ref	Middels stor	Middels	Normal
5	Middels stor	Middels	Normal
6	Liten	Liten	Normal
7	Stor	Middels	Normal
8 Ref	Middels stor	Middels	Normal
9 Ref	Stor	Middels	Normal

### 9.2.3 Analyseresultater

Analyseresultatene fra Vikesdalmoen er generelt lave. Konsentrasjonene ligger, med unntak av en prøve i april, hovedsakelig i tilstandsklasse I og II. Mange av analysene ligger under deteksjonsgrensen.

Det er påvist innhold av kobber tilsvarende tilstandsklasse IV ved første prøverunde i prøvepunkt 1, mens de to neste seriene har konsentrasjoner under deteksjonsgrensen. Videre er det funnet konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III for kobber og sink i prøvene 6 og 7 i august og november, men i den lavere delen av intervallet.

TOC konsentrasjonene varierer mellom 0,87 til 4,3 mg/l og ligger stort sett i tilstandsklasse I og II. Det er et unntak med prøven fra april 2007 i punkt 9 hvor TOC er 21 mg/l som må skyldes andre forhold som for eksempel partikler i prøven. pH målingene ligger i stor grad mellom 6,0 og 7,0. Men med enkeltmålinger ned mot 5,4. pH-verdiene ligger stort sett også i tilstandsklasse I og II.

Alle konsentrasjoner av antimon er mindre enn deteksjonsgrensen. Det er ikke påvist hvitt fosfor over deteksjonsgrensen i noen av prøvene.

### 9.2.4 Forurensingssituasjonen

Ettersom alle analyser av antimon ligger under deteksjonsgrensen, er det ingen grunnlag for beregning av utlekking av dette stoffet. For bly, kobber og sink er det beregnet utlekking der hvor det er påvist minst én analyse over deteksjonsgrensen slik som forklart innledningsvis i denne rapporten. Utlekkingsberegningen vil derfor trolig vise maksimumsverdier for utlekking, og reell utlekking kan derfor være lavere en beregnet.

Basert på årsmiddelavrenningen og gjennomsnittskonsentrasjonen for de ulike prøvetakingsperiodene er beregnet årlig utlekking for de punkter som representerer avrenning ut av feltet.

**Tabell 107** Beregnet årlig utlekking fra Vikesdalmoen

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1		4,29	18,42	45,22
5				0,57
Sum		4,29	18,42	45,79
7*				
4 Ref			1,16	13,20
8 Ref			350,83	
9 Ref				

\* All avrenning fra skytefeltet samles i hovedvassdraget oppstrøms målepunkt 7, men det som mottas av mengde vann herfra er forsvinnende lite i forhold til vannføringen hovedvassdraget. Beregningen av utlekking blir derfor uforholdsmessig høy, selv om den er basert på en påvisning rett over deteksjonsgrensen. Det er derfor valgt ikke å beregne utlekking for punkt 7. Målepunkt 1 og 5 er målt i de to vassdragene inne i skytefeltet. Summen av konsentrasjonene i disse to målepunktene ligger sannsynligvis nærmere den reelle utlekkingen fra selve skytefeltet.

På grunn av den relativt høye vannføringen i elva Hofreistæåni slår relativt lave konsentrasjoner av bly, kobber og sink uforholdsmessig kraftig ut i beregningen av avrenning.

Tabellene nedenfor viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter.

**Tabell 108** Resultater for metaller fra Vikesdalmoen, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Punkt		1			2		
Parameter	Enhet	19.04.07	23.08.07	21.11.07	19.04.07	23.08.07	21.11.07
Bly, Pb	µg/l	0,78	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	4,5	<1	<1	<1	<1	<1
Sink, Zn	µg/l	8,5	<5	<5	6,7	<5	<5

Stasjon		5			7		
Parameter	Enhet	19.04.07	23.08.07	21.11.07	19.04.07	23.08.07	21.11.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,59	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	1,8
Sink, Zn	µg/l	5,3	<5	<5	7,3	<5	<5

Konsentrasjonene av metaller i de punktene som representerer avrenning ut av feltet, defineres som meget lave i alle punktene med unntak av kobberkonsentrasjonen i punkt 1 i august, som har lav påvirkning. Det kan derfor konkluderes med at utlekkingen fra Vikesdalmoen ikke vil ha noen påviselig biologisk effekt.

### 9.2.5 Konklusjon og anbefalinger

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.

Analysen 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.

## 9.3 Sikviland/Jolifjell

### 9.3.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Skytefeltet ligger i Gjesdal kommune i Rogaland og dekker et areal på ca 2 500 da. Det er ukjent når feltet ble tatt i bruk og hvor mange baner som har vært brukt, men deler av feltet benyttes ennå. Hovedbruker var Heimevernet, med HV-08 og IR-8 (nå nedlagt).

Dette er et relativt stort felt hvor det inngikk bruk av håndvåpen på skytebaner/standplasser. Det er blitt skutt med håndvåpen 7,62 mm og 9 mm, i tillegg er det skutt med 12,7 mm mitraløse. Det ble også brukt krumbanevåpen som for eksempel BK på banen ved prøvepunkt 3. Banene som benyttes i dag er Bane C1 og C2 på disse banene benyttes det i dag følgende våpen AG 3, 12,7 mm, og RFK. Det er ikke etablert noen kulefangere av sand, all skyting foregår mot et etablert blindgjengerfelt. Det skytes mot skiver i terrenget blant annet mot fjell. Bruken av feltet er kun sporadisk, ca en gang i kvartalet.

Området består for utenom skytebanene hovedsakelig utmark mark og fjell. Det er relativt mange større og mindre vann innefor skytefeltet. Det er også mange elver og bekker. Berggrunnen består av diorittisk til granittisk gneis og migmatitt. Terrengtet består av bart fjell stedvis dekket av torv/myr og tynn morene.

Totalt er det etablert 8 prøvestasjoner, og disse punktene ble prøvetatt første gang i april 2007. Det ble fortatt en befaring for plassering av prøvepunkter. På befaringen deltok fra Sweco, Forsvarsbygg og FLO/RSF. Punktene ble plukket ut hvor det var størst mulighet for å finne avrenning fra aktiviteten på feltet.

Det er tatt sprengstoffprøver av prøvepunkt 3 da denne bekken vil kunne motta avrenning fra feltet for krumbanevåpen.

**Tabell 109** Oversikt over prøvepunkter, Jolifjell

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer Våpen
1	Liten bekk				Myr
2	Middels stor bekk				Pistol og AG-3
3	Stor bekk	Som renner ut fra vannet Øydestjørna. Drenerer bane C1 og C2	S		Punktet mottar avrenning fra nedslagsfelt for krumbanevåpen/blindgjengerfelt
4	Middels stor bekk	Renner ut i Homslandsvatnet, mottar også avrenning fra en sidebekk som kommer fra Solheim			Myrlig terreng
5	Middels stor bekk	Utkant av feltet			Myrlig terreng
6	Stor bekk	Renner ut i Sikvalandsvatnet.			Kan motta avrenning fra blindgjengerfelt
7 Ref	Liten bekk	Ovenfor Sikvalandsvatnet			Referansestasjon
8	Liten bekk	Renner ut i vannet Bastlitjørna			

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

\*\* S = sprengstoff

### 9.3.2 Nedbør og vanntransport

Nærmeste nedbørsmåler er Helland som ligger i Gjesdal kommune. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

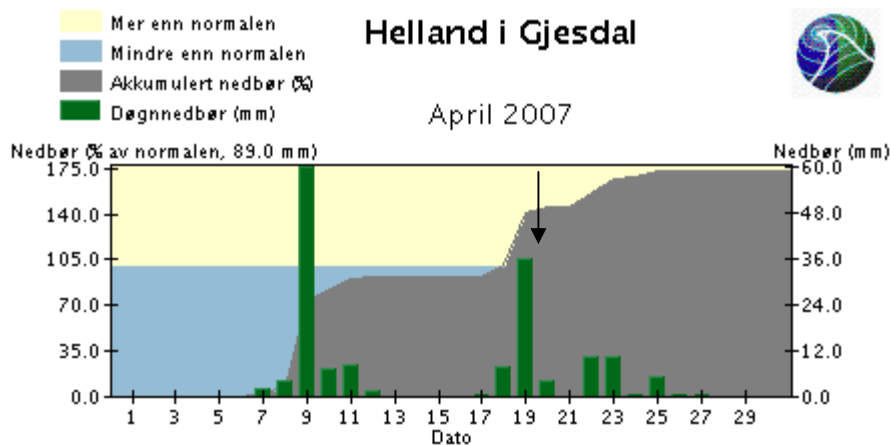
Årsmiddelavrenningen (1961-90) for de enkelte punktene er gitt i Tabell 110.

**Tabell 110** Beregnet normalavrenning for Jolifjell

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, middel l/s
1	0,01	71,68	1,05
2	2,81	58,46	164,08
3	7,54	61,71	465,32
4	3,21	58,18	186,83
5	2,37	59,52	141,18
6	4,14	61,57	255,18
7 Ref	0,18	65,92	11,90
8	0,34	62,02	20,97

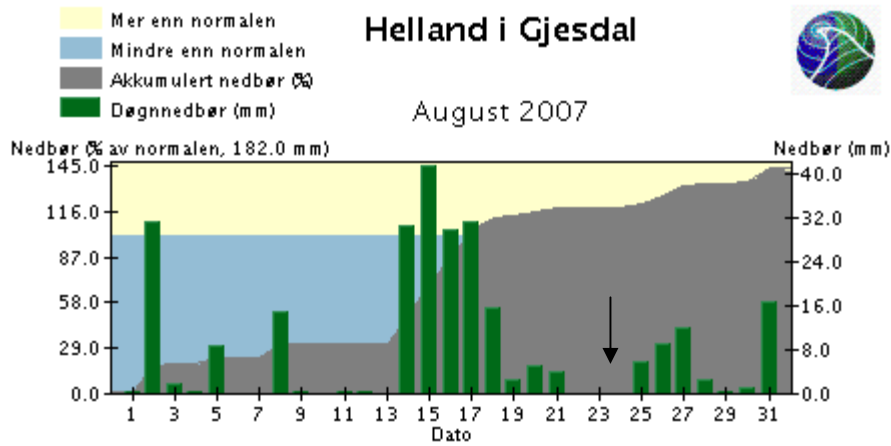
Prøvene fra 19. april ble tatt etter en relativt tørr periode, men det regnet en del ved selve prøvetakingstidspunktet.

Det hadde vært noe snø i fjellet og snøsmeltingen var akkurat over, slik at det var relativt godt med vannføring i bekker og elver. Denne prøvetakingen vil derfor representere episoder etter snøsmelting på en god måte.



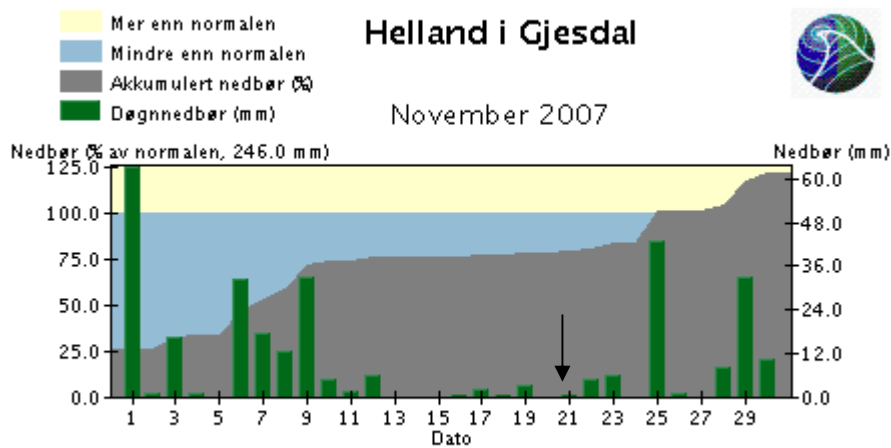
**Figur 75** Nedbørsdata for Jolifjell (Helland), april 2007

Som det kommer frem av Figur 26, hadde det regnet relativt mye forut for prøvetakingen den 23. august. Denne serien vil derfor representere perioden etter kraftig nedbør.

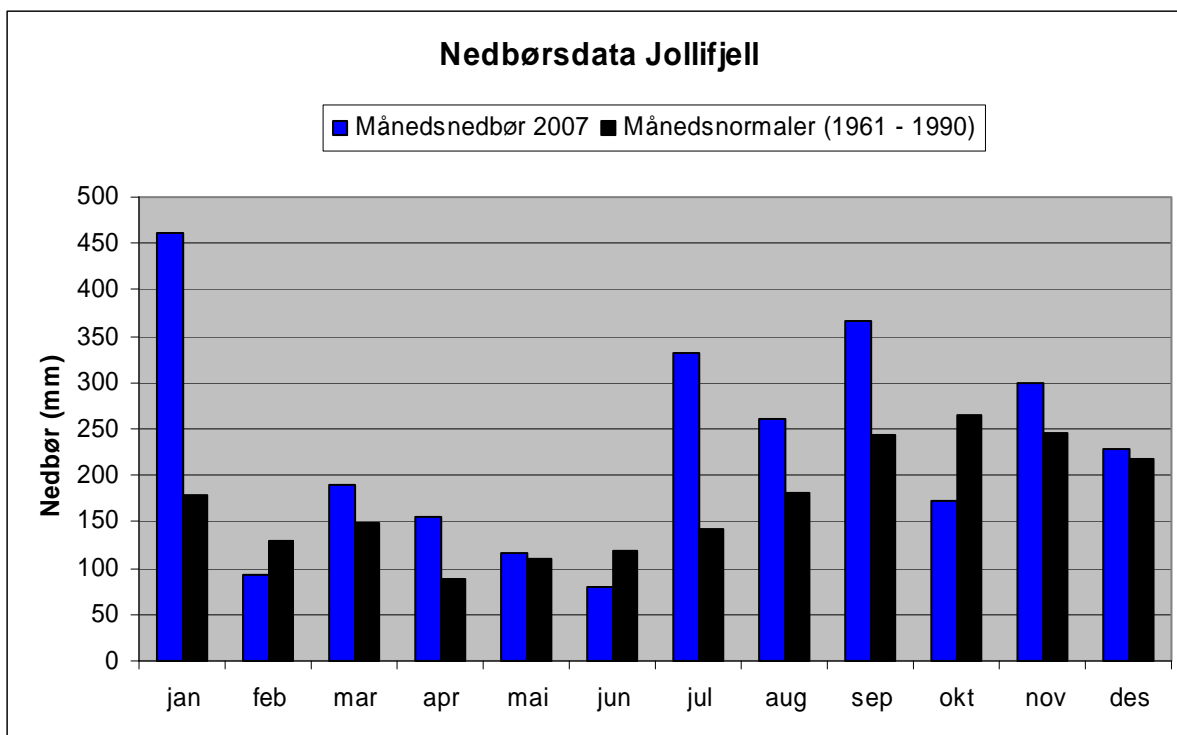


**Figur 76** Nedbørsdata for Jolifjell (Helland), august 2007

Prøvetakingen 21. november ble foretatt etter en relativt tørr periode. Det må imidlertid bemerkes at det hele sommeren og høsten 2007 regnet mye, slik at det var vanskelig å finne en periode med tørke. Denne serien vil derfor måtte representere prøvetaking etter tørkeperiode, men er neppe helt typisk for dette.



**Figur 77** Nedbørsdata for Jolifjell (Helland), november 2007



Figur 78 Nedbørsdata Jollifjell, månedsverdier 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Det fremgår av Figur 78, at både prøvetakingene i april og august hadde mer nedbør enn normalt. Spesielt var perioden juli - august svært nedbørsrik. November hadde også noe mer nedbør enn normalt, mens oktober var en relativt tørr måned.

Tabell 111 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Jollifjell

Punkt	Vannføring		
	April	August	November
1	Meget liten	Liten	Liten
2	Middels	Middels	Middels
3	Middels	Middels	Middels
4	Liten	Middels	Middels
5	Liten	Middels	Middels
6	Stor	Middels	Middels
7 Ref	Liten	Middels	Middels
8	Liten	Middels	Middels

### 9.3.3 Analyseresultater

Analyseresultatene fra Jollifjell viser generelt meget lave konsentrasjoner. Nivåene ligger, med unntak av én prøvetaking ved punkt 1, i tilstandsklasse I og II. Mange av analysene har konsentrasjoner under deteksjonsgrensen.

Alle konsentrasjoner av antimon er lavere enn deteksjonsgrensen, og det samme gjelder for de fleste konsentrasjoner av bly, kobber og sink.

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

### 9.3.4 Forurensingssituasjonen

Punkt 1, hvor det er påvist bly og kobber i tilstandsklasse III i august, er en svært liten bekk/myr med meget liten vannføring, slik at betydningen er tilnærmet neglisjerbar. TOC-konsentrasjonen i denne prøven er høyere enn i de to andre prøveseriene. Dette kan derfor

tyde på at man kan ha fått med noe mer humus eller bunnsedimenter i prøven, og derved kompleks bundne tungmetaller.

Det er gjennomgående påvist noe lave pH nivåer, med spesielt lave pH nivåer i enkelte av prøvene tatt i april. Dette antas å skyldes andre kilder for eksempel sur nedbør og/eller snøsmelting. Det synes imidlertid ikke som at redusert pH har noen påvirkning på utlekking av metaller.

For bly, kobber og sink er det beregnet utlekking der hvor det er påvist minst én analyse over deteksjonsgrensen. Utlekkingsberegningen vil derfor trolig vise maksimums verdier for utlekking, og reell utlekking kan derfor være lavere en beregnet. Konsentrasjonene av sink ligger i tilstandsklasse I og II.

Ettersom alle analyser av antimon ligger under deteksjonsgrensen, er det ingen grunnlag for beregning av utlekking av dette stoffet.

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

**Tabell 112** Beregnet årlig utlekking fra Jolifjell

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1		0,03	0,03	0,31
2				29,32
3				48,91
4				34,56
5				23,75
6		2,87		55,26
8				3,53
Sum		2,90	0,03	195,64
7 Ref		0,15	0,26	2,74

Avrenningen fra Jolifjell skytefelt ansees som meget lav. Det er i realiteten ikke påvist utlekking av kobber. Utlekkingen av bly er også beskjeden. Når det er påvist utlekking av 195 kg sink, skyldes dette at det er relativt høy vannføring i større bekker med meget lave konsentrasjoner.

Tabellen nedenfor viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter.

Konsentrasjonene av metaller i de punktene som representerer avrenning, defineres som meget lav alle punktene med unntak av kobberverdien i punkt 1 fra august. Det kan derfor konkluderes med at avrenning fra Jolifjell ikke vil ha noen påviselig biologisk effekt.

**Tabell 113** Resultater for metaller fra Jolifjell, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1			2		
Parameter	Enhet	19.04.07	23.08.07	21.11.07	19.04.07	23.08.07	21.11.07
Bly, Pb	µg/l	0,96	1,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	<1	2,1	<1	<1	<1	<1
Sink, Zn	µg/l	9,3	11	7,8	7,6	<5	6,9
Stasjon		3			4		
Parameter	Enhet	19.04.07	23.08.07	21.11.07	19.04.07	23.08.07	21.11.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sink, Zn	µg/l	<5	<5	5	8,2	<5	6,9
Stasjon		5			6		
Parameter	Enhet	19.04.07	23.08.07	21.11.07	19.04.07	23.08.07	21.11.07
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,57	<0,5
Kobber, Cu	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sink, Zn	µg/l	8,3	<5	5,2	5,7	8,9	6
Stasjon		8					
Parameter	Enhet	19.04.07	23.08.07	21.11.07			
Bly, Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5			
Kobber, Cu	µg/l	<1	<1	<1			
Sink, Zn	µg/l	6,9	<5	6,6			

### 9.3.5 Konklusjon og anbefalinger

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.

## 9.4 Vatneleiren

### 9.4.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Skytefeltet ligger i Sandnes kommune, Rogaland. Skytefeltet er delt i to av et boligfelt og RV 13. Feltet dekker et areal på totalt ca 1080 da, fordelt med 850 mål på Svartemyr og 230 mål på Vatnefjellet. Feltet ble tatt i bruk under andre verdenskrig (1940-45) og har vært i mer eller mindre kontinuerlig bruk siden.

Svartemyrfeltet ligger øst for Vatneleiren, med avrenning til blant annet vannet Dybningen. Vatnefjellet ligger nord for Vatneleiren. For å skille mellom de to feltene heter skytebanene "baner" på Vatnefjellet og "felt" på Svartemyr.

Berggrunnen består av granitt, grandioritt i det østlige skytefeltet og diorittisk til granittisk gneis og migmatitt i det vestlige skytefeltet. Overdekningen er en blanding av torv/myr og tykk morene, samt noe breelvavsetninger i området langs Grunningen mot Dybningen. Mot høydedragene i østlig og vestlig side av skytefeltene blir toppdekket tynn morene og det er bart fjell på toppene.

Leietaker er FLO/RSF og hovedbrukere er Heimevernet, med HV-08 og rekruttskolen for HV.

Feltet brukes også av SHV kommando Vest, Flo Base Rogaland- Agder, FOHK, JWC, KNM Harald Haarfagre/ Rekruttskolen for Sjø- og Luftforsvaret. Politiet ved Rogaland Politidistrikt bruker også feltet til øvelsesskyting. Forsvaret har en samarbeidsavtale med Gann skytterlag/Rogaland skyttersamlag om bruk av banen.



Dette er et relativt stort felt hvor det for det meste inngår bruk av håndvåpen med 7,62 mm og 9 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys på skytebaner/standplasser. 12,7 mm ammunisjon benyttes i dag ikke. Det er tidligere brukt M-72 rakettvåpen. Dette er imidlertid flere år siden. Det ble da skutt inn mot fjell i felt A, hvor det er etablert en prøvestasjon (punkt 5). Det er tatt sprengstoffanalyser av vannet nær nedslagsfeltet. Det brukes i dag ikke krumbanevåpen på dette feltet. Det brukes nå heller ikke pyrotekniske våpensystemer.

### **Vatnefjellet**

På Vatnefjellet er det fem baner – bane A, B, C, D og E. På Vatnefjellet var det etablert kun et prøvetakingspunkt. På grunn av knapp tid og pågående skyting i 2007 var det ikke mulig å påvise flere punkter på dette feltet. Analysene fra dette punktet (punkt 6) viser meget høye konsentrasjoner av tungmetaller. Dette punktet samler opp vann fra to bekker som renner gjennom feltet.

Bane E ble formelt stengt for skyting 01.01.06. Når den sist var i bruk er imidlertid ukjent.

Bane A er en 200 m bane. Denne banen har vært er midlertidig stengt siden 2004 på grunn av at den ikke tilfredsstiller sikkerhetskrav. En bekk renner gjennom banen, mellom standplass og kulefangervoll. Denne bekken renner deretter inn i den bekken hvor prøvepunkt 6 er etablert. Det er foreslått to nye punkter i forbindelse med bekken som renner gjennom bane A (referanse + nedstrøms). Før kulefangervollen ble etablert, ble det skutt inn i fjell.



**Figur 79** Dam nedstrøms kulefangervoll Vatneleiren

Bane B er en 200 m bane. Denne banen er nylig oppgradert med bafler for sikring mot at prosjektiler skytes over vollen. Bak vollen er det fjell. Prosjektiler som er skutt over vollen tidligere kan ha truffet fjell og blitt knust. Banen ble midlertidig stengt i 2004 på grunn av manglende sikkerhetsgodkjenning. Den er nylig tatt i bruk etter omfattende sikkerhetsmessig oppgradering. På nordsiden av banen kommer det inn en bekk som renner gjennom kulefangervollen. Den renner, etter å ha drenert vollen, ut i en liten dam (se Figur 79) og videre gjennom et våtmarks- område /myr mot standplass. Deretter renner bekken videre inn i bekken hvor punkt 6 er etablert. Det ble foretatt en befaring av feltet en andre gang i januar 2008. På befaringen ble det observert at det var gravd en del i myra og masser var lagt opp på sidekantene av banen. Det luktet av hydrogensulfid. Det er foreslått å etablere to nye

prøvetakingspunkter på banen, henholdsvis en på oversiden av vollen (referanse) og en nedenfor vollen.

Det ble opplyst at vollen raste ut høsten 2007. Massene fra utrasingen ble tilbakefylt. Det ble supplert med eksterne masser. Det ble observert en god del prosjektiler i de utraste massene. Det ble ikke foretatt noen masseutskiftning i forbindelse med utrasingen. Det ble videre opplyst at det på 1970 tallet ble skutt direkte ned i myra.

Området mellom standplass og vollen brukes av en lokal entreprenør til dumping av overskuddsmasser. I utgangspunktet skal dette være rene masser. Det ble på befaringen imidlertid observert at det var dumpet en del masser som inneholdt blant annet asfalt. Det tyder derfor på at det ikke kun dumpes rene masser.

Bane C er en 100 m bane som brukes av et sivilt skytterlag. Den brukes ikke av Forsvaret, da den ikke tilfredsstiller Forsvarets sikkerhetskrav. Banen er drenert for overflatevann som renner inn i kummer som er etablert på banen. Dette renner ut i bekken hvor punkt 6 er etablert. Det er ingen annen overflateavrenning, så det er ikke foreslått prøvepunkter på denne banen. Bak vollen er det en gammel voll i betong, som tydelig ikke har vært brukt på lenge (gjengrodd). Men det antas at det også ligger prosjektiler i grunnen ved denne vollen.

Bane D er en 30 og 50 m bane. Denne banen er en kortholdsbane med nærstridsmuligheter. Banen er drenert for overflatevann som renner inn i kummer som er etablert på banen. Vannet renner ut i bekken hvor punkt 6 er etablert. Det er ingen annen overflateavrenning, så det er ikke foreslått prøvepunkter på denne banen. Vannet her fanges også opp av nytt foreslått punkt 11.

Ligger oppstrøms bane B. Dette var imidlertid ikke kjent under den første befaringen. Banen var ikke synlig pga tett tåke. Det er en ammel 12,7mm bane, hvor det sannsynligvis også er skutt med 7,62 mm ammunisjon. All skyting har foregått direkte på berg/stein, slik at prosjektilene er knust.

**Tabell 114** Type våpen brukt på Vatnefjellet

Bane	Våpentyper	Skyteavstand m	Merknad
Bane A	Gevær m/kal mindre enn 8 mm	200	Standplass for 22 skyttere, er midlertidig stengt
Bane B	Gevær m/kal mindre enn 8 mm	200	Overbygget standplass for 52 skyttere. Nylig oppgradert med baflere.
Bane C	Gevær m/kal mindre enn 8 mm	100	Brukes kun av skytterlaget
Bane D	Gevær m/kal mindre enn 8 mm, pistol + MP 12,7 mm (blåplast)	0-50	Kortholdsbane med nærstridsmuligheter
Bane E	Mitraløse opp til 12,7 med mer	0-600	Standplass for 3 våpen

Bekk som renner ut av Vatnefjellet Denne bekken samler opp alt overflate- og dreinsvann fra Vatnefjellet, bortsett fra avrenning fra bane D. Bekken renner videre ned gjennom et jordbruksareal før den renner ut i vannet Grunningen. Det er derfor foreslått å etablere et nytt prøvepunkt i bekken (punkt 11) for å se på evt. fortynningsgrad. Punktet er foreslått etablert før det renner inn i dyrket mark.

På Svartemyra, som er en del av leirområdet, er det etablert 8 felt. Det skytes hovedsakelig med håndvåpen. Men det skytes også med ammunisjon opp til 12,7 mm. Det har tidligere vært skutt med krumbanevåpen på dette feltet.

Felt A: banen og standplass for 200 meter er stengt og kulefangervoll er ikke i bruk. Det ble tidligere skutt direkte inn i berg/fjell. Det er laget en ny 180 graders bane i felt A (felt K).

Følgende felt er også stengt: B, C, luftmålbanen, 12,7mm og Bevegelig panservern bane er alle stengt for skyting med skarp ammunisjon. Når banene ble stengt er ukjent.

Det brukes løsammunisjon og knallskudd i Svartemyr.

Tabell 114 og Tabell 115 er det gitt en oversikt over hvilke type våpen som er i bruk eller har vært brukt på de ulike banene og feltene.

**Tabell 115** Type våpen brukt på Svartemyrfeltet

Felt	Våpentyper	Skyteavstand m	Merknad
Felt A	Maskingevær, Gevær, Maskinpistol, Pistol	200 +	Kaliber mindre enn 8 mm 200 m selvanvisere
Felt B	Maskingevær, Gevær, Maskinpistol, Pistol	25-150	Skyting i lagsforband. Skutt i berg/på stein.
Felt C	Gevær, Maskinpistol, Pistol	0-100	Demo av dekningstykkelser, våpen alle kaliber.
Felt D	Gevær, Maskinpistol, Pistol	0-50	Overbygget standplass for 20 skyttere, våpen alle kaliber men etter kl 16 kun kal .22
Felt E	Gevær, Maskinpistol, Pistol	0-120	Standplass for 20 skyttere, våpen alle kaliber. Nyttet til feltskytinger
Luftmålbane	Korthold kaliber opp til 12,7 med mer	10-90	5 skytegroper Elektrisk drevet målbane
Pistolbane	Pistol, Revolver	25	Overbygget standplass for 20 skyttere, våpen alle kaliber. Politiet bruker selvanvisere her i dag.
Felt H PVRK/ 12,7 mm	12,7 MITR, M 72, 84 mm RFK unntatt spreng, 40 med mer granater for AG-3	200	Kapasitet for 2 skyttere/våpen, bane inngjerdet som blindgjengerfelt
Håndgranatbane	Alle typer håndgranater	-	3-delt kastegrop, inngjerdet nedslagsfelt.
Sprengingsfelt	Frittliggende ladninger med ladninger inntil 3 kg	-	
Bevegelig PV bane	84 mm RFK m/øvingssystem, M 72 m/øvingssystem, gevær med kaliber < 8 med mer	0-110	Standplass for 20 skyttere,

Totalt ble det etablert 6 prøvepunkter i Vatnefjellelt og Svartemyrfeltet, som ble prøvetatt første gang i april 2007. Det ble fortatt en befaring for plassering av prøvepunkter. På befaringen deltok Sweco, Forsvarsbygg og FLO/RSF. Det ble foretatt en oppfølgende befaring i januar 2008 – det ble da ikke tatt prøver.

Det er tatt sprengstoffanalyse av punkt 5.

Prøvepunktene 1, 2 og 3 har avrenning rett ut i vannet Dybningen, som er et større vann. Dybningen brukes til sportsfiske. Det er en del ørret i vannet. Fisken vandrer trolig mellom vannene Dybningen og Grunningen via kanalen/elven som forbinder de to vannene.

I felt H er det et område som er markert som blindgjengerfelt. Det er også skutt med M-72 i dette området selv om dette ikke kommer frem av oversikten i Tabell 115. Det er derfor tatt prøver for sprengstoff i dette punktet.

Punkt 4 er etablert nedstrøms Grunningen og var ment som referanse. Studiene kan imidlertid tyde på at referansen kan være påvirket av aktiviteten på baneområdet på Vatnefjellet, og også at det har vært gammel virksomhet med blant annet sprengning, som

kan ha hatt avrenning til Grunningen. Det ble under en ekstra befaring påvist at punkt 4 mottar avrenning fra Vatnefjellet og derfor ikke representerer bakgrunnsnivåer og dermed ikke er egent som referansepunkt. Det er derfor foreslått å etablere et nytt referansepunkt (punkt 12) for Svartemyrfeltet.

Øvrige baner på Svartemyr har direkte avrenning til Dybningen.

**Tabell 116** Oversikt over prøvepunkter, Vatneleiren

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	Liten bekk	Renner bak bane D, drenerer pistolbanen og luftmålsbane			Svartemyr feltet Renner inn i vannet Dybningen Drenering på felt D samles i kum og renner direkte ut i Dybningen.
2	Liten bekk	Nedstrøms idrettsbane og hinderløype. Mottar avrenning fra alle baner/felt på Svartemyr, bortsett fra felt D, luftmål og pistolbane.			Svartemyr feltet Renner inn i vannet Dybningen
3	Stor bekk	Ved porten til skytefeltet. Mottar ikke avrenning fra konkrete baner, men mottar vann fra pkt 4 som mottar vann fra Vatnefjellet			Svartemyr feltet Renner inn i vannet Dybningen
4***	Stor bekk				Svartemyr feltet, renner ut av vannet Grunningen
5	Lien bekk (myr)	Nedstrøms feltbane A og Sprengningsfelt, blindgjengerfelt, og feltbane I (bevegelig PV bane)	S		Svartemyr feltet Ligger inne i feltet
6	Liten bekk	Ved baneområdet, nedstrøms standplass. Mottar avrenning fra alle banene på Vatnfjellet			Renner av mot jordbruksareal

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

\*\* S = sprengstoff

\*\*\* Punkt 4 var opprinnelig tenkt som referanse for Svartemyrfeltet, men grundigere kartlegging av dreneringssystemer i Vatneleiren viser at dette punktet mottar avrenning fra skytebanene på Vatnefjellet.

De påviste konsentrasjoner i punkt 1 og 2 viser relativt stor forskjeller i de to bekkene. Prøvepunkt 2 mottar avrenning fra samme område som prøvepunkt 5 gjennom en bekk som renner vest for veien her. Prøvepunkt 1 står ikke i klar forbindelse med denne bekken, og får sitt vann i det vesentlige fra felt i sydøst.

#### 9.4.2 Nedbør og vanntransport

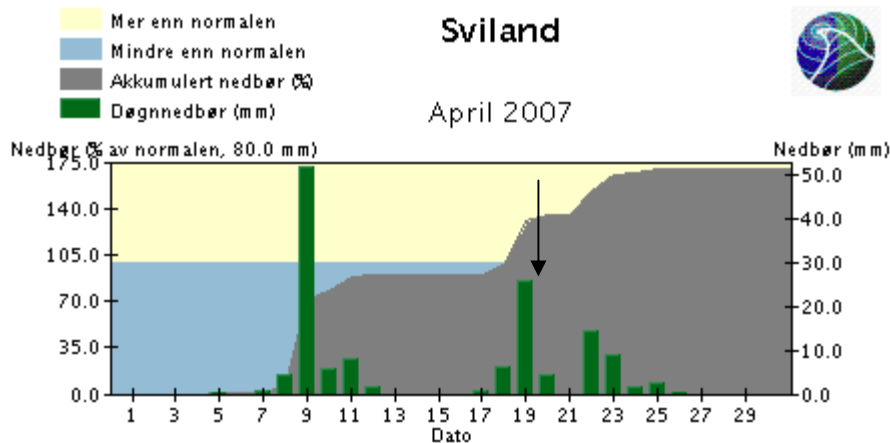
Årsmiddelavrenningen (1961-90) for de enkelte punktene er gitt i Tabell 117.

**Tabell 117** Beregnet normalavrenning for Vatneleiren

Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, middel l/s
1	0,04	31,91	1,28
2	0,79	34,10	26,94
3	8,06	35,66	287,42
4	6,82	36,04	245,79
5	0,18	32,80	5,90
6	0,47	38,38	18,04

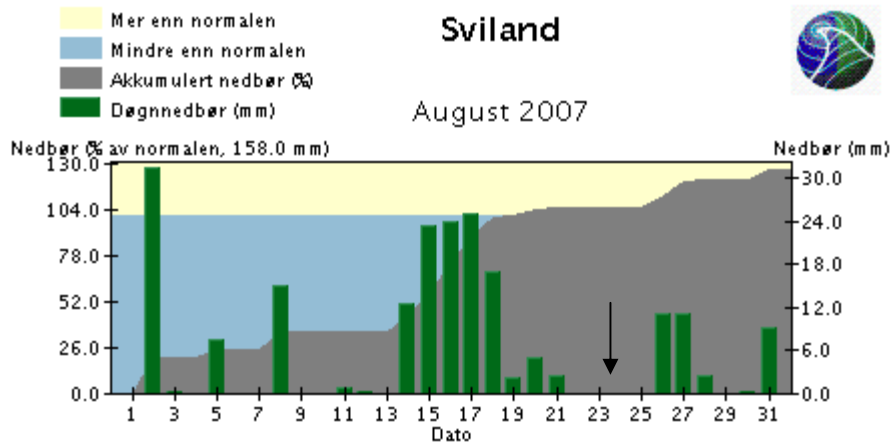
Nærmeste nedbørsmåler er Sviland, som er ca 10 km fra Vatneleiren. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

Prøvene fra 19. april ble tatt etter en relativt tørr periode, med lite nedbør i april. Det regnet imidlertid en del ved selve prøvetakingstidspunktet. Det hadde så å si ikke vært snø i området sesongen 2006/2007. Det har derfor ikke vært mulig å få tatt prøver etter en snøsmelting, men prøvene reflekterer likevel nivået i vårløsningen.



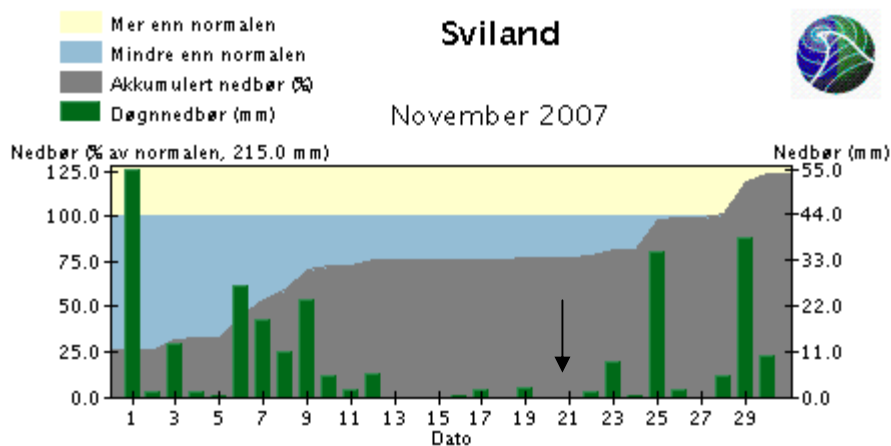
**Figur 80** Nedbørsdata for Vatneleiren (Sviland), april 2007

Som det kommer frem av Figur 81, hadde det regnet relativt mye nedbør forut for prøvetakingen den 23. august. Denne serien vil derfor representere perioden etter kraftig nedbør.

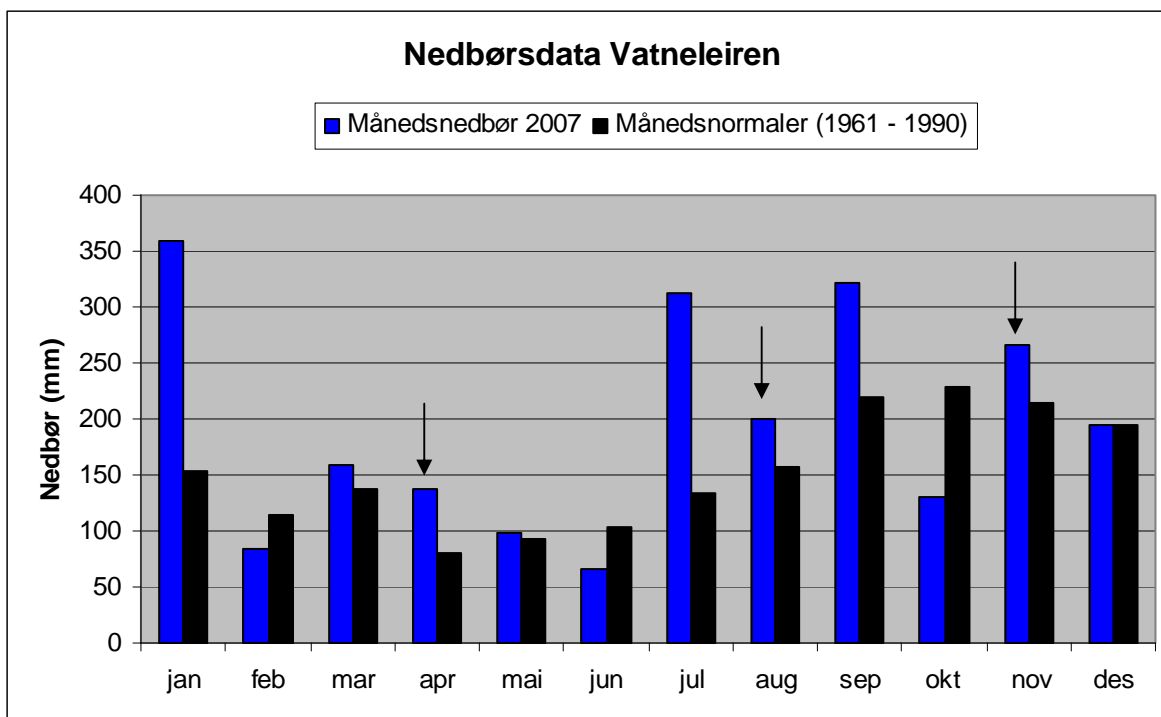


**Figur 81** Nedbørsdata for Vatneleiren (Sviland), august 2007

Prøvetakingen 20. november ble tatt etter en relativt tørr periode, selv om det hadde regnet en del tidligere i måneden. Det må imidlertid bemerkes at det i hele sommeren og høsten 2007 regnet mye slik at det var vanskelig å finne en periode med tørke. Denne serien vil derfor måtte representere prøvetaking etter tørkeperiode, selv om den neppe er helt representativ for en slik situasjon.



**Figur 82** Nedbørsdata for Vatneleiren (Sviland), november 2007



Figur 83 Nedbørsdata Vatneleiren, månedsverdier 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990)

Det fremgår av Figur 83 at mer enn normal nedbør i april, august og november. Juli var spesielt nedbørrik mens oktober hadde betydelig mindre nedbør enn normalt. Vannføringen ved prøvepunktene er vurdert i Tabell 118.

Tabell 118 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Vatneleiren

Punkt	Vannføring		
	April	August	November
1	Middels	Middels	Middels
2	Stor	Middels	Middels
3	Stor	Middels	Middels
4	Stor	Middels	Middels
5	Liten	God	God
6	Middels	God	God

### 9.4.3 Analyseresultater

Det er påvist at konsentrasjonen av tungmetaller i de to bekkene hvor punkt 1 og 2 er etablert, er relativt ulike. Bekkene ligger meget tett på hverandre og har begge utløp til vannet Dybningen. Punktet 2 mottar avrenning fra punkt 5 og feltbane A. Prøvepunkt 1 drenerer luftmålsbanen samt pistolbanen.

Analyseresultatene fra Vatneleiren viser generelt høyt innhold av både bly og kobber, tilsvarende tilstandsklasse III – V. I enkelte av punktene hvor det er påvist høye konsentrasjoner av bly, er det også påvist tildels høye konsentrasjoner av antimon. Denne relasjonen tyder på at avrenningen mest sannsynlig skyldes avrenning fra skytefeltet og banene.

Spesielt bemerkes at punkt 2, 5 og 6 har spesielt høye konsentrasjoner av bly og kobber tilsvarende tilstandsklasse V, sterkt forurenset. Punkt 5 er tatt inne i feltet, mens prøvene 1 og 2 representerer hva som renner ut av Svartemyrfeltet. Punkt 6 representerer det som renner ut av Vatnefjellet, mens punkt 3 representerer en kombinasjon av hva som hovedsakelig renner av fra Vatnefjellet (via Grunningen) og det som kommer fra bekk fra Svartemyrfeltet (fra punkt 2).

pH verdiene ligger stort sett mellom 6 og 7. TOC-innholdet er i de fleste analysene under 10 mg/l.

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

#### **9.4.4 Forurensingssituasjonen**

Det er påvist konsentrasjoner av antimon høyere enn grenseverdien i drikkevannsforskriften i punktene 2, 5 og 6. Forekomsten av antimon i norsk berggrunn er så vidt liten at høye konsentrasjoner i vann med liten sannsynlighet kan tilskrives naturlige forekomster. Dette gir at forurensningen i spesielt prøvepunkt 6 må stamme fra skyteaktivitet. Banene som dreneres av punkt 6, benyttes aktivt til skyting med alle typer håndvåpen. Fordi det på tidspunktet for befaringen i april 2007 ikke var mulig å finne et eget referansepunkt til denne bekken, kan det ikke sies om det er andre kilder til metallforurensing. Metallkonsentrasjoner (Cu, Zn, Pb og Sb) tyder imidlertid på at forurensningen i all hovedsak skyldes skytingen på feltet.

Med hensyn til pH er vannkvaliteten i bekkene ved Vatneleiren hovedsakelig meget god – god. Det til dels høye innholdet av partikler/humus i bekken kan sees på som naturlig tilførsel. Dette påvirker også TOC-resultatene, som til dels er høye.

Punkt 5 ligger sør i feltet Svartemyra hvor det tidligere ble skutt inn i fjell. Dette vil kunne medføre at prosjektiler knuses, noe som vil øke avrenningsoverflaten betydelig. Det kan forklare de forhøyde nivåene av bly og kobber. Det er også påvist til dels meget høye nivåer av antimon i vannprøvene fra dette punktet. Det er en myr i området, men det gir seg ikke utslag i lav pH som kunne forklare de forhøyde nivåene av metaller. Nivåene i bekken kan derfor med stor sikkerhet sies å ha sin årsak i skyting i området. Bekken hvor dette punktet er etablert, renner videre ned mot Dybniningen og fanges opp igjen i punktet 2.

Det er observert at det tidligere var skutt på fjell på mange baner både på Vatnefjellet og Svartemyra. Dette kan være en av hovedforklaringene til påvist utlekking. Etter den informasjon som er gitt fra Forsvaret, foregår det ikke skyting mot fjell lenger. Mange av banene på Svartemyr er nå stengt, og på Vatnefjellet er det etablert voller.

Ut over tidligere skyting mot fjell, må med det antas at graving i myr ved bane B ytterligere kan ha bidratt til utlekking. Det er også sannsynlig at prosjektiler som ligger i myra vil kunne korrodere og bidra med utlekking av metaller.

Fordi humusmolekyler lett transporteres i vassdragene, kan høyt organisk innhold i bekkene på Vatneleiren føre til økt transport av metaller ut fra feltet. Akutt toksisitet av organiske metallkompleksforbindelser er ofte ubetydelig, men noen metaller, som for eksempel bly, kan også ha dødelig effekt etter lengre tids eksponering.

Tabellene nedenfor viser målt konsentrasjon av bly, kobber og sink ved de prøvepunktene som representerer avrenningen ut av feltet, vurdert opp mot tilstandsklasser i ferskvann relatert til biologiske effekter.

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



**Tabell 119** Beregnet årlig utlekking fra Vatneleiren, 2007.

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1		0,07	0,09	0,40
2	3,57	14,13	8,75	21,52
6	3,47	25,03	10,05	15,36
Sum*	7,04	39,23	18,89	37,28
3		18,43	25,08	98,50
4		14,99	21,19	77,51

\* Punkt 3 mottar avrenning fra punkt 6, fortynnet via Grunningen samt liten bekk fra punkt 2. Denne er derfor ikke tatt med i sum, men beregning for punktet er gitt som tilleggsopplysning. Punkt 4 var opprinnelig tenkt som referanse, men grundigere undersøkelser viser at dette punktet også mottar avrenning fra Vatnefjellet. Derfor er nivåene her relativt høye og representerer ikke bakgrunnsnivåer.

Utlekkingen fra Vatneleiren skytefelt må anses som betydelig.

**Tabell 120** Resultater for metaller fra Vatneleiren, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon		1			2		
Parameter	Enhet	19.04.07	23.08.07	20.11.07	19.04.07	23.08.07	20.11.07
Bly, Pb	µg/l	3	<0,5	1,6	26	17	6,9
Kobber, Cu	µg/l	2,3	2,4	1,7	10	15	5,9
Sink, Zn	µg/l	16	<5	11	32	22	22

Stasjon		3			6		
Parameter	Enhet	19.04.07	23.08.07	20.11.07	19.04.07	23.08.07	20.11.07
Bly, Pb	µg/l	1,7	1,7	2,7	51	46	35
Kobber, Cu	µg/l	2,3	3,1	2,9	15	22	16
Sink, Zn	µg/l	12	9,6	11	30	26	25

Det kommer frem av tabellene ovenfor at konsentrasjonene påvist i vassdragene representerer middels – høy effekt (tilstandsklasse III – IV) på de biologiske forhold, for bly i punkt 2 og 6 for kobber i punkt 6. Spesielt gjelder dette vannprøven som er tatt fra Vatnefjellet. Denne bekken renner ned mot dyrket mark. Siden nivåene er så vidt høye oppe ved banene, anbefales det at det tas flere vannprøver nedstrøms denne bekken, ned mot dyrket mark for å sjekke om det foregår fortynning av de påviste nivåene.

Punkt 2, liten bekk som renner ut i vannet Dybningen, viser konsentrasjonsnivåer som vil gi høy biologisk effekt (tilstandsklasse IV) for bly.

#### 9.4.5 Konklusjon og anbefalinger

Konsentrasjonene av bly og kobber i vassdragene ved Svartemyrfeltet og Vatnefjellet ligger stort sett i tilstandsklasse V, meget sterkt forurenset. Det er påvist antimon i varierende konsentrasjon, noe som relateres til avrenning fra feltene.

Det bør gjennomføres en egen tiltaksrettet undersøkelse med flere prøvetakinger av et utvidet antall stasjoner, samt utredes av eventuelt behov for tiltak. Det bør også inngå prøvetaking av jord, bekkersedimenter og sedimenter i Dybningen. Dersom det fremdeles foregår skyting mot fjell, bør dette opphøre umiddelbart som et strakstiltak.

Det er foreslått å etablere 6 nye prøvepunkter. Det foreslås å beholde de 6 gjeldende punktene, slik at det nå vil være 12 prøvepunkter. Prøvepunktene er tegnet inn på eget kart vedlagt rapporten.

## 9.5 Lista flystasjon/Marka

### 9.5.1 Beskrivelse av felt og prøvepunkter

Lista skytefelt ligger i Farsund kommune, Vest Agder, og dekker et areal på ca 1 050 da. Feltet ble tatt i bruk under andre verdenskrig (1940-45) og har vært i mer eller mindre kontinuerlig bruk siden. Feltet har blitt mindre brukt de siste årene etter at Lista flystasjon ble lagt ned, og benyttes nå kun sporadisk. Tidligere brukere var blant annet Ammunisjonsskolen på Kjevik.

Feltet er et gammelt bombefelt for flybomber. Det inneholder også et sprengningsfelt hvor det er benyttet håndgranater og sprengladninger. Det er også geværbane på feltet.

Berggrunnen består av båndgneis som stedvis er migmatittisk. Overdekningen er beskrevet som tykk morene og randmorene. De ytterste ca. 200 m langs kysten er marin strandavsetning. Det er også myrer i området.

Det er meget lite overflatevann og bekker på feltet, og det er ikke rennende vann i banen for håndgranater. Det var derfor vanskelig å finne overflatevann for prøvetaking.

Det ble gjennomført feltarbeid første gang april 2007, da det ble tatt ut tre punkter for overvåking. De to neste rundene ble tatt i august og november 2007. Alt vann fra feltet renner ut i havet.

Tabell 121 Oversikt over prøvepunkter, Lista

Prøvepunkt *	Beskrivelse	Dreneringsområde	Spesialanalyser **	Tidl. prøvetatt av NIVA	Kommentarer
1	liten bekk	Drenerer det gamle blindgjenger området for flybomber.	S		Bekken kommer fra et myrområde.
2	liten bekk	Drenerer ut fra et bombekrater,	S		Det står vann i krateret. Det er et myrområde oppstrøms dette punktet.
3 ref	liten bekk	Ytterkant av feltet.			

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

\*\* S = sprengstoff

Det er analyser på sprengstoff på prøvene 1 og 2.

### 9.5.2 Nedbør og vanntransport

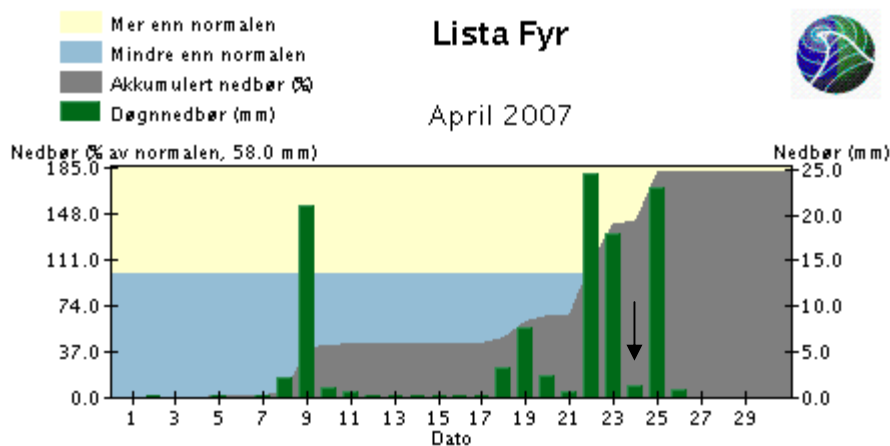
Nærmeste nedbørsmåler er Lista Fyr, som er ca 10 km fra Lista. Det benyttes derfor nedbørsdata fra denne stasjonen i forbindelse med vurdering av nedbørssituasjonen.

Årsmiddelavrenningen (1961-90) for de enkelte punktene er gitt i Tabell 122.

Tabell 122 Beregnet normalavrenning for Lista

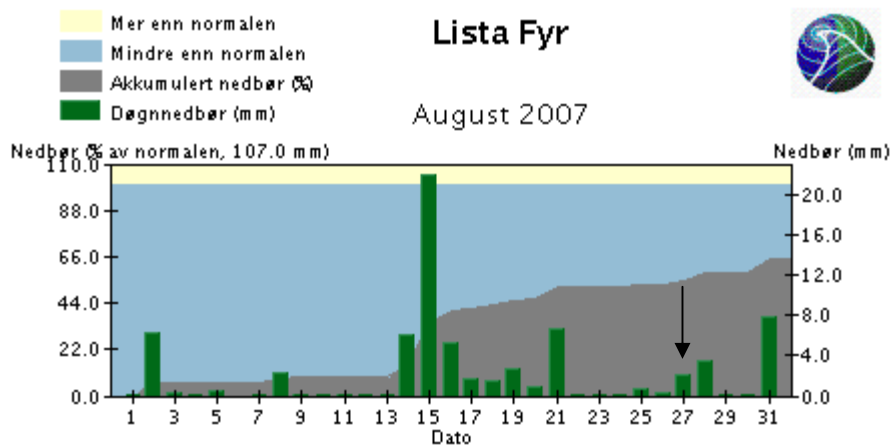
Punkt	Areal km <sup>2</sup>	Avrenning 1961-90 l/skm <sup>2</sup>	Avrenning, middel l/s
1	0,17	26,73	4,54
2	0,02	26,73	0,53

For alle punkter gjelder at det var vanskelig å avgrense et nedbørsfelt, idet området er flatt. Alle prøvene er tatt i myrområder. Punkt 3 er referansepunkt for Lista skytefelt. Det er tvil rundt nedbørsfeltet til dette punktet, og det ble derfor valgt å ikke beregne avrenning i dette punktet.



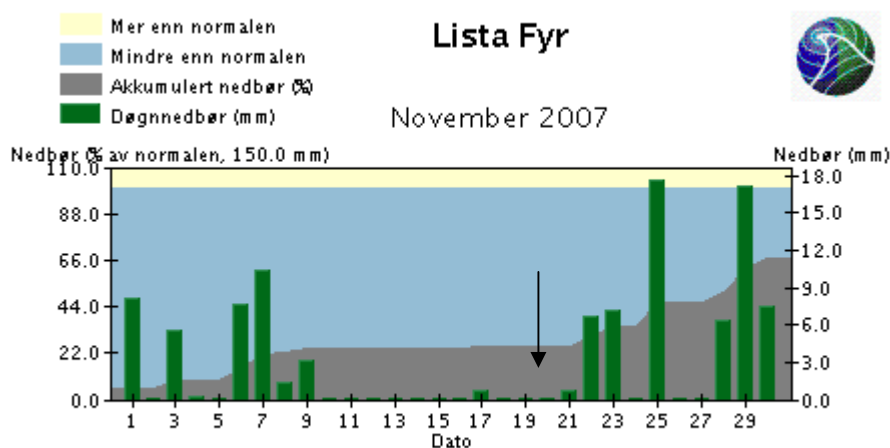
**Figur 84** Nedbørsdata for Lista (Lista Fyr), april 2007

I dagene før prøvetakingen i august hadde det regnet relativt kraftig, selv om det var en tørr periode rett før selve prøvetakingen. Som det kommer frem av Figur 85, hadde det også regnet kraftig i nesten hele juli. Denne prøveserien vil derfor også representere situasjon etter nedbør.

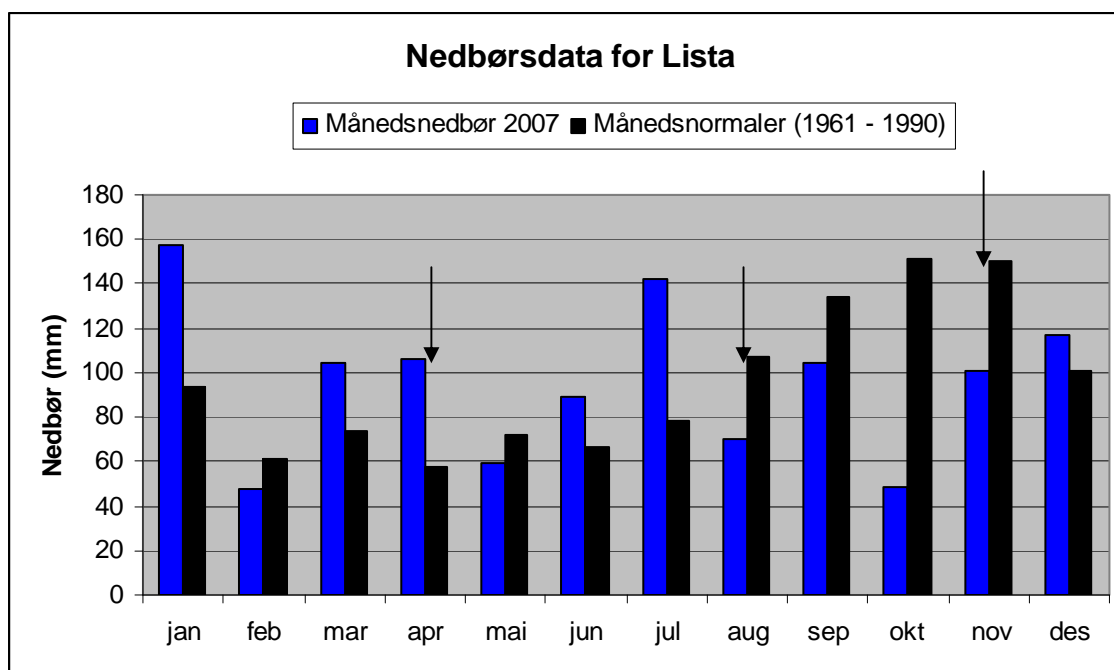


**Figur 85** Nedbørsdata for Lista (Lista Fyr), august 2007

Prøvetakingen 19. november ble tatt etter en relativt tørr periode forut før prøvetakingen. Det hadde imidlertid regnet en del tidligere i måneden. Det må videre bemerkes at det hele sommeren og høsten 2007 regnet mye slik at det var vanskelig å finne en periode med tørke. Denne serien vil derfor måtte representere prøvetaking etter tørkeperiode, selv om den neppe er helt representativ for en slik situasjon.



Figur 86 Nedbørsdata for Lista (Lista Fyr), november 2007



Figur 87 Nedbørsdata Lista, månedsverdier 2006 – 2007 og månedsnormaler (1961 – 1990).

Figur 87, viser at det ved prøvetakingen i april var mer nedbør enn normalt mens august hadde noe mindre nedbør enn normalt. Juli var svært nedbørrik. November hadde mindre nedbør enn normalt, videre var oktober en relativt tørr måned.

Tabell 123 Estimert vannføring ved prøvepunktene, 2007, Lista

Punkt	Vannføring		
	April	August	November
1	Liten	Middels	Middels
2	Meget liten	Tørr	Tørr
3 Ref	Liten	Liten	Liten

Prøvepunkt 2 er ofte tørt, selv etter nedbørsperioder. Som et eksempel kan det nevnes at punktet var tørt ved prøvetakingen den 19. november. Som følge av at prøveflasker for sprengstoff var uteglemt den runden, ble det imidlertid foretatt prøverunde på dette den 23.

november. Det hadde det en god del nedbør siste 2 døgn før denne runden slik at det var grei vannføring i punktet da.

### 9.5.3 Analyseresultater

Analyseresultatene fra Lista har kobberkonsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III - IV i prøvepunkt 1. Det må imidlertid bemerkes at det er påvist tilsvarende nivåer i referanseprøven, og det er bare for prøven tatt i april at det er signifikante forskjell mellom referanseprøven og prøven i feltet. Fra prøvepunkt 2 er det kun én prøveserie som er analysert på metaller, og denne hadde gjennomgående lave konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I - II.

Ved to av analysene av referanseprøven er det påvist blykonsentrasjoner i tilstandsklasse II og IV, mens bare én måling i feltet så vidt viser høyere konsentrasjon enn deteksjonsgrensen.

Konsentrasjonene av nikkel er registrert i tilstandsklasse II og III i prøvepunkt 1, mens de i referanseprøven er under deteksjonsgrensen. det er imidlertid noe høyere konsentrasjoner av sink i prøvepunkt 1 (tilstandsklasse II - III) enn i referansen (tilstandsklasse II).

Det er funnet svært høye jernkonsentrasjoner, opp mot 22 mg/l, i prøvepunkt 1. pH-verdiene er lave, og tyder på at vannet er sterkt påvirket av humussyrer fra myren som ligger ovenfor punktet.

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

### 9.5.4 Forurensingssituasjonen

Konsentrasjonen av bly, kobber er omtrent like høye i avrenningen fra feltet som i referanseprøven, mens konsentrasjonen av nikkel og sink er noe høyere i feltet enn utenfor. Det er for få data til å kunne trekke noen entydig konklusjon om bruken av feltet bidrar til noen økning av forurensingen av disse metallene.

De relativt høye jernkonsentrasjonene tyder på at det foregår korrosjon jern som kan ligge deponert i området. Dette kan være rester av bombeøvelser.

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

**Tabell 124** Beregnet årlig utlekking fra Lista

Punkt	Utlekking, kg/år			
	Antimon	Bly	Kobber	Sink
1		0,06	0,41	3,44
3 Ref*				

\*ikke utregnet pga tvil rundt nedbørsfelt

Avrenningen fra Lista skytefelt er meget beskjeden.

**Tabell 125** Resultater for metaller fra Lista, 2007. Klassifiseringen er relatert til biologiske effekter (Se Tabell 7).

Stasjon	Parameter	Enhet	1			2		
			26.04.07	27.08.07	19.11.07	26.04.07	27.08.07	19.11.07
	Bly, Pb	µg/l	0,71	<0,5	<0,5	<0,5	-	-
	Kobber, Cu	µg/l	3,6	2	3	<1	-	-
	Sink, Zn	µg/l	36	15	21	<5	-	-

Tabellen over viser at avrenningen fra Lista feltet har lav eller meget lav biologiske effekt. Alt overflatevann fra feltet renner ut i Lista fjorden. Fortynningen vil derfor være så stor at utlekking fra feltet ikke vil ha målbar effekt på resipienten.

#### **9.5.5 Konklusjon og anbefalinger**

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 overvåkingen videreføres med redusert hyppighet.

## 15 REFERANSER

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

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

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

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

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

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

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

Forsvarsdepartementets nettsider:

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

Fylkesmannen i Nord-Trøndelag 2006: Utslippstillatelse for Leksdal skytefelt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

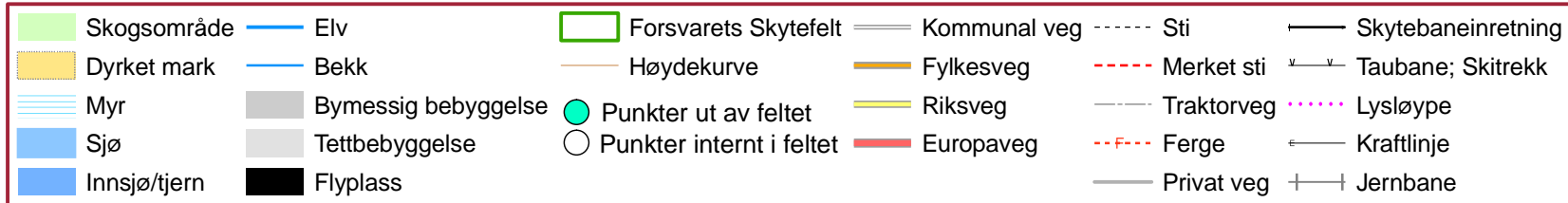
SFT 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veileder 97:04, TA nr 1468/1997

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

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

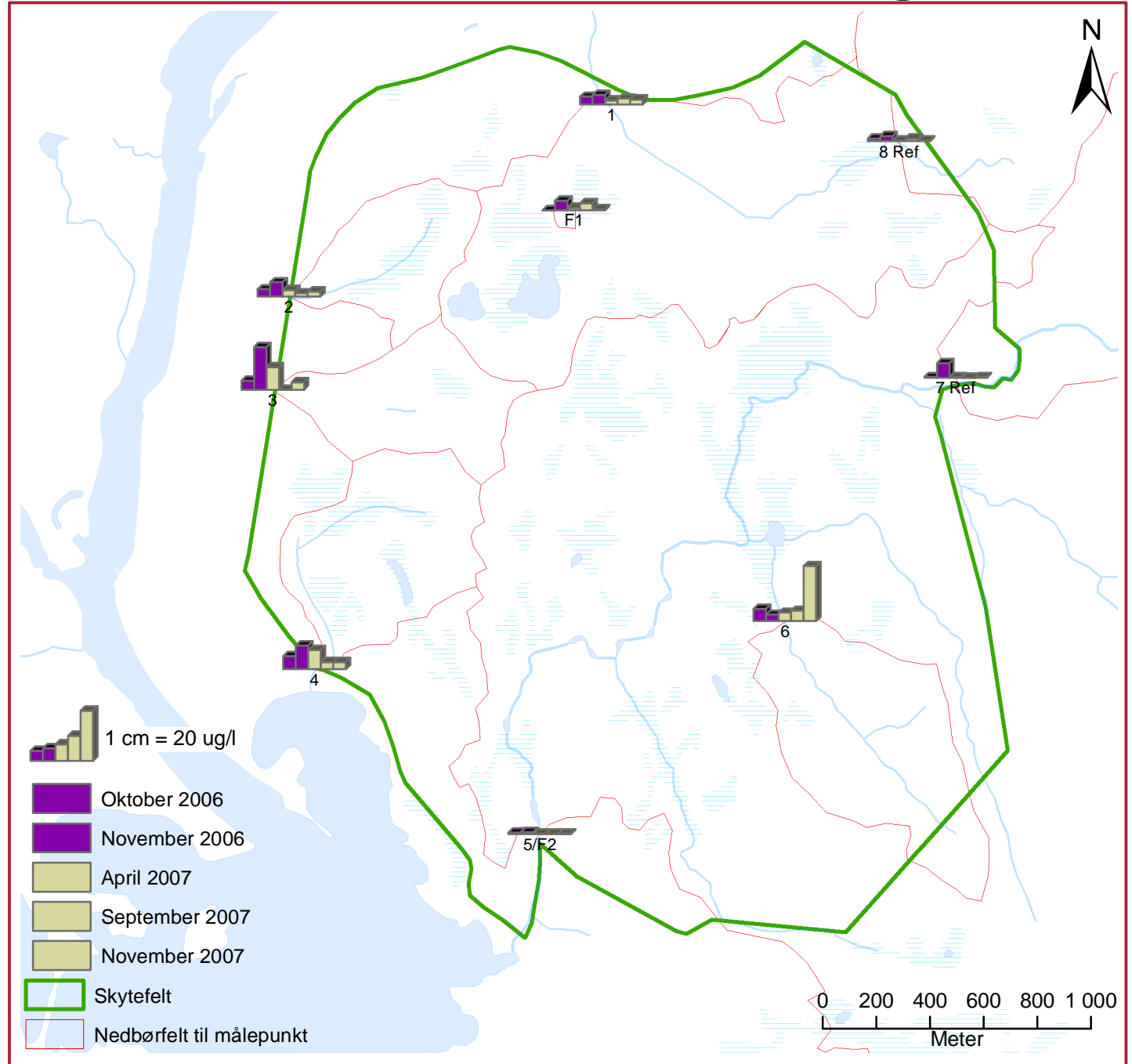
Poulsen, Atrh. O. 1964: Norges gruver og malmforekomster II, Nord Norge. NGU 204



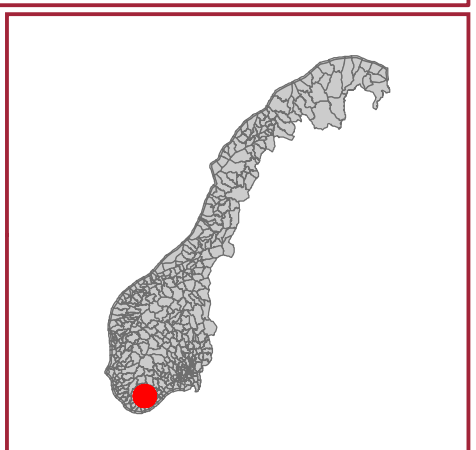


# Evjemoen skytefelt

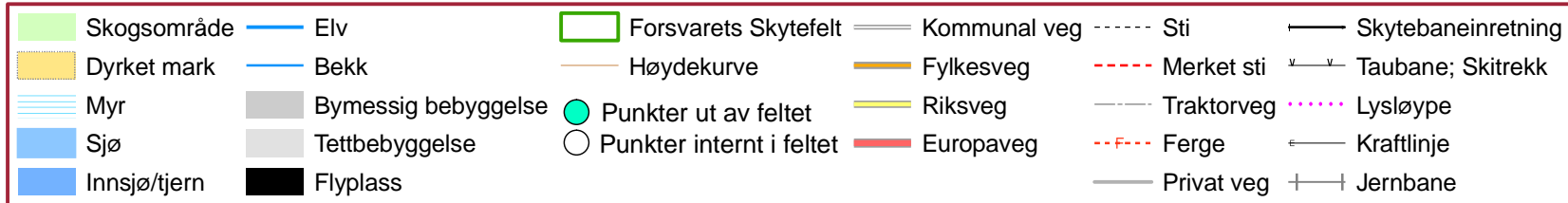
## Bly



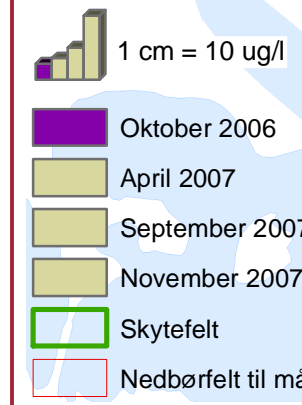
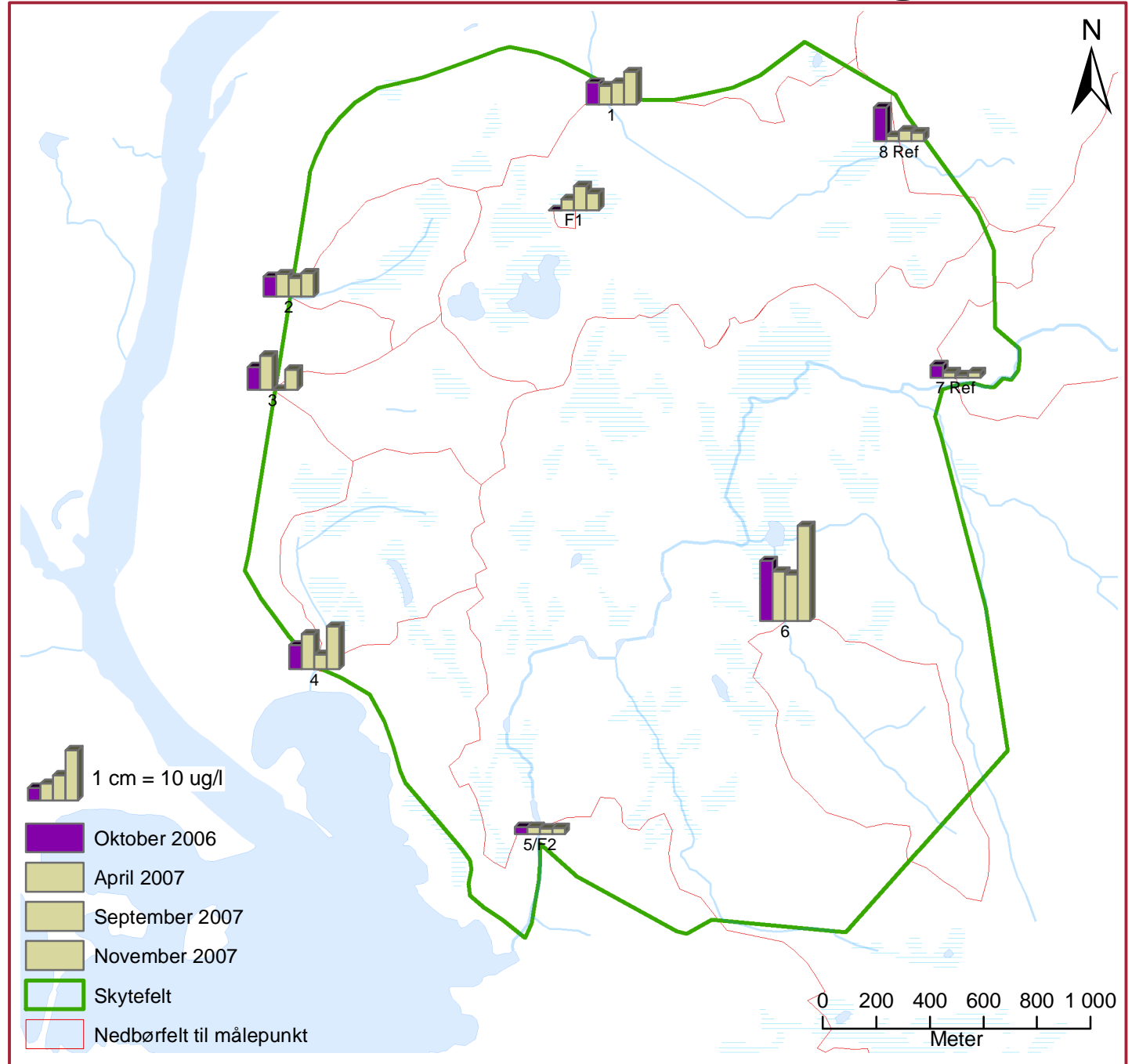
Middelavrenning [l/s]	okt. 06 [ug/l]	nov. 06 [ug/l]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	3.2	3.9	1.7	2.4	2.1
2	3	5.8	2.7	1.4	2.1
3	3.6	17	9		3
4	5.3	9.5	7.7	2.9	2.9
5	0.6	0.8	<0.5	<0.5	<0.5
6	4.9	2.6	3.4	4.2	22
7 Ref	<0.5	5.8	<0.5	<0.5	<0.5
8 Ref	1	2	<0.5	1.1	<0.5
F2		0.82			
F1		3.8	<0.5	2.7	<0.5



Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



# Evjemoen skytefelt Kobber



	Middelavrenning [l/s]	okt. 06 [ug/l]	nov. 06 [ug/l]	apr. 07 [ug/l]	sep. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	61	4.4	i.a	3.7	4.4	6.5
2	6	4.0	i.a	4.5	3.7	4.7
3	8	4.5	i.a	6.8		4
4	11	4.8	i.a	7	2.9	8.5
5	734	1.4	i.a	1.4	1.1	1.2
6	15	12	i.a	9.9	9.3	19
7 Ref	500	2.5	i.a	1.1	<1	1.1
8 Ref	24	6.7	i.a	1	2.1	1.7
F2	734					
F1	0.1			2.2	4.8	3.4



Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

## Analyseresultater Evjemoen 2006 - 2007

Stasjon	Parameter	Enhet	1					2					3				
			19.10.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007	19.10.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007	19.10.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007
	Aluminium, Al	µg/l	380	500	310	i.a.	i.a.	350	430	270	i.a.	i.a.	350	480	870	i.a.	i.a.
	Antimon, Sb	µg/l	1,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	<1	i.a.	<1
	Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.	<0,5	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.	<0,5	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.
	Bly Pb	µg/l	3,2	3,9	1,7	2,4	2,1	3,0	5,8	2,7	1,4	2,1	3,6	17	9,0	i.a.	3,0
	Hvitt fosfor	µg/l	< 0,01	< 0,01	**	i.a.	i.a.	< 0,01	< 0,01	**	i.a.	i.a.	< 0,01	**	<0,01	i.a.	i.a.
	Jern Fe	mg/l	1,3	0,47	0,87	2,4	1,5	2,2	0,75	1,3	1,6	1,1	1,9	0,42	1,9	i.a.	1,0
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	<0,1*	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	<0,1*	0,6	<0,1*	i.a.	i.a.
	Kalsium, Ca	µg/l	1,6	0,52	1,6	2,4	i.a.	1,7	0,7	1,7	1,9	i.a.	1,6	0,41	0,77	i.a.	i.a.
	Kobber Cu	µg/l	4,4	i.a.	3,7	4,4	6,5	4,0	i.a.	4,5	3,7	4,7	4,5	i.a.	6,8	i.a.	4,0
	Konduktivitet	mS/m	3,05	i.a.	i.a.	3,9	5,08	2,57	i.a.	i.a.	2,7	2,97	2,57	i.a.	i.a.	i.a.	5,22
	Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	i.a.	i.a.	<1*	<1*	1,6	i.a.	i.a.	0,6	<1*	<1*	i.a.	i.a.
	Mangan Mn	µg/l	17	10	20	30	21	18	8,3	11	17	12	17	7,9	8,6	i.a.	i.a.
	Nikkel Ni	µg/l	5,5	4,5	5,3	i.a.	i.a.	10	10	11	i.a.	i.a.	10	5,2	6,2	i.a.	10
	pH	pH	6,2	i.a.	5	6	5,3	5,5	i.a.	5,1	5,7	5,2	5,3	i.a.	6,2	i.a.	4,3
	Sink Zn	µg/l	13	8,4	13	8,2	18	17	12	13	12	17	19	10	11	i.a.	14
	TOC	mg/l	11	9,4	11	9,7	13	14	14	12	9	14	14	13	17	i.a.	23
	Sprengstoff		i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

Stasjon	Parameter	Enhet	6					7 Referanse					8 Referanse				
			19.10.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007	19.10.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007	19.10.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007
	Aluminium, Al	µg/l	290	540	190	i.a.	i.a.	230	290	190	i.a.	i.a.	580	880	350	i.a.	i.a.
	Antimon, Sb	µg/l	<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	i.a.	i.a.	<0,5	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.	0,52	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.
	Bly Pb	µg/l	4,9	2,6	3,4	4,2	22	< 0,5	5,8	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	2,0	<0,5	1,1	<0,5
	Hvitt fosfor	µg/l	< 0,01	**	**	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	Jern Fe	mg/l	1,0	0,38	0,39	2,1	3,4	0,71	0,27	0,38	0,48	0,63	1,2	0,66	0,41	3,1	0,88
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	0,16	<0,1*	i.a.	i.a.	<0,1*	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	<0,1*	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.
	Kalsium, Ca	µg/l	1,2	0,52	1	2	i.a.	i.a.	i.a.	1,4	1,2	i.a.	i.a.	i.a.	1,6	1,2	i.a.
	Kobber Cu	µg/l	12	i.a.	9,9	9,3	19	2,5	i.a.	1,1	<1*	1,1	6,7	i.a.	1,0	2,1	1,7
	Konduktivitet	mS/m	2,33	i.a.	i.a.	2,8	2,39	i.a.	i.a.	i.a.	2,9	3,58	i.a.	i.a.	i.a.	4,2	7,36
	Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	i.a.	i.a.	<1*	<1*	<1*	i.a.	i.a.	<1*	24	<1*	i.a.	i.a.
	Mangan Mn	µg/l	10	8,9	6,4	13	13	14	6,1	9,3	9,2	12	15	15	19	17	20
	Nikkel Ni	µg/l	1,8	4,1	<1*	i.a.	i.a.	2,6	1,5	2,2	i.a.	i.a.	5,1	15	4,9	i.a.	i.a.
	pH	pH	5,8	i.a.	5,3	5,8	5,4	i.a.	i.a.	5,5	5,9	5,7	i.a.	i.a.	4,8	5,2	5
	Sink Zn	µg/l	12	7,7	13	7,7	17	12	13	7,5	<5	10	12	1100	11	7,8	11
	TOC	mg/l	8,4	9,7	7,5	7	7,5	i.a.	i.a.	7,2	6,6	6,8	i.a.	i.a.	7,4	13	9
	Sprengstoff		i.p	i.p	i.p	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a

F.o.m prøvene fra 3 sept er feltet gått over til overvåking, dvs færre antall parametre

i.a.: ikke analysert

i.p.: ikke påvist over deteksjonsgrensen

\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

\*\* prøver ikke analyser pga knuste prøveglass

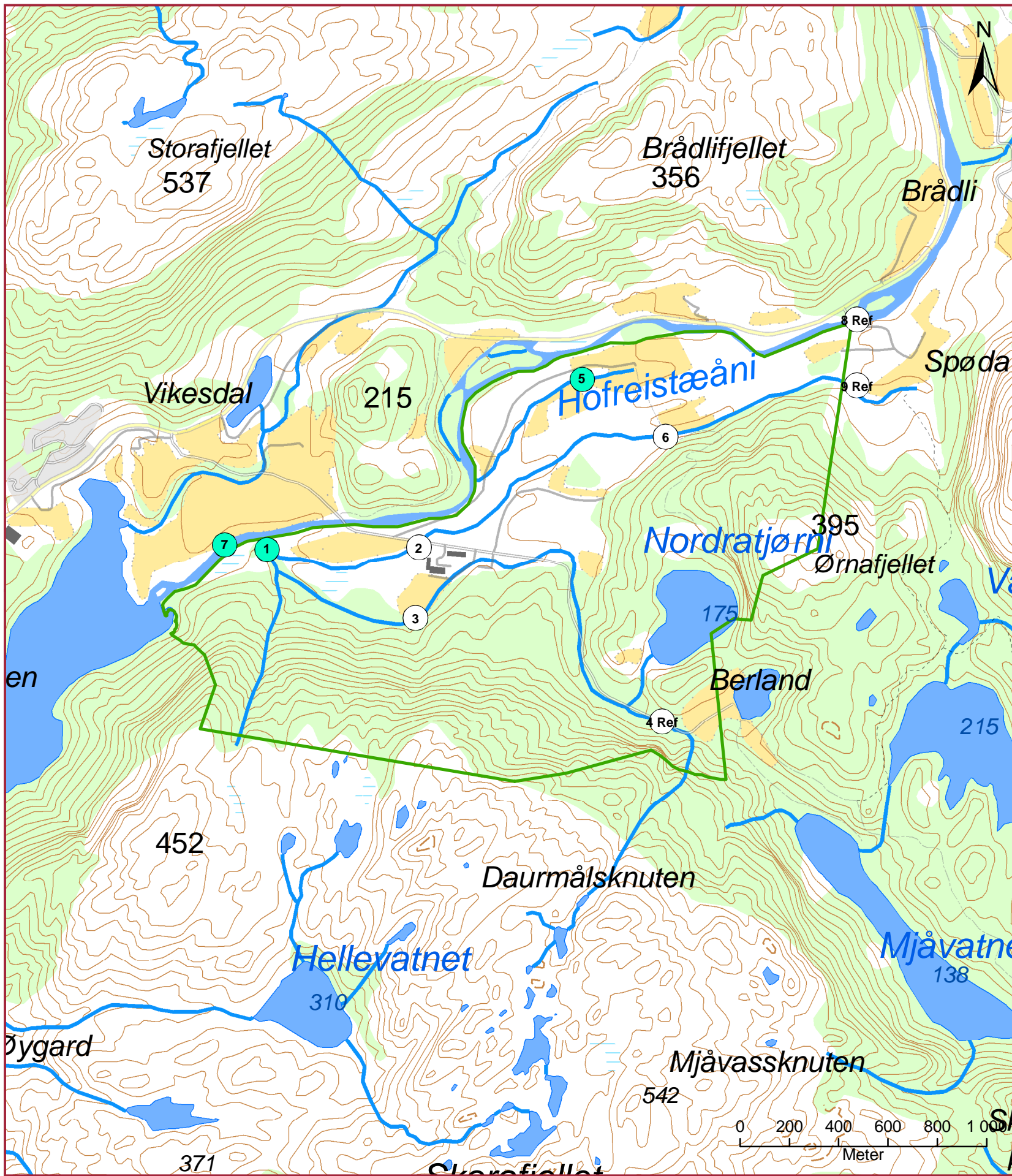
Det ble i tillegg tatt prøver som ble analysert for hvitt fosfor 14.12.06. i punktene 3, 6, F1 og F2 uten at dette ble påvist

### Analyseresultater Evjemoen 2006 - 2007

Stasjon	Parameter	Enhet	4					5/F2				
			19.10.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007	19.10.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007
	Aluminium, Al	µg/l	580	400	430	i.a.	i.a.	230	340	220	i.a.	i.a.
	Antimon, Sb	µg/l	< 1	1,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Arsen As	µg/l	< 0,5	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.	<0,5	<0,5	<0,5	i.a.	i.a.
	Bly Pb	µg/l	5,3	9,5	7,7	2,9	2,9	0,6	0,8	<0,5	<0,5	<0,5
	Hvitt fosfor	µg/l	< 0,01	< 0,01	**	i.a.	i.a.	< 0,01	< 0,01	**	i.a.	i.a.
	Jern Fe	mg/l	1,2	0,41	0,74	1,5	0,88	0,52	0,39	0,46	0,71	0,67
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	<0,1*	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.
	Kalsium, Ca	µg/l	0,8	0,38	0,68	0,6	i.a.	1,6	0,83	1,3	1,5	i.a.
	Kobber Cu	µg/l	4,8	i.a.	7,0	2,9	8,5	1,4	i.a.	1,4	1,1	1,2
	Konduktivitet	mS/m	3,28	i.a.	i.a.	2,8	3,92	5,79	i.a.	i.a.	2,8	3,16
	Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	i.a.	i.a.	<1*	<1*	<1*	i.a.	i.a.
	Mangan Mn	µg/l	10	6,7	7	8,4	8,3	9,3	8,6	10	7,6	13
	Nikkel Ni	µg/l	4,7	3,9	3,4	i.a.	i.a.	2,5	2,6	1,7	i.a.	i.a.
	pH	pH	4,5	i.a.	4,5	4,7	4,4	8,1	i.a.	5,4	5,8	5,4
	Sink Zn	µg/l	22	25	21	13	28	8,5	7,4	3,8	5,8	10
	TOC	mg/l	21	14	16	15	22	7,5	8,2	7,9	8,1	7
	Sprengstoff		i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.p	i.p	i.p	i.a	i.a

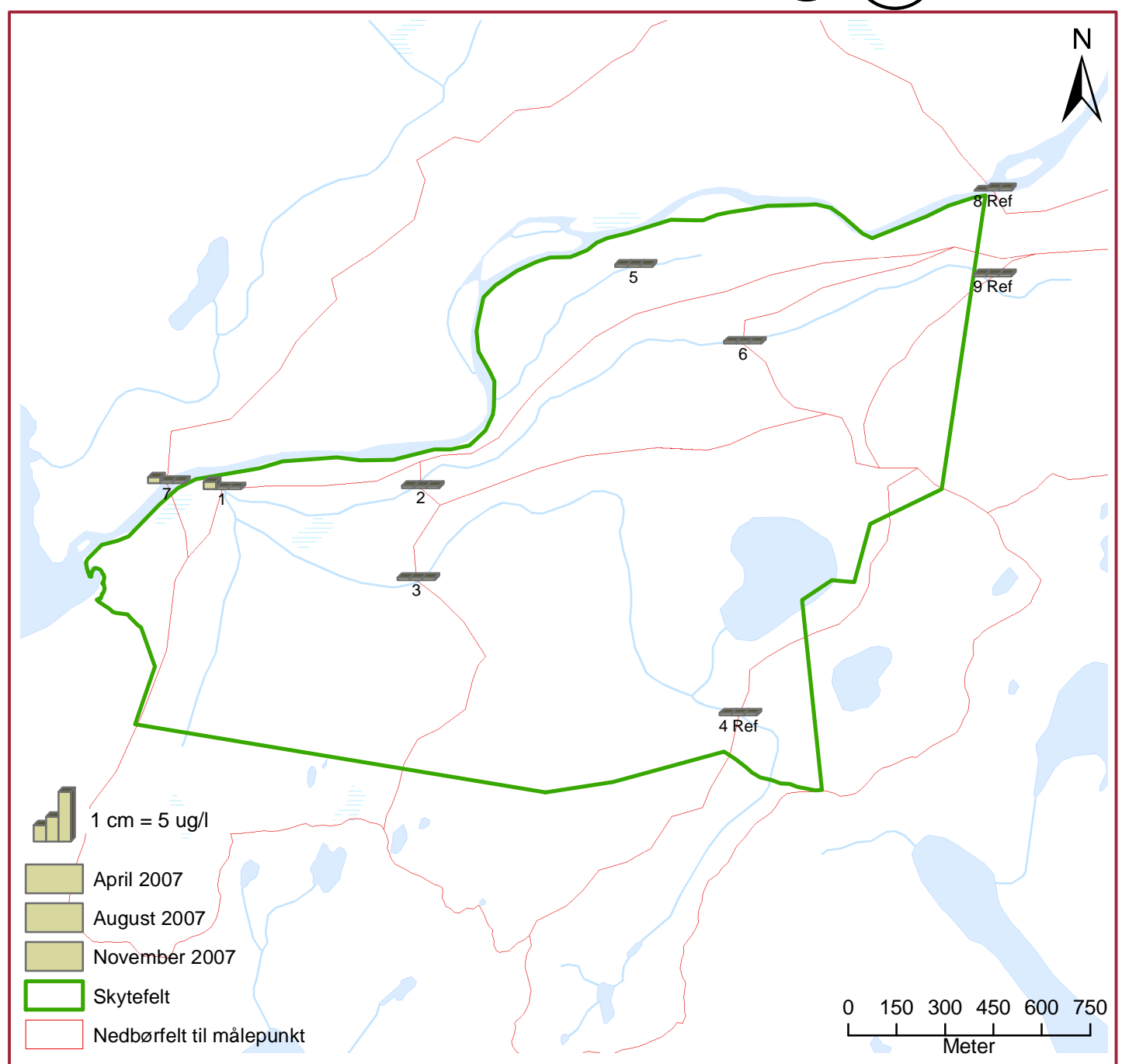
Stasjon	Parameter	Enhet	F2	F1			
			23.11.2006	23.11.2006	26.04.2007	03.09.2007	09.11.2007
	Aluminium, Al	µg/l	330	430	110	i.a.	i.a.
	Antimon, Sb	µg/l	<1	1,2	<1	<1	<1
	Arsen As	µg/l	<0,5	< 0,5	<0,5	i.a.	i.a.
	Bly Pb	µg/l	0,82	3,8	<0,5	2,7	<0,5
	Hvitt fosfor	µg/l	< 0,01	< 0,01	**	i.a.	i.a.
	Jern Fe	mg/l	0,36	0,49	5,9	7,8	1,7
	Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.
	Kalsium, Ca	µg/l	0,88	0,64	4	6,9	i.a.
	Kobber Cu	µg/l	i.a.	i.a.	2,2	4,8	3,4
	Konduktivitet	mS/m	i.a.	i.a.	i.a.	5	4,48
	Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	i.a.	i.a.
	Mangan Mn	µg/l	9	10	22	76	15
	Nikkel Ni	µg/l	2,6	5,4	4,1	i.a.	i.a.
	pH	pH	i.a.	i.a.	5,9	5,7	5,8
	Sink Zn	µg/l	8,5	14	12	12	12
	TOC	mg/l	11	8,5	6,4	5,2	4,3
	Sprengstoff		i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

F.o.m prøvene fra 3 ser  
i.a.: ikke analysert  
i.p.: ikke påvist over det  
\* Deteksjonsgrensen er  
\*\* prøver ikke analysert  
Det ble i tillegg tatt prøv

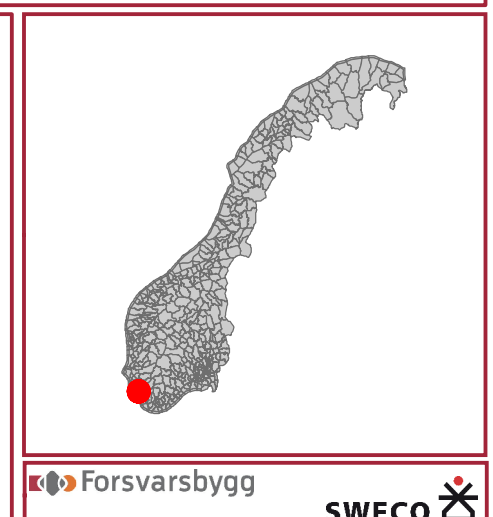


# Vikedalsmoen skytefelt

## Bly

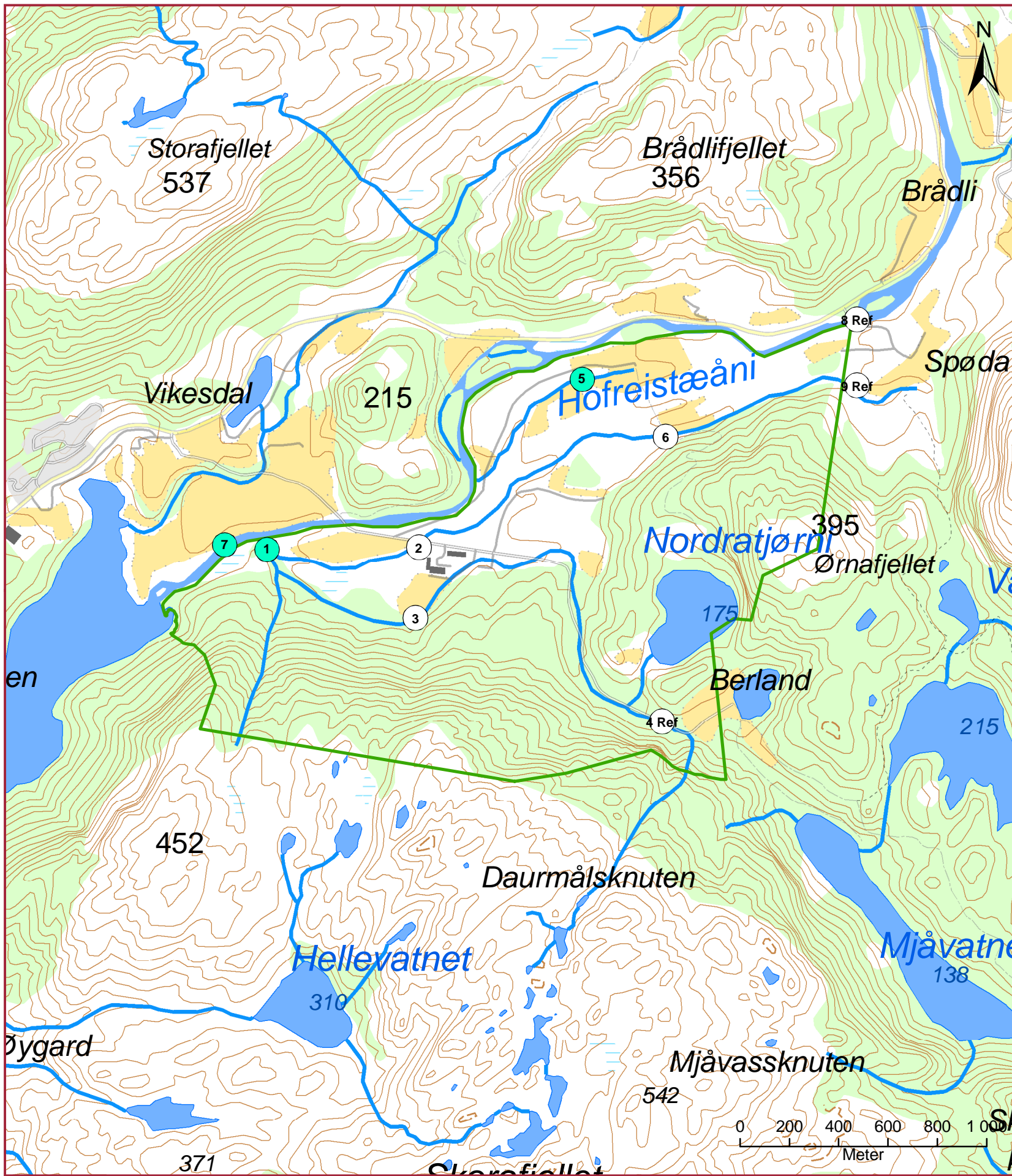


	Middelvrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	aug. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	319	0.78	<0.5	<0.5
2	67	<0.5	<0.5	<0.5
3	147	<0.5	<0.5	<0.5
4 Ref	53	<0.5	<0.5	<0.5
5	5	<0.5	<0.5	<0.5
6	53	<0.5	<0.5	<0.5
7	11991	0.59	<0.5	<0.5
8 Ref	15170	<0.5	<0.5	<0.5
9 Ref	46	<0.5	<0.5	<0.5

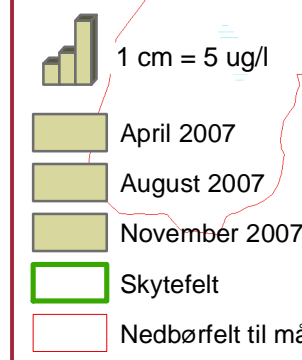
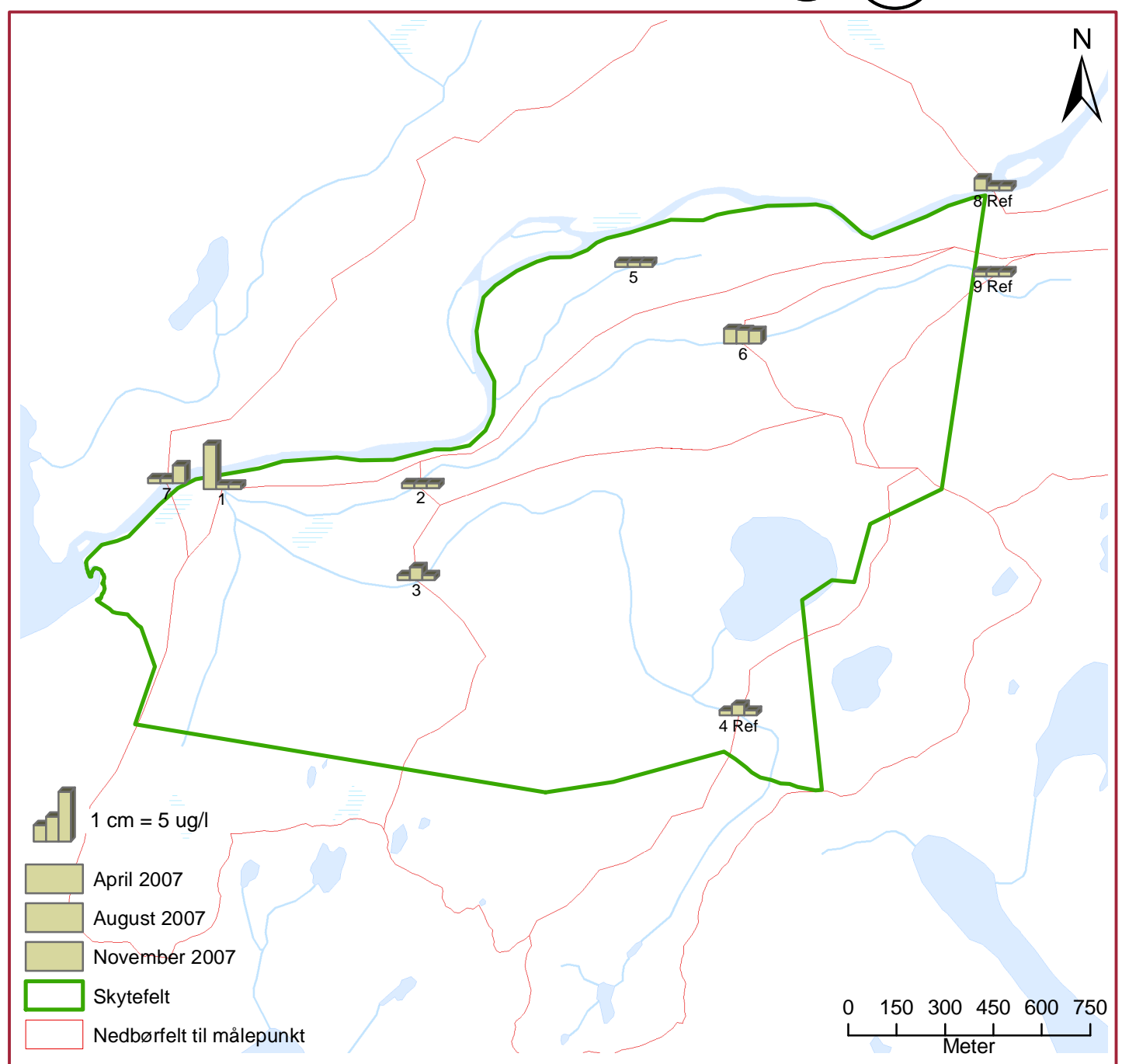


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

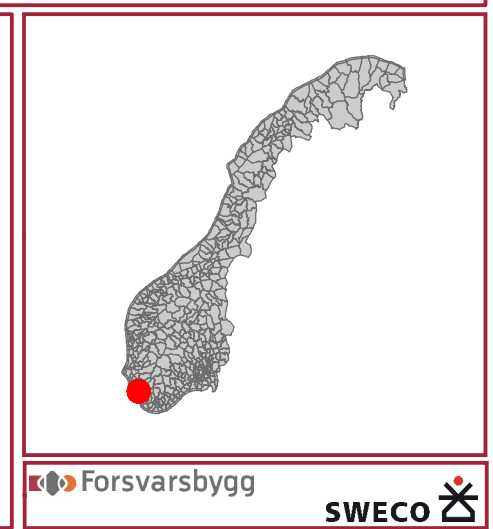
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



# Vikedalsmoen skytefelt Kobber



	Middelvrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	aug. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	319	4.5	<1	<1
2	67	<1	<1	<1
3	147	<1	1.3	<1
4 Ref	53	<1	1.1	<1
5	5	<1	<1	<1
6	53	1.5	1.4	1.3
7	11991	<1	<1	1.8
8 Ref	15170	1.2	<1	<1
9 Ref	46	<1	<1	<1



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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

### Analyseresultater for Vikesdalsmoen, 2007

Parameter	Enhet	1			2			3			4 referanse			5		
		19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	180	47	61	230	76	41	190	62	53	210	66	67	190	80	69
Antimon, Sb	µg/l	<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
Bly Pb	µg/l	0,78	<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	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	<0,01	<0,01	<0,01
Jern Fe	mg/l	0,025	0,034	0,025	0,042	0,028	0,016	0,025	0,022	0,029	0,057	0,031	0,028	0,031	0,026	0,03
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Kalsium Ca	mg/l	1,5	3,2	4	1,6	3,8	3,8	1,3	1,4	1,5	1,6	2,8	2,6	1,1	1,8	1,5
Kobber Cu	µg/l	4,5	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	1,3	<1*	<1*	1,1	<1*	<1*	<1*	<1*
Konduktivitet	mS/m	i.a.	6,4	6,61	i.a.	6,9	6,7	i.a.	4,6	4,72	i.a.	5,6	7,76	i.a.	4,7	4,49
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	6,1	1,8	4,5	5,8	1,9	3,8	10	2,7	2,3	15	4,5	4,6	5,1	1,3	2,2
Nikkel Ni	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
pH	ph	5,9	6,9	6,4	5,8	7	6,5	5,5	6,4	6,3	5,7	6,3	8,9	5,5	6,7	7,1
Sink Zn	µg/l	8,5	<5	<5	6,7	<5	<5	8,7	<5	7,1	9,9	6,5	7,4	5,3	<5	<5
TOC	mg/l	4,1	1,5	0,87	4	1,1	2	3,3	1,8	1,2	3,4	1,6	1,6	3,7	1,5	1,3
Sprengstoff		i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

Stasjon	Parameter	Enhet	6			7			8 referanse			9 referanse		
			19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007
	Aluminium, Al	µg/l	110	79	77	200	78	71	64	82	79	83	100	96
	Antimon, Sb	µg/l	<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
	Bly Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,59	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	i.a.	<0,01	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	Jern Fe	mg/l	0,016	0,012	<0,010	0,078	0,013	0,016	0,014	0,013	0,018	0,018	0,037	0,033
	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*
	Kalsium Ca	mg/l	5,2	7,4	6	1,1	0,93	0,92	1,1	0,96	0,94	1	0,93	0,81
	Kobber Cu	µg/l	1,5	1,4	1,3	<1*	<1*	1,8	1,2	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
	Konduktivitet	mS/m	i.a.	11,4	9,09	i.a.	2,8	2,84	i.a.	3	2,84	i.a.	4,2	3,73
	Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
	Mangan Mn	µg/l	5,2	6,2	5,5	6,4	2,4	2,4	9,2	2,1	2,9	4,6	2,3	2,5
	Nikkel Ni	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
	pH	ph	6,2	6,6	6,3	6,1	6,5	6,5	6	6,6	6,4	5,4	6,9	6,2
	Sink Zn	µg/l	14	22	21	7,3	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	TOC	mg/l	4,3	2,6	3,8	2,9	1,3	1,3	2,7	1,5	1,2	21	1,7	1,1
	Sprengstoff		i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

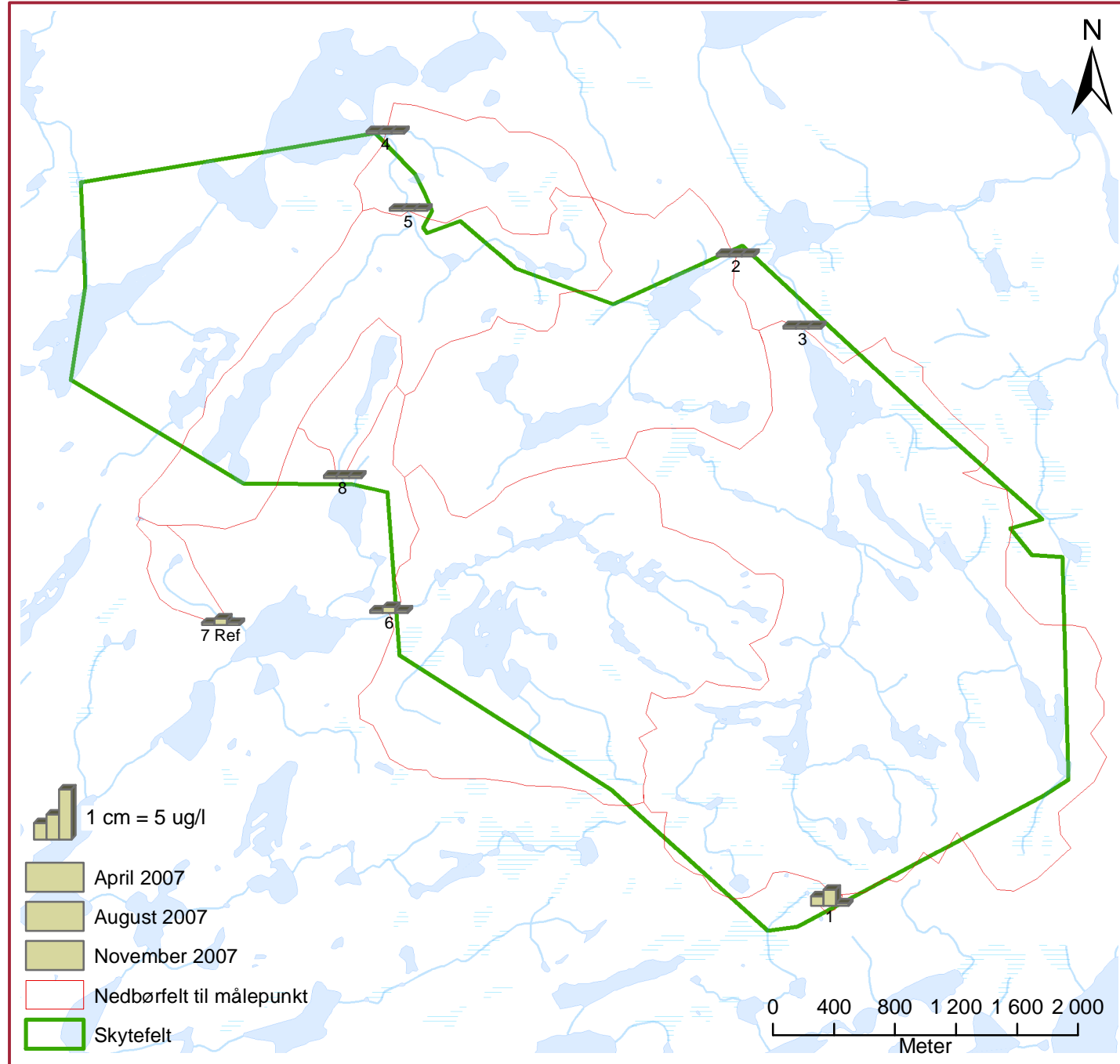
i.a Ikke analysert

i.p Ikke påvist over deteksjonsgrense

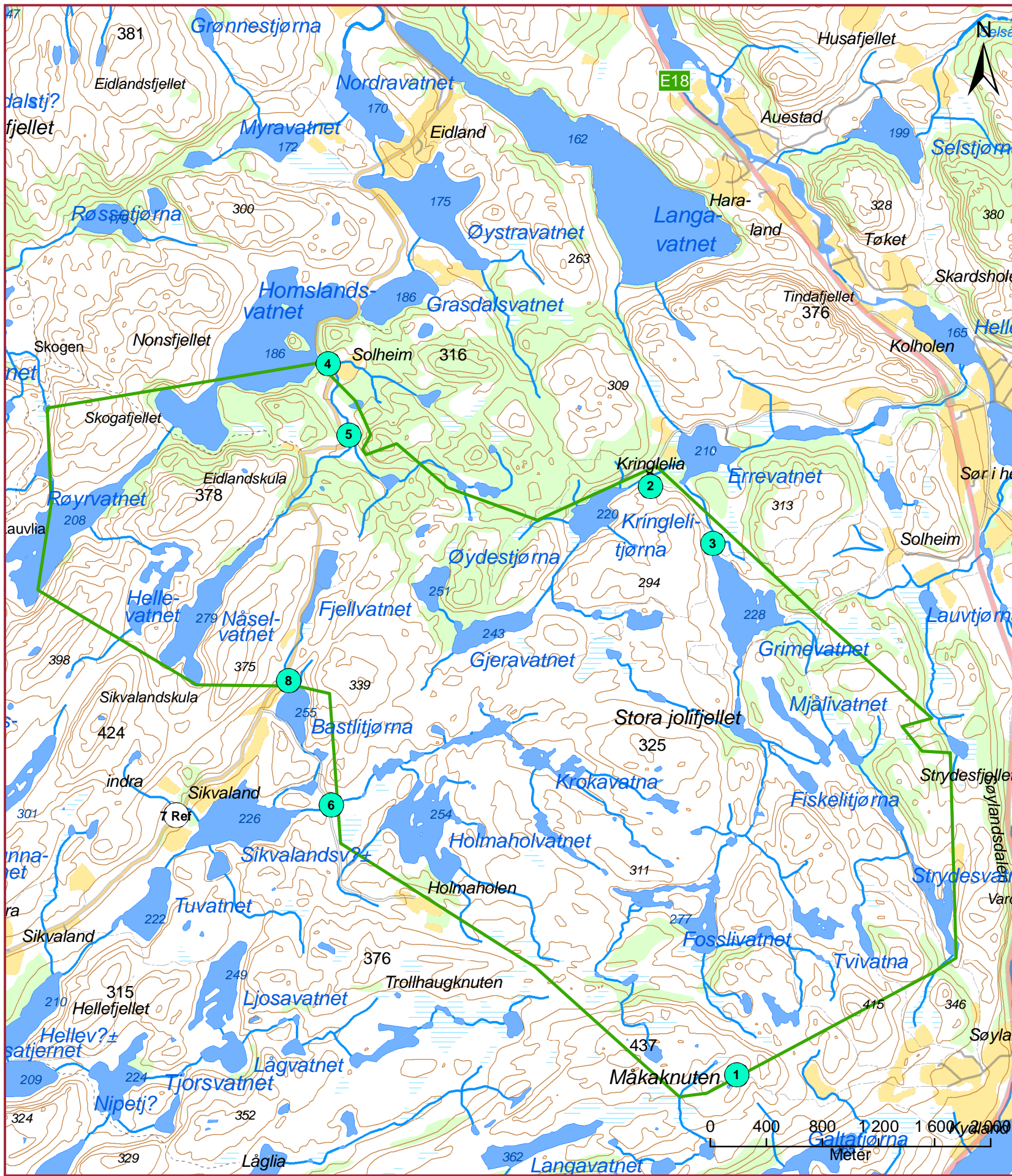
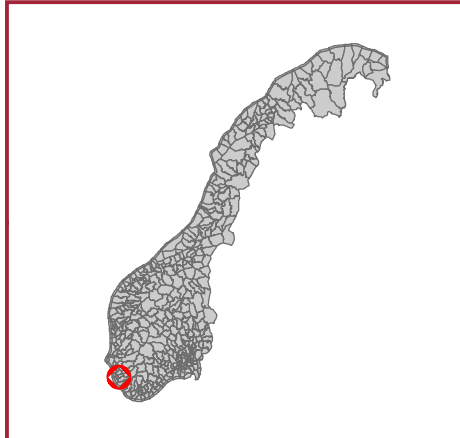




# Jolifjell skytefelt Bly



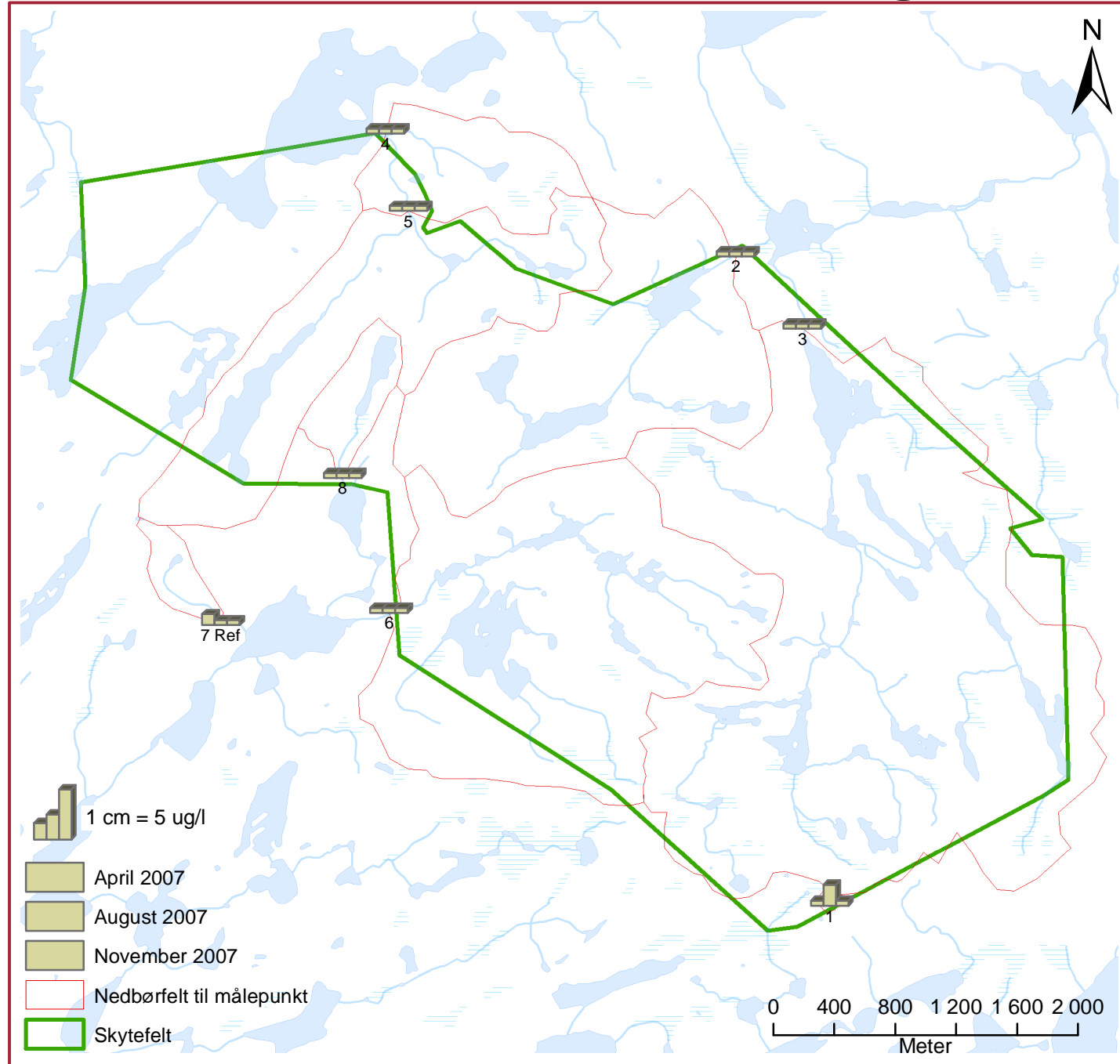
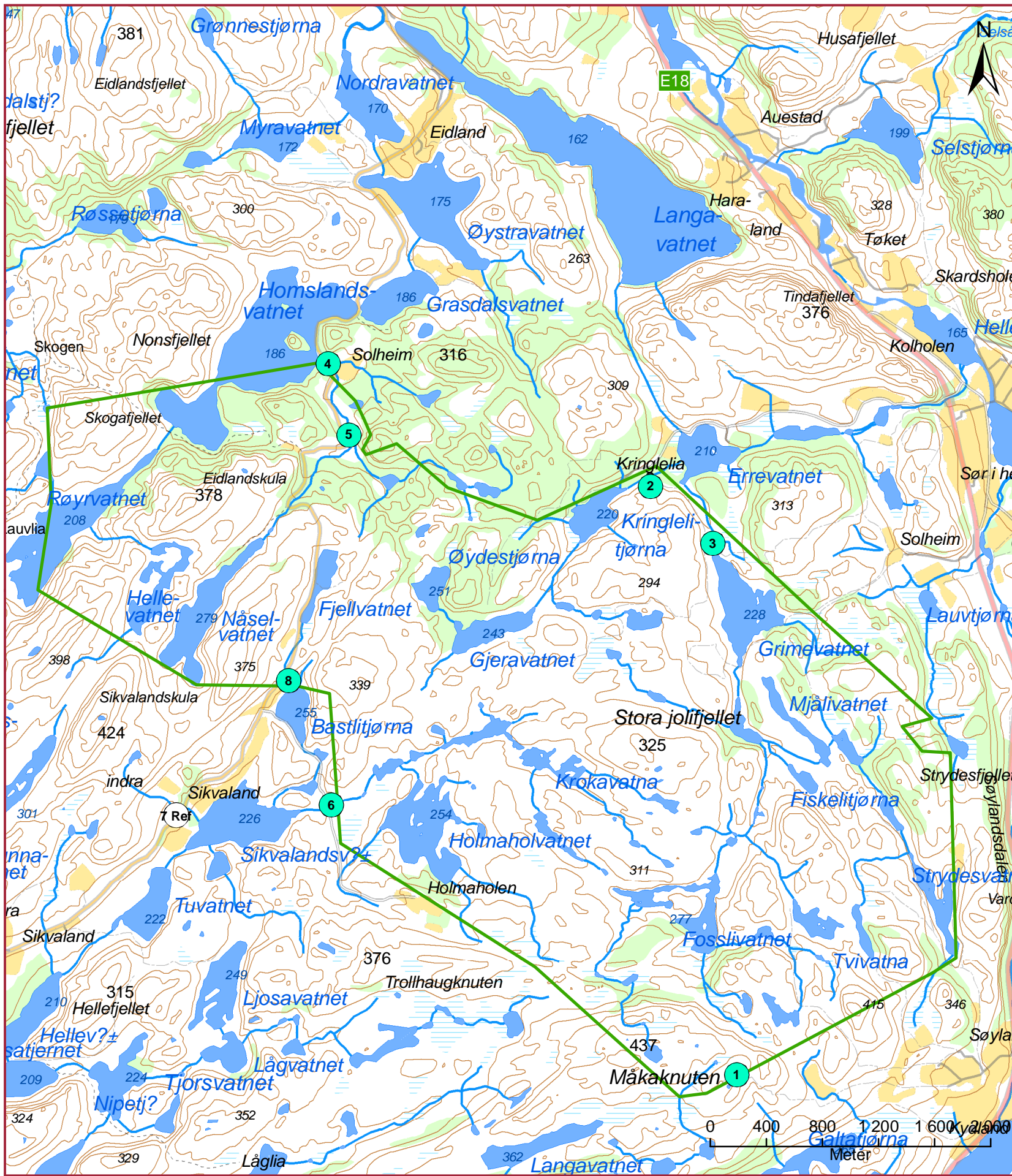
	Middelavrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	aug. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	1	0.96	1.6	<0.5
2	164	<0.5	<0.5	<0.5
3	465	<0.5	<0.5	<0.5
4	187	<0.5	<0.5	<0.5
5	141	<0.5	<0.5	<0.5
6	255	<0.5	0.57	<0.5
7 Ref	12	<0.5	0.66	<0.5
8	21	<0.5	<0.5	<0.5



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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

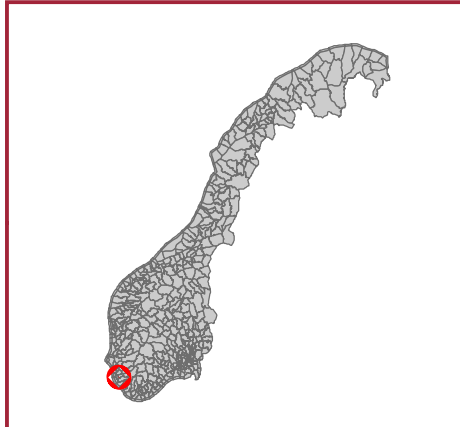
# Jolifjell skytefelt Kobber



1 cm = 5 ug/l

- April 2007
- August 2007
- November 2007
- Nedbørfelt til målepunkt
- Skytefelt

	Middelvrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	aug. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	1	<1	2.1	<1
2	164	<1	<1	<1
3	465	<1	<1	<1
4	187	<1	<1	<1
5	141	<1	<1	<1
6	255	<1	<1	<1
7 Ref	12	1.1	<1	<1
8	21	<1	<1	<1



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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

### Analyseresultater for Sikveland/Jolifjell, 2007

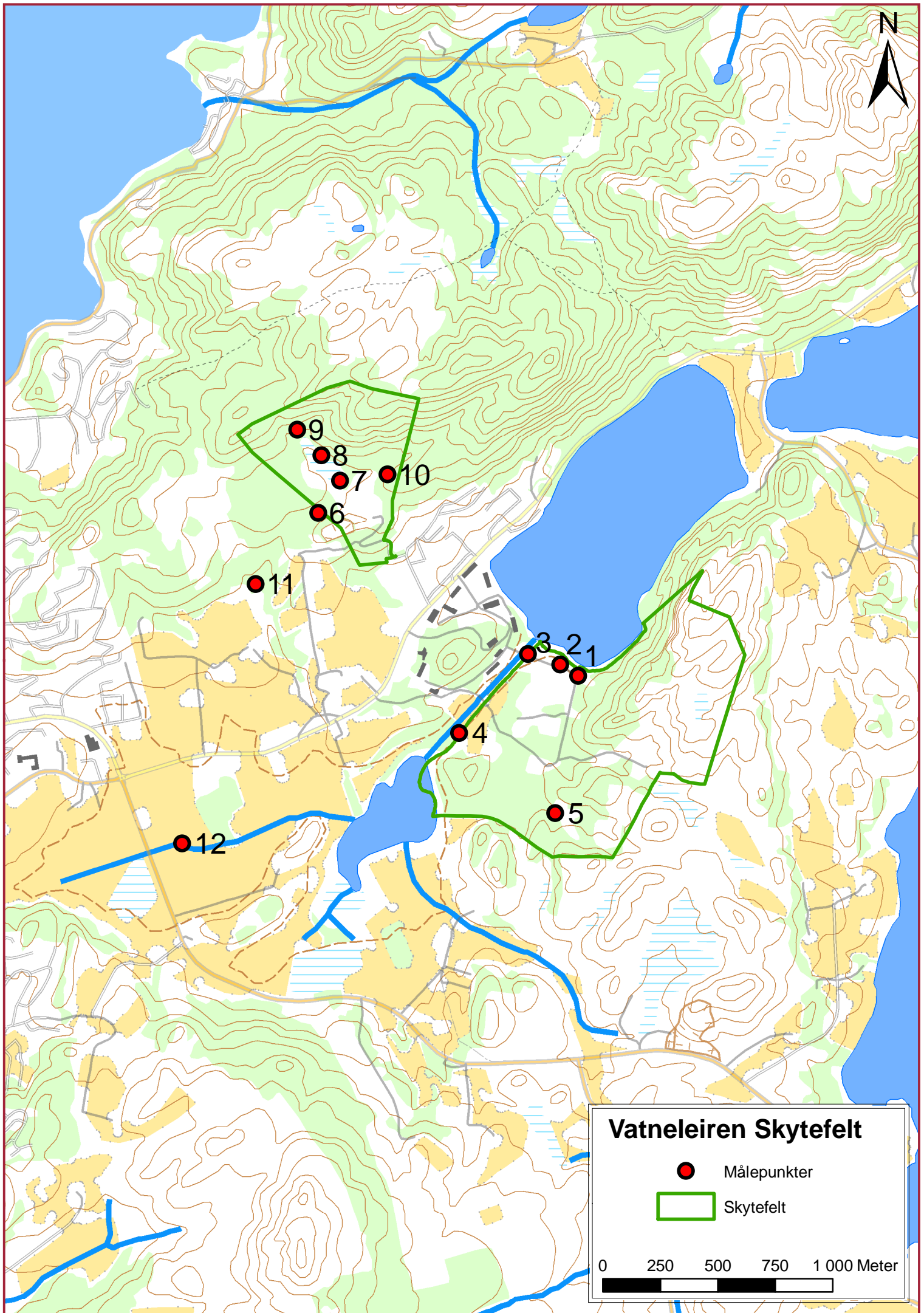
Stasjon		1			2			3			4		
Parameter	Enhet	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	270	510	84	140	180	140	72	130	80	180	140	110
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen As	µg/l	<0,5	0,67	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bly Pb	µg/l	0,96	1,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Jern Fe	mg/l	2,6	3,1	0,26	0,029	0,13	0,078	0,037	0,22	0,10	0,052	0,13	0,055
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*
Kalsium Ca	mg/l	0,5	1,4	1,2	0,88	0,85	0,81	1,4	1,3	1,5	0,61	0,57	0,7
Kobber Cu	µg/l	<1*	2,1	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Konduktivitet	mS/m	i.a.	5,5	5,64	i.a.	3,4	3,88	i.a.	3,4	4,51	i.a.	3,8	4,61
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	15	22	28	13	10	7,8	4,1	4,4	2,8	9,7	13	15
Nikkel Ni	µg/l	<1*	1,0	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
pH	ph	5,3	6,2	5,9	5,5	6,1	6	6,1	6,4	6,2	4,9	5,7	5,7
Sink Zn	µg/l	9,3	11	7,8	7,6	<5	6,9	<5	<5	5	8,2	<5	6,9
TOC	mg/l	7,5	14	2,0	5,8	4,5	3,3	4,4	5,9	3,0	3,3	3,1	1,6
Sprengstoff		i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.p	i.p	i.p	i.a	i.a	i.a

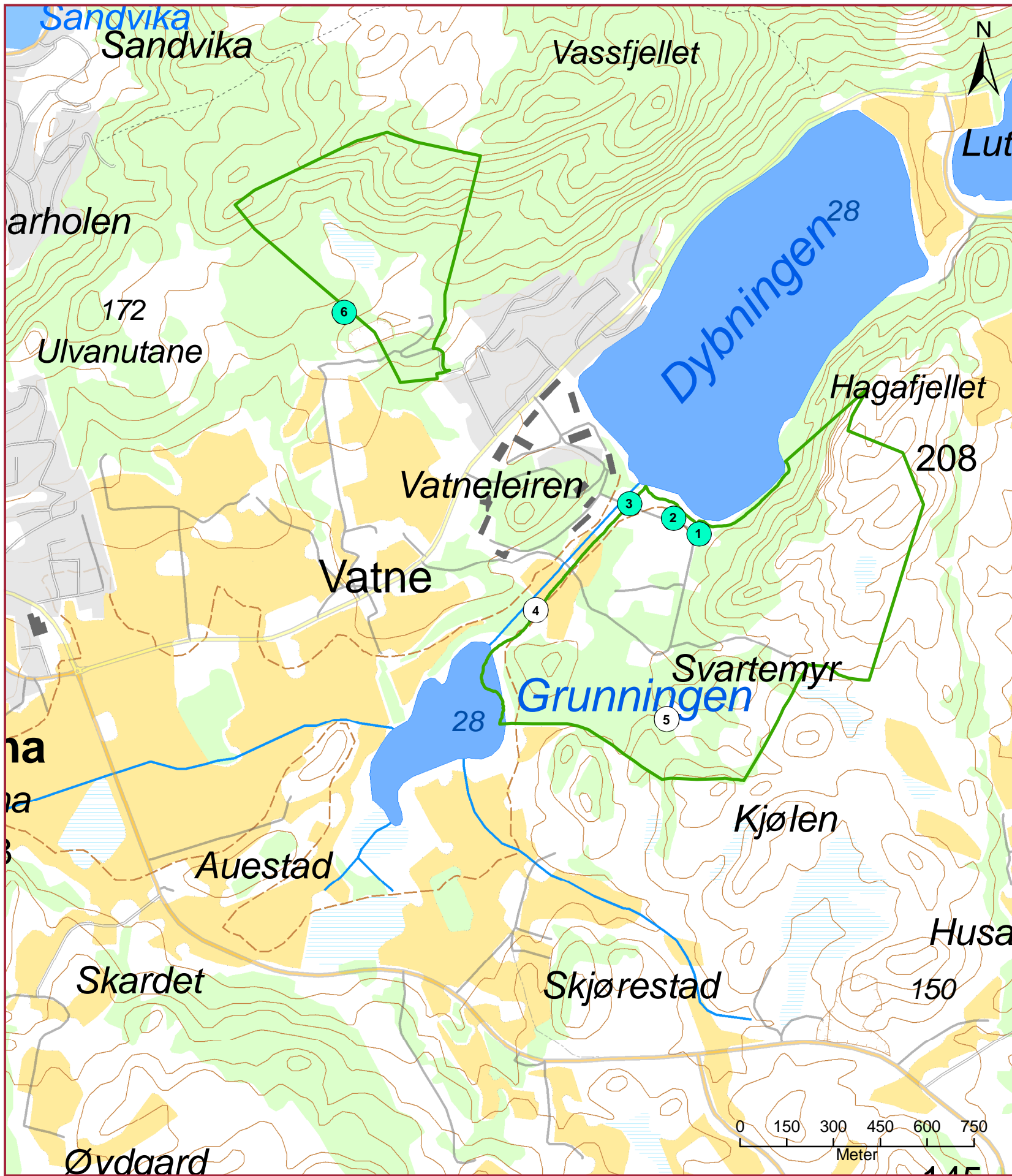
Stasjon		5			6			7 referanse			8		
Parameter	Enhet	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	21.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	170	130	69	69	110	110	530	120	250	120	110	81
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen 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
Bly Pb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,57	<0,5	<0,5	0,66	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	i.a	i.a	i.a	<0,01	<0,01	<0,01
Jern Fe	mg/l	0,021	0,092	0,057	0,035	0,16	0,059	0,37	0,068	0,31	0,15	0,32	0,25
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*
Kalsium Ca	mg/l	0,61	0,47	1,0	0,84	0,94	0,58	5	4,1	3,9	1,4	0,83	1,0
Kobber Cu	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	1,1	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Konduktivitet	mS/m	i.a.	3,7	4,66	i.a.	3,1	4,48	i.a.	7,7	7,21	i.a.	3,5	4,59
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	9,8	13	3,4	4,5	3,5	15	23	24	26	6	6,7	12
Nikkel Ni	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
pH	ph	4,9	5,6	5,4	5,6	6,2	6,0	6,4	7,1	6,4	6,2	6,0	6,0
Sink Zn	µg/l	8,3	<5	5,2	5,7	8,9	6,0	7,4	12	<5	6,9	<5	6,6
TOC	mg/l	5,3	2,8	1,6	3,6	5,3	3,3	5	0,99	0,77	4,5	4,2	2,2
Sprengstoff		i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a

\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

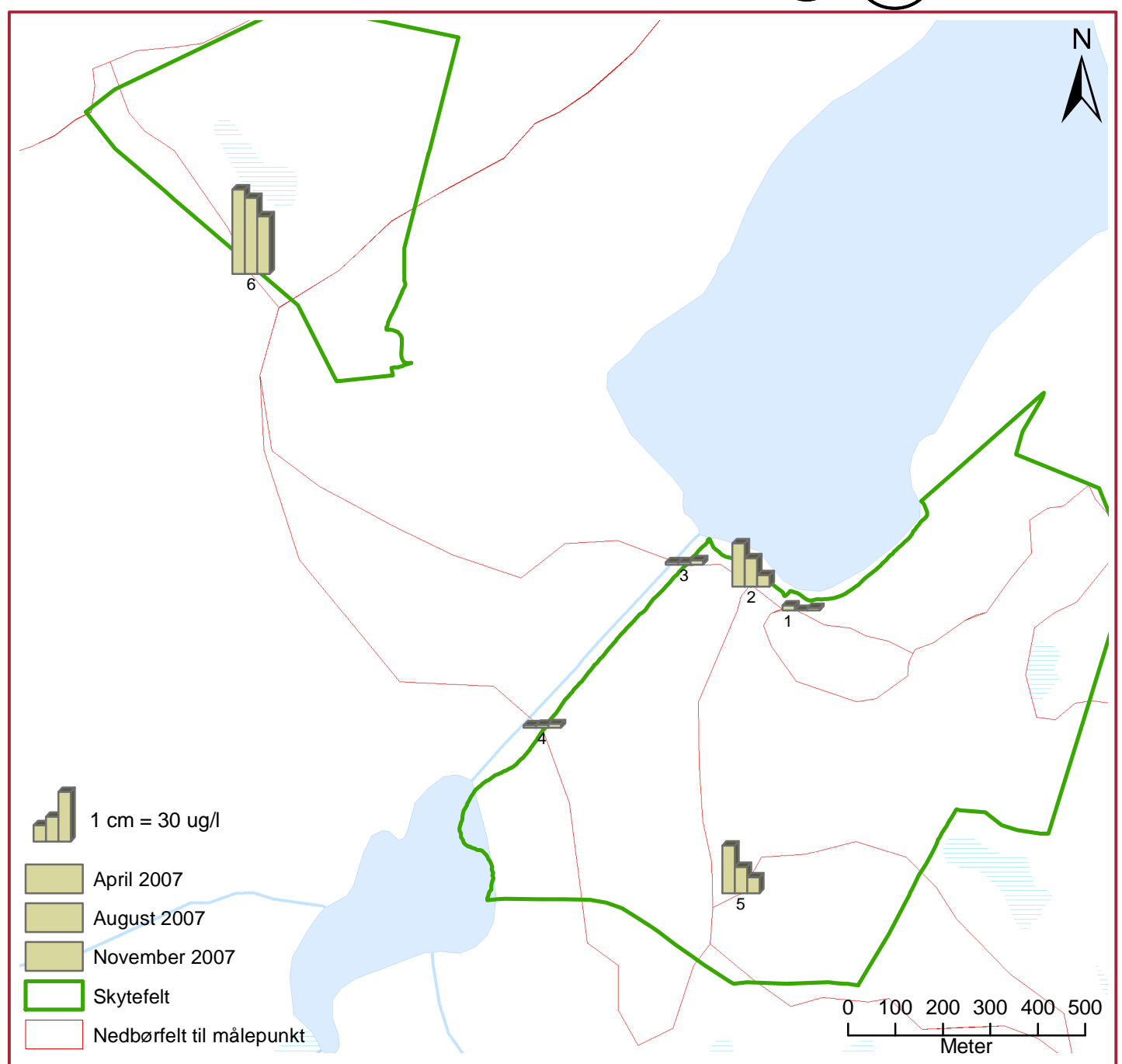
i.a Ikke analysert

i.p Ikke påvist over deteksjonsgrense

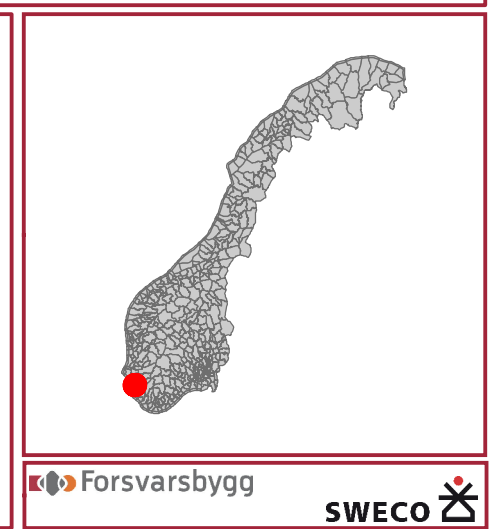




# Vatneleiren skytefelt Bly

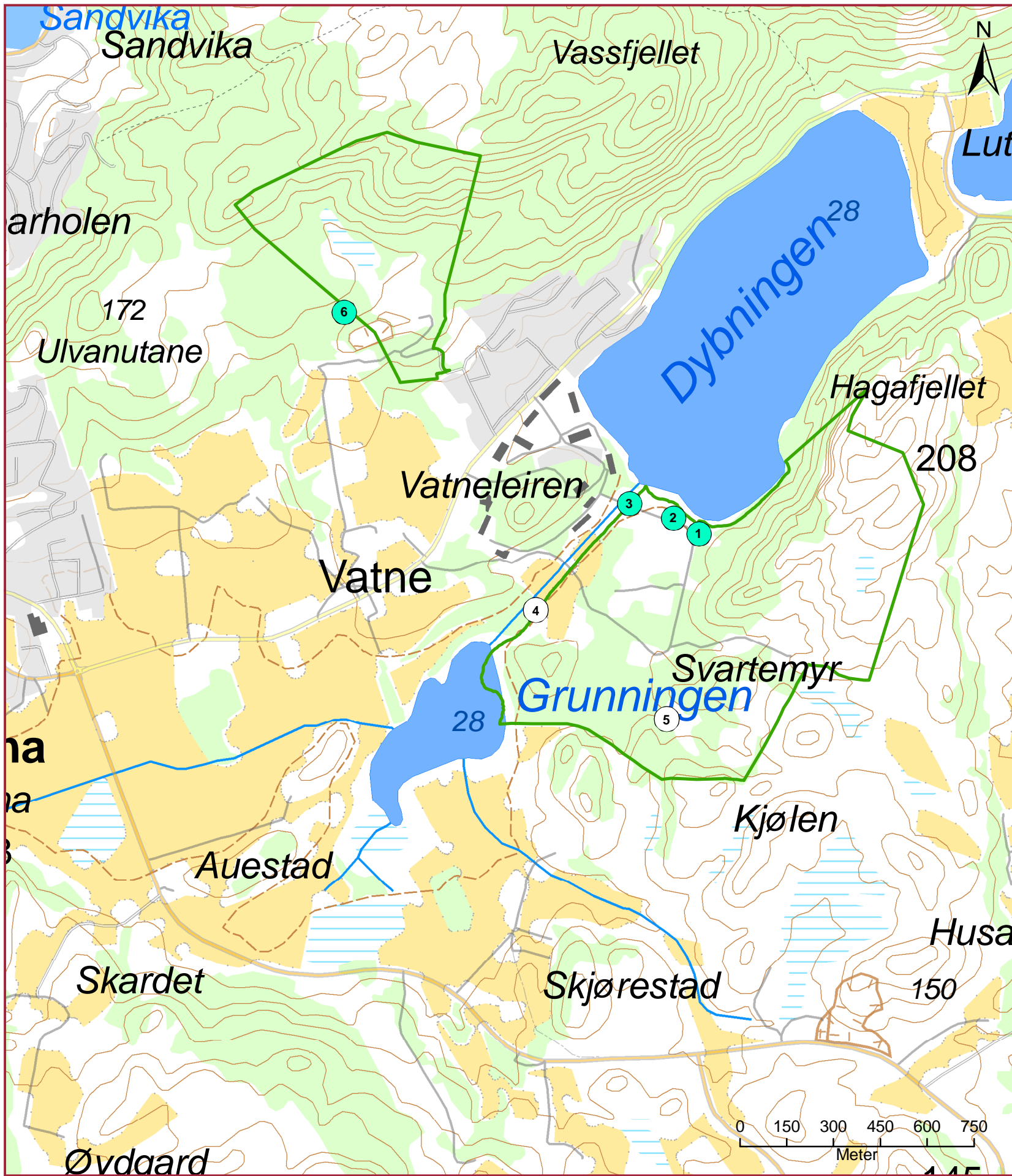


	Middelvrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	aug. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	1	3	<0.5	1.6
2	27	26	17	6.9
3	287	1.7	1.7	2.7
4	246	1.6	1.9	2.3
5	6	29	16	9.8
6	18	51	46	35

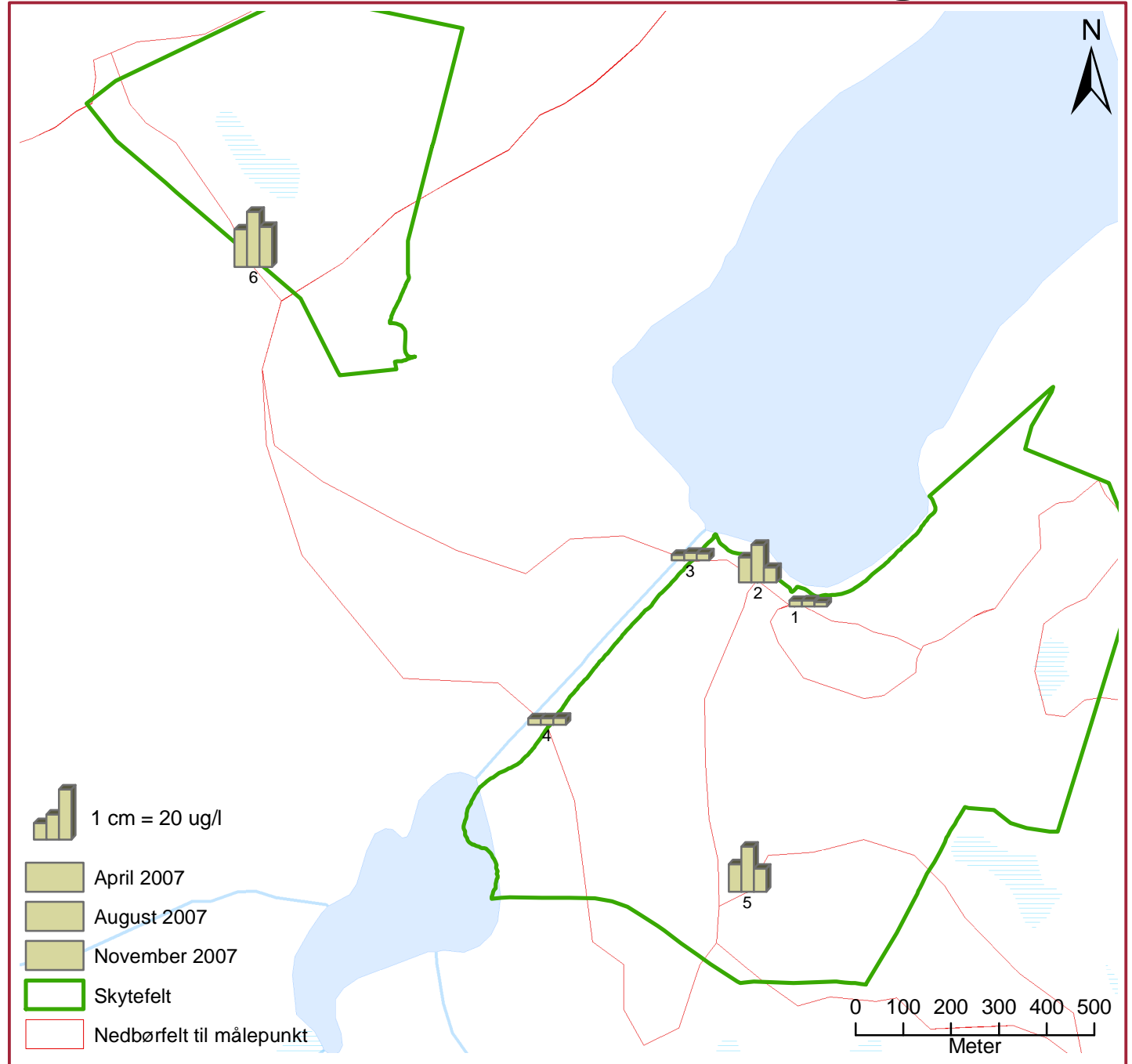
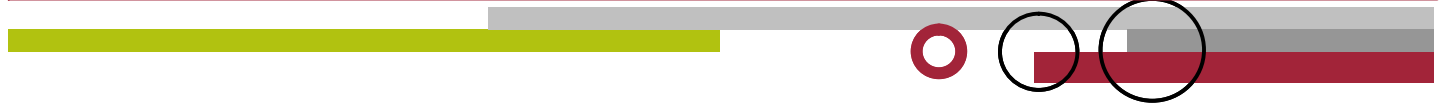


- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Privat veg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge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

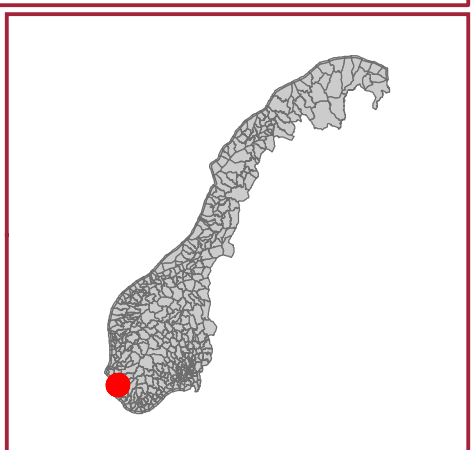
Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann



# Vatneleiren skytefelt Kobber



	Middelvrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	aug. 07 [ug/l]	nov. 07 [ug/l]
1	1	2,3	2,4	1,7
2	27	10	15	5,9
3	287	2,3	3,1	2,9
4	246	2,7	2,6	2,9
5	6	11	18	9,2
6	18	15	22	16



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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

## Analyseresultater for Vatneleiren, 2007

Stasjon		1			2			3			4			5		
Parameter	Enhet	19.04.2007	23.08.2007	20.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	20.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	20.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	20.11.2007	19.04.2007	23.08.2007	20.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	390	54	190	390	340	210	220	200	410	220	230	370	220	220	110
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	5,5	4,3	2,8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	7	9,9	7,1
Arsen As	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,78	0,53	<0,5	0,72	0,56	<0,5	<0,5	<0,5
Bly Pb	µg/l	3,0	<0,5	1,6	26	17	6,9	1,7	1,7	2,7	1,6	1,9	2,3	29	16	9,8
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	i.a	i.a	i.a	<0,01	<0,01	<0,01
Jern Fe	mg/l	0,35	0,14	0,23	0,5	1,5	0,51	0,71	1,5	1,1	0,66	1,7	1,1	0,23	1,4	0,49
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*	0,36	0,17
Kalsium Ca	mg/l	2,5	7,9	2,8	3,8	3,1	3,2	11	12	12	12	12	11	2	3,2	3
Kobber Cu	µg/l	2,3	2,4	1,7	10	15	5,9	2,3	3,1	2,9	2,7	2,6	2,9	11	18	9,2
Konduktivitet	mS/m	i.a.	13,3	12,7	i.a.	12	7,9	i.a.	16,2	15,8	i.a.	16,2	15,3	i.a.	7,2	7,35
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	45	4,9	23	42	23	24	120	100	140	100	190	140	18	52	60
Nikkel Ni	µg/l	1,6	<1*	<1*	<1*	1,3	<1*	<1*	1,2	<1*	<1*	1,2	1	<1*	2	<1*
pH	ph	5,9	6,9	6,9	5,9	6,9	6,2	6,7	6,5	6,5	6,8	6,5	6,5	6,2	6,4	6,4
Sink Zn	µg/l	16	<5	11	32	22	22	12	9,6	11	10	9	11	32	50	45
TOC	mg/l	7,4	7,8	2,2	8,1	12	5,2	10	15	8,9	11	15	8,6	5,7	6,2	2,3
Sprengstoff		i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.p	i.p	i.p

\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

i.a Ikke analysert

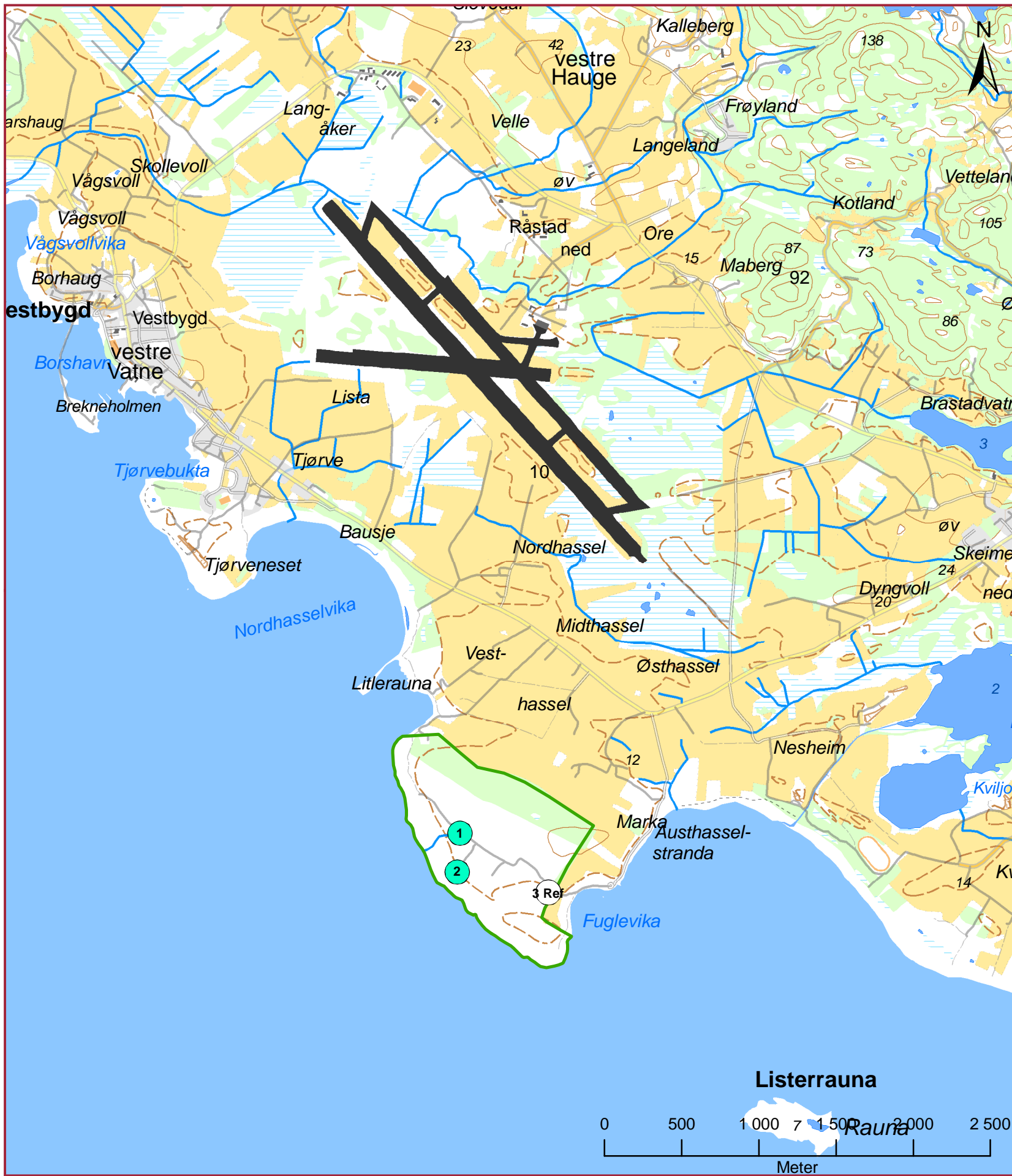
i.p Ikke påvist over deteksjonsgrense

Stasjon		6		
Parameter	Enhet	19.04.2007	23.08.2007	20.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	250	300	160
Antimon, Sb	µg/l	3,1	9,5	5,7
Arsen As	µg/l	<0,5	0,54	<0,5
Bly Pb	µg/l	51	46	35
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Jern Fe	mg/l	0,24	1,2	1,3
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Kalsium Ca	mg/l	2,8	6	7
Kobber Cu	µg/l	15	22	16
Konduktivitet	mS/m	i.a.	10,4	10,3
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	44	50	150
Nikkel Ni	µg/l	<1*	1,8	1,5
pH	ph	6,1	6,5	6,5
Sink Zn	µg/l	30	26	25
TOC	mg/l	4,1	10	4,2
Sprengstoff		i.a	i.a	i.a

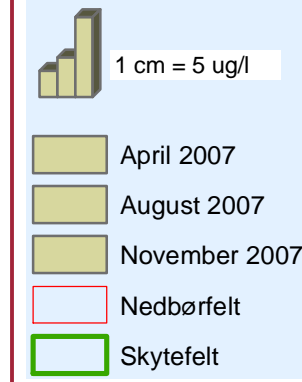
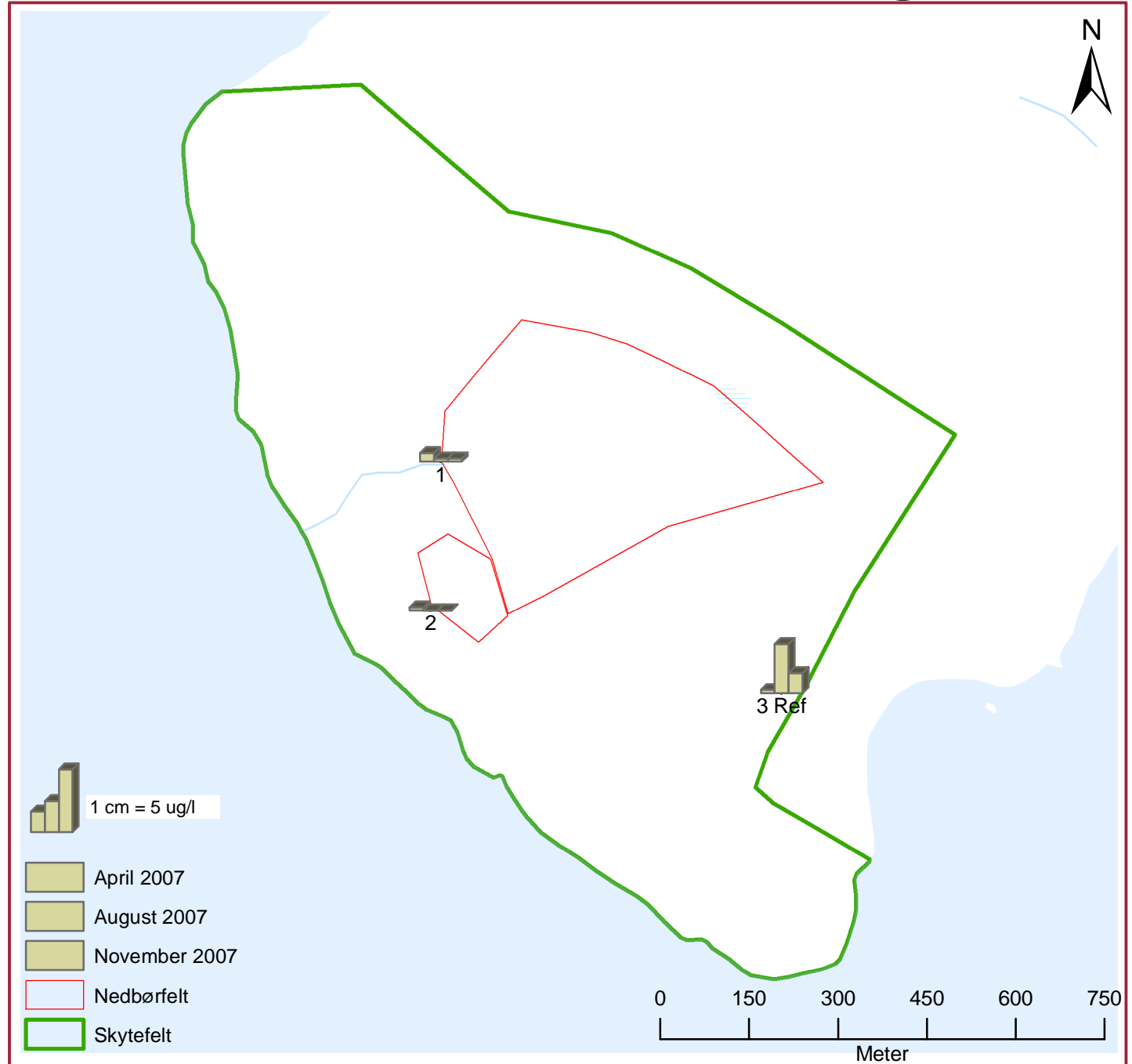
\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

i.a Ikke analysert

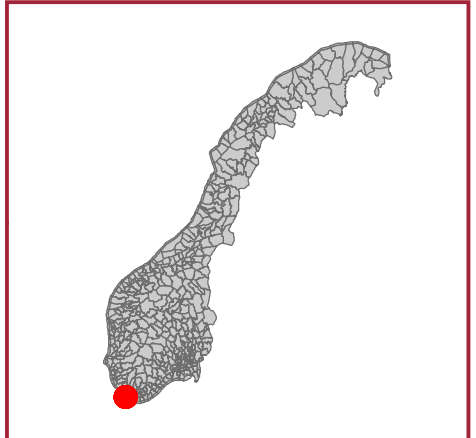
i.p Ikke påvist over deteksjonsgrense



# Lista skytefelt Bly



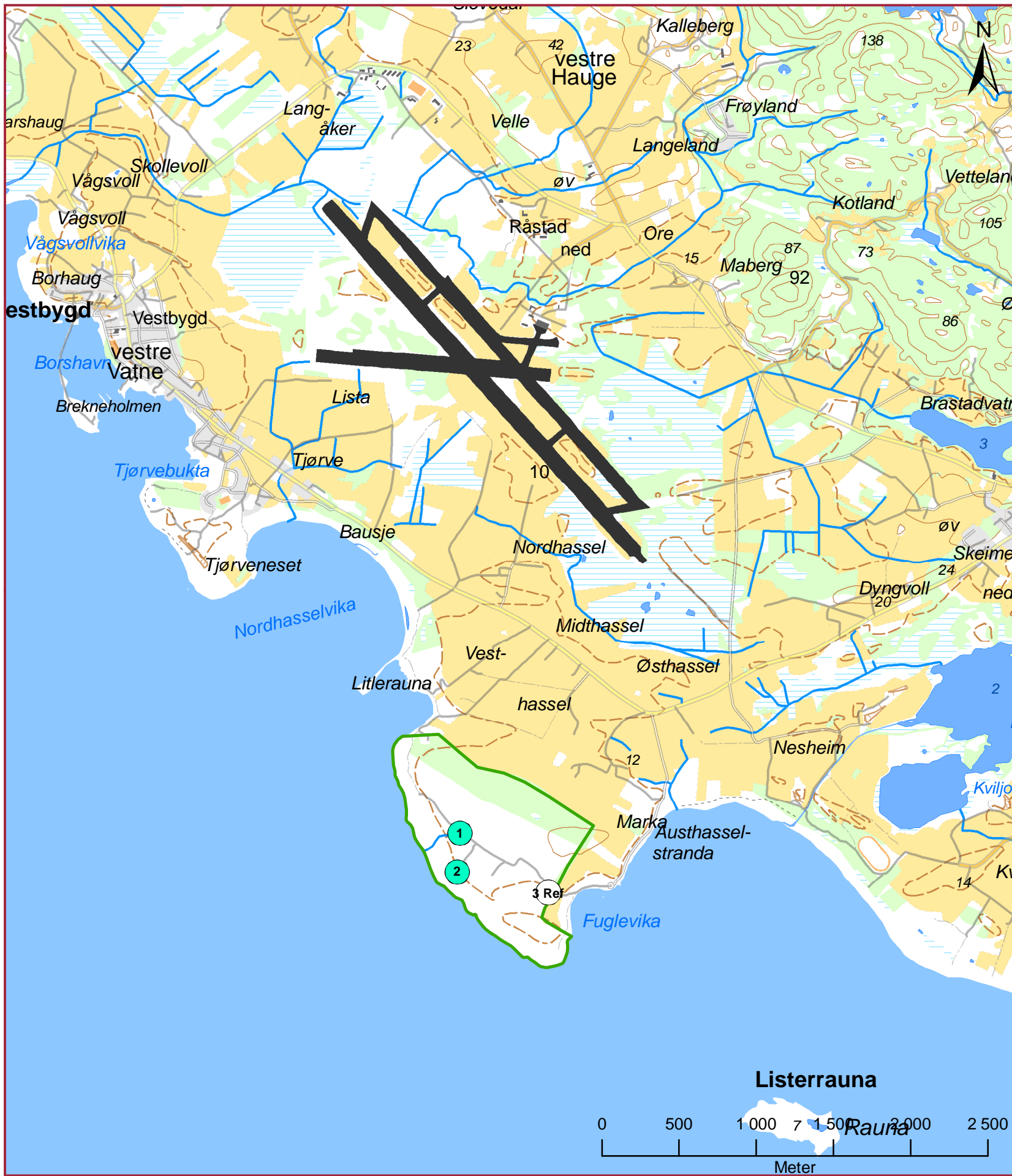
	Middelavrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	aug. 07 [ug/l]	nov. 07 [kg/år]
1	5	0.71	<0.5	<0.5
2	1	<0.5	<0.5	<0.5
3 Ref		<0.5	3.9	1.6



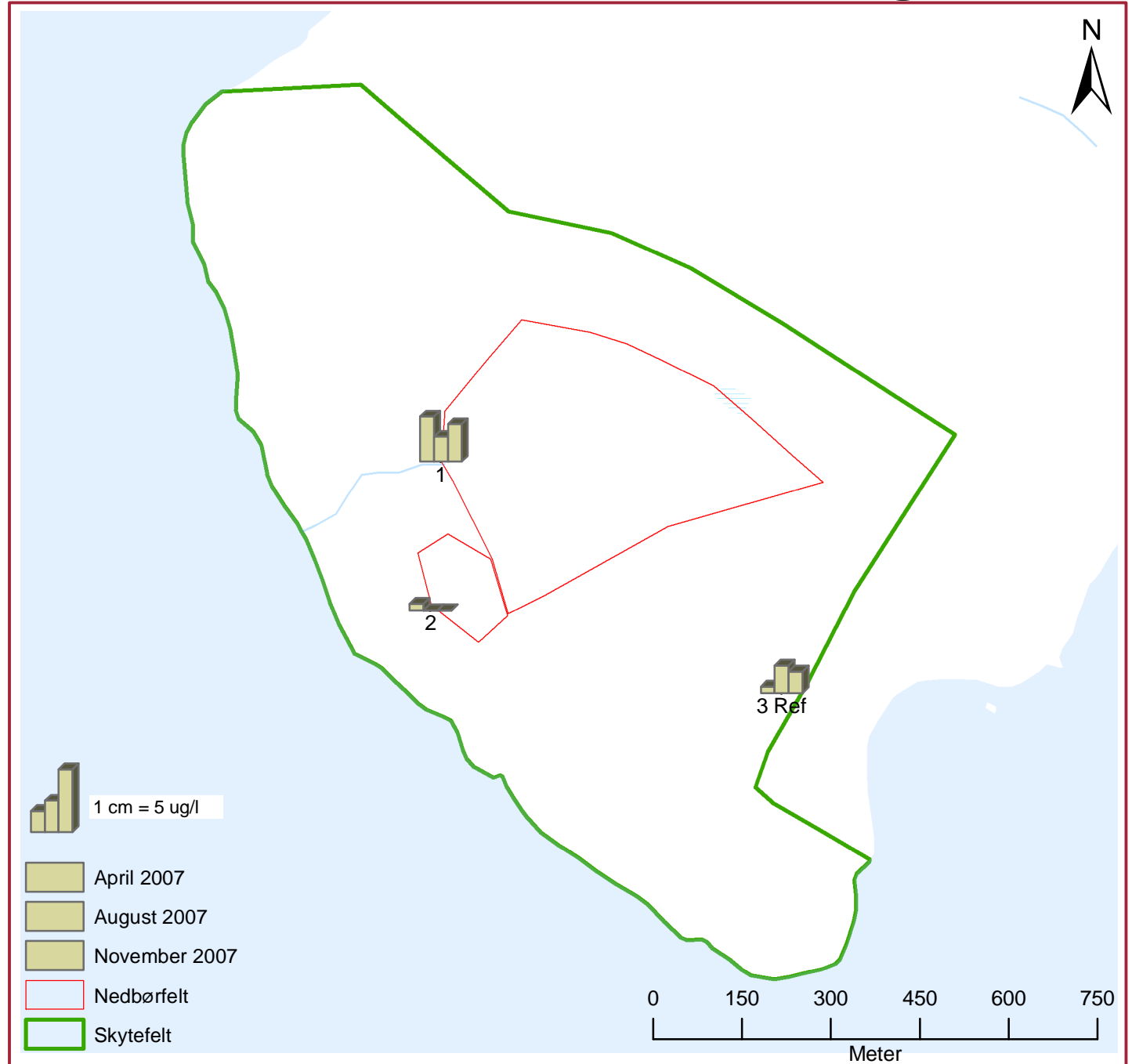
- Skogsområde
- Dyrket mark
- Myr
- Sjø
- Innsjø/tjern
- Elv
- Bekk
- Bymessig bebyggelse
- Tettbebyggelse
- Flyplass
- Forsvarets Skytefelt
- Høydekurve
- Punkter ut av feltet
- Punkter internt i feltet
- Kommunal veg
- Fylkesveg
- Riksveg
- Europaveg
- Sti
- Merket sti
- Traktorveg
- Ferge
- Privat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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

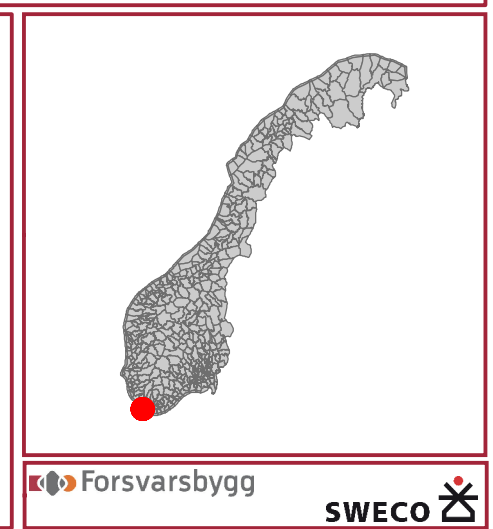




# Lista skytefelt Kobber



	Middelavrenning [l/s]	apr. 07 [ug/l]	aug. 07 [ug/l]	nov. 07 [kg/år]
1	5	3.6	2	3
2	1	<1		
3 Ref		<1	2.2	1.7



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

Fargekodene viser til SFTs tilstandsklasser for ferskvann

## Analyseresultater for Lista flystasjon/Marka, 2007

Stasjon		1			2			3 referanse		
Parameter	Enhet	26.04.2007	27.08.2007	19.11.2007	26.04.2007	27.08.2007	19.11.2007	26.04.2007	27.08.2007	19.11.2007
Aluminium, Al	µg/l	180	100	89	35	i.a.	i.a.	140	590	400
Antimon, Sb	µg/l	<1	<1	<1	<1	i.a.	i.a.	<1	<1	<1
Arsen As	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	i.a.	i.a.	<0.5	<0.5	<0.5
Bly Pb	µg/l	0,71	<0.5	<0.5	<0.5	i.a.	i.a.	<0.5	3,9	1,6
Hvitt fosfor	µg/l	<0,01	<0.01	<0.01	<0.01	i.a.	i.a.	i.a	i.a	i.a
Jern Fe	mg/l	2,2	22	16	0,012	i.a.	i.a.	0,14	0,36	0,42
Kadmium Cd	µg/l	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	i.a.	i.a.	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Kalsium, Ca	mg/l	3,8	11	9,9	19	i.a.	i.a.	4	5,6	5,5
Kobber Cu	µg/l	3,6	2,0	3,0	<1*	i.a.	i.a.	<1*	2,2	1,7
Konduktivitet	mS/m	i.a	27,3	26,3	i.a	i.a.	i.a.	i.a	17,9	17,7
Krom Cr	µg/l	<1*	<1*	<1*	1,1	i.a.	i.a.	<1*	<1*	<1*
Mangan Mn	µg/l	160	920	570	<1	i.a.	i.a.	11	13	11
Nikkel Ni	µg/l	1,1	2,2	2,7	<1*	i.a.	i.a.	<1*	<1*	<1*
pH	ph	5,6	6,2	6	6,7	i.a.	i.a.	6,2	6	6,1
Sink Zn	µg/l	36	15	21	<5	i.a.	i.a.	18	15	9,7
TOC	mg/l	8	6,1	4,1	3,5	i.a.	i.a.	5,3	4,6	3,9
Sprengstoff		i.p	i.p	i.p	i.p	i.a.	i.a.	i.a	i.a	i.a

\* Deteksjonsgrensen er høyere enn tilstandsklasse I

i.a Ikke analysert

i.p Ikke påvist over deteksjonsgrense

Prøvepunkt 2 var uttørket i august og november