

0-93085

Basisundersøkelse av vannkvaliteten på Rødsmoen i 1993



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning NIVA

Prosjektnr.: O- 93085	Undernr.:
Løpenr.: 3021	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Basisundersøkelse av vannkvaliteten på Rødsmoen i 1993.	Dato: mars 1994	Trykket: NIVA 1994
	Faggruppe: limnologi	
Forfatter(e): Sigurd Rognerud	Geografisk område: Hedmark fylke	
	Antall sider: 21	Opplag: 75

Oppdragsgiver: Forsvarets bygningstjeneste avd. Hamar	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Skifer og kalksteinslagene i Røa og Ygla nedbørfelter gjør at spesielt kalsium og sulfat løses ut i vannfasen. Dette gjør at disse bekkene har en nær nøytral pH og god motstand mot endringer i pH ved f.eks tilførsel av syrer. Oterbekken var sterkt humuspåvirket, hadde lavere pH og dårlig evne til å motstå pH-endringer ved syretilførsler. Konsentrasjonene av bly, kobber og sink var lavere enn deteksjongrensene for vannanalysene ved nesten alle observasjonene, mens de kan estimeres til henholdsvis 0,3-0,5 µg/l, 0,4-0,8 µg/l og 1-8 µg/l ved hjelp av vannmoser som bioindikator. Sedimentanalysene fra Rundalsjøen og Østre Ygla-tjernet viste at det har vært et betydelig påslag av bly og kadmium i de siste årtier på grunn av atmosfæriske forurensninger. Påslaget var lite for kvikksølv og sink, mens ingen forurensning ble registrert for nikkel, kobber og krom. Ygla og Røa har liten vannføring spesielt i tørkeperioder da også mye av vannet infiltreres i de store breelv-avsetningene i bekkens nedre deler. De er derfor dårlige resipienter og bør skånes mest mulig for utbygging av boligmasser. Den økologiske betydningen av en eventuell økning i transporten av metaller fra det planlagte skytefeltet ved Yglekletten vurderes som liten.

4 emneord, norske

1. Rødsmoen i Hedmark fylke
2. Vannkjemi
3. Tungmetaller
4. Resipient kapasitet

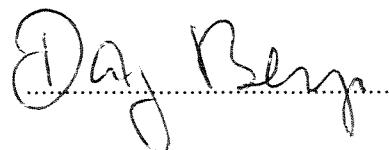
4 emneord, engelske

1. Rødsmoen i Hedmark
2. Water chemistry
3. Heavy metals
4. Recipient capacity

Prosjektleder



For administrasjonen



ISBN-82-577-2477-7

Norsk institutt for vannforskning

O-93085
Basisundersøkelse av vannkvaliteten på
Rødsmoen i 1993.

Saksbehandler: Sigurd Rognerud

Medarbeidere: Jarl Eivind Løvik
Gøsta Kjellberg
Mette-Gun Nordheim
Ingrid Frodahl

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
1. Innledning	6
1.1. Bakgrunn	6
1.2. Målsetning	7
1.3. Undersøkelserprogram	7
2. Naturgitte forhold som påvirker vannkvaliteten	9
2.1. Berggrunn, løsavsetninger og myrområder	9
2.2. Nedbørfelt og innsjøenes morfometri	10
3. Resultater og diskusjon	12
3.1. Generell vannkvalitet	12
3.2. Tungmetaller i vann og vannmoser	15
3.3. Sedimenter	17
3.4. Sårbarhet overfor forurensninger og andre inngrep	19
3.5. Forurensning fra skytefelt	20
4. Litteraturliste	21

Forord

Dette er sluttrapporten for vannkvalitets-undersøkelsen på Rødsmoen i 1993. Undersøkelsen kom i gang våren 1993 etter henvendelse fra Forsvarets Bygningstjeneste avd. Hamar. De ønsket en basisundersøkelse av vannkvaliteten på Rødsmoen med tilhørende øvningsfelt. Bakgrunnen var planene om flytting av Kavaleriet fra Gardermoen til Rødsmoen. Arbeidet ble kontraktfestet den 16/2-93 og hadde en kostnadsramme på 285 000 kr. Feltarbeidet ble gjennomført i perioden mars - oktober 1993 og gikk etter planen. Parallelt med denne undersøkelsen ble det også gjort en statuskartlegging av fiskeribiologiske forhold. Dette behandles i en egen rapport.

Vannprøvene og sedimentprøvene ble analysert på NIVA's akkrediterte laboratorium i Oslo og de biologiske prøvene på Institutt for energiteknikk på Kjeller. Personalet ved NIVA's Østlandsavdeling har stått for alt feltarbeid, opparbeidelse av sediment- og biologiske prøver og levering til laboratoriene samt databearbeidelse og rapportering.

Sammendrag

Planene om flytting av Kavaleriet fra Gardermoen til Rødsmoen førte til en melding/konsekvensutredning som ble lagt ut til høring med frist 15 mars 1992. I denne utredningen ble det nevnt følgende mulige forurensninger av vann og jord som følge av militær aktivitetet:

- Forurensning knyttet til uhell ved oppbevaring av brennstoff, kjemikalier og ammunisjon
- Forurensning fra verksteder, oppstillingsplass for kjøretøyer og motorisert ferdsel
- Forurensning fra skytefelt.

Hensikten med undersøkelsen er å fremskaffe kunnskap om vannkvaliteten i området innsjøer og bekker som grunnlag for vurderinger av størrelsen og betydningen av eventuelle fremtidige forurensninger forårsaket av militær aktivitet. Vannforekomstenes sårbarhet overfor ulike forurensninger skal vurderes bl.a som bakgrunn for råd om plassering av leiren ut fra de ulike alternativene som er foreslått. Det skal også vurderes hvilke konsekvenser eventuelle avrenninger av tungmetaller fra skytefeltet kan ha for de berørte vannsystemene.

Med de store vekslinger som en har i løsavsetningenes karakter og mektighet på Rødsmoen vil det være tilnærmet umulig å avgrense nedbørfeltene for alle de undersøkte bekkene og innsjøene. Det er grunn til å tro at det vannet som renner av på moene og fra fjell i høyereliggende områder, infiltrerer i brelv-avsetningene og følger moreneoverflaten (som er tett og ikke vannførende) ned til grunnvanns-magasinet (Østeraas 1993). Det var derfor liten informasjon i transportberegninger av kjemiske stoffer i bekkene på Rødsmoen. Diskusjonen vil i hovedsak være rettet mot vannkvalitetsaspektet og sårbarhet overfor forurensninger.

Røa er den av bekkene som har størst andel kalkstein og skifer i nedbørfeltet. Disse bergartene forvitrer relativt lett og gir en ionerik avrenning der spesielt kalsium og sulfat er de dominerende ionene. Ygla har innslag av disse bergartene kun øverst ved Yglesjøene, mens den renner videre i et sandsteinsområde som på slutten er overdekt av brelvavsetninger. Dette er grunnen til at Ygla har noe lavere innhold av de ovennevnte ionene enn Røa. Oterbekken drenerer et sandsteinsområde overdekket av morene og myr, og det kalkinnslaget som denne bekken får er antagelig i hovedsak fra løsavsetningene.

Det høge innholdet av kalsium og magnesium i Røa og Ygla gjør at de har god motstandsevne (høge alkalitetsverdier) overfor tilførsler av syrer (f.eks sur nedbør), nær nøytral pH og høge verdier for ledningsevnen. Disse bekkene var også moderat humuspåvirket og hadde et relativt høgt innhold av nitrat og total nitrogen som i hovedsak kommer fra atmosfæriske avsetninger. Konsentrasjonene av næringssalter viser at disse bekkene har et noe høyere produksjonspotensiale enn bekker i distriktet med ionefattigere vannkvalitet. Oterbekken var sterkt preget av humussyrer som lakk ut fra Otermyra. Dette gjør at mange av de vannløselige ionene for en stor del er bundet til humussyrene. Humusrikt vann fra myrer er ofte overmettet på karbondioksyd. Dette forholdet kombinert med lave alkalitetsverdier førte til at pH verdiene ble vesentlig lavere enn i Røa og Ygla.

Det som i hovedsak skiller vannkvaliteten i innsjøene på Rødsmoen fra det som er "vanlig" ellers i fylket er et høyere kalsium- og sulfatinnhold. Dette innebærer bl.a. en bedre motstandsevne mot forsurening. De høge konsentrasjonene av sulfationer er "ledsaget" av kalsiumioner (fra kalkrik berggrunn) og ikke hydroniumioner slik som tilfelle er i sydligere deler av fylket. Sulfatinnholdet i nedbøren er en drivende kraft i forsureningen i sydlige deler av fylket, mens dette er uten særlig betydning på Rødsmoen.

Kobber-, bly- og sink-konsentrasjonene var lavere enn deteksjongrensen (henholdsvis 0,5, 0,5 og

10 µg/l) for nesten alle observasjonene (Tab.I og II i vedlegget). Dette er lite tilfredstillende når vi ønsker å tallfeste området bakgrunnskonsentrasjoner for disse metallene. For å få tallfestede konsentrasjoner og representative data over tid ble vannmoser fra slekten *Fontinalis* benyttet som bioindikator. Disse akkumulerer metaller i et bestemt forhold til det som finnes i vannfasen og gjør det derfor mulig å esimere lave konsentrasjoner av tungmetaller i vann.

Det var derfor et godt samsvar mellom resultatene fra vannanalysene og moseanalysene. Alle verdiene fra vannanalysene for sink var mindre enn 10 µg/l, mens vi på bakgrunn av moseverdiene kan estimere konsentrasjonene til 1-8 µg/l. Størstedelen av vannanalyse-resultatene for kobber og bly var også lavere enn deteksjongrensen, mens moseprøvene viste at de var nær denne grensen dvs. henholdsvis middelveier på 0,4-0,8 µg/l og 0,3-0,5 µg/l. Det var små forskjeller mellom de ulike bekkene.

Forholdet mellom konsentrasjonene i sedimentets overflatesjikt (som er avsatt i nyere tid) og referanse-sedimentet (ca. 300 år gammelt) kalles kontamineringsfaktoren. Denne gir et uttrykk for den relative økningen i konsentrasjoner på grunn av forurensninger som har funnet sted for de respektive elementene i innsjøer og tjern på Rødsmoen. Det var et betydelig påslag av atmosfæriske forurensninger for bly og kadmium, men også for kvikksølv og sink var det et lite påslag. Derimot ble det ikke registrert påslag av betydning for nikkel, krom og kobber. Dette er i hovedtrekk i overensstemmelse med resultatene fra en landsomfattende undersøkelse av innsjøsedimenter (Rognerud & Fjeld 1993). Påslag i sedimentet for bly, kvikksølv og kadmium skyldes oftest avsetninger av langtransporterte forurensninger, mens for nikkel, krom og kobber er det oftest nærliggende punktkilder.

Ygla og Røa er relativt små bekker med lav vannføring i tørkeperioder. De er derfor svært dårlige resipienter. Dette betyr at små utslipp, også av diffus karakter, vil få alvorlige følger for vannkvaliteten og livet i bekkene. Vannkvaliteten i begge bekkene er god og på mange måter litt atypisk for denne delen av landet. Bekkene har en høy produksjonskapasitet, inneholder forsureningsfølsomme arter og er verdifulle sett ut fra et naturvidenskapelig synspunkt. Dette gjelder spesielt foss- og strykpartiene oppstrøms samløpet med Vesle Ygla (Ygla) og oppstrøms Rød (Røa). Disse delene har bl.a. en tett ørretbestand og svært gode rekrutteringsmuligheter. Bekkene er små perler i Hedmarksnaturen som det er verd å skåne mest mulig for utbygginger og etablering av boligområder. I begge bekkene foregår det uttak av vann til jordbruksvanning. Vanning foregår i størst omfang i tørkeperioder når det naturlig er liten vannføring. De nedre deler av bekkene utsettes også for infiltrasjon i grunnen. Vanning kan derfor ha drastiske konsekvenser for livet i bekkene nedstrøms uttakspunktene da store deler av bekkene kan tørrlegges.

NIVA's overvåkningsprogram for militære skytefelt har vist at oppløsningen eller korrosjonen av deponerte prosjektiler går seint, men varierer en del avhengig av de naturgitte forhold. De frigjorte metallionene som først og fremst er bly, kobber og sink, bindes i hovedsak i jorda på deponeringstedet. Dette gjør at det kun er i bekkene nærmest deponiene at konsentrasjonene er så høge at gifteffekter kan forventes. Fortynningen av vann fra upåvirkede områder og ulike bindingsmekanismer i bekketaret gjør at områdene lenger nedstrøms deponiene enn 2-300 m ikke påvirkes nevneverdig (Rognerud 1993). Dessuten vil bevegligheten av utløste metaller også være mindre i et nedbørfelt med innslag av kalk og tilnærmet nøytralt markvann (slik som på Rødsmoen) enn f.eks. i kalkfattige områder med surt markvann (Rognerud et al. 1992).

På bakgrunn av disse erfaringene vurderer vi risikoen for betydelig transport av giftige metaller fra et eventuelt nedslagsfelt i Ygleklettområdet som relativt liten. Dersom det likevel skulle frigjøres metaller av betydning til f.eks Ygleklett- og Granåsbekken vil de iallefall sedimentere i Ygletjernene og ikke påvirke Ygla i nevneverdig grad.

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Planene om flytting av Kavaleriet fra Gardermoen til Rødsmoen førte til en melding/konsekvensutredning som ble lagt ut til høring med frist 15 mars 1992. I denne utredningen ble det nevnt følgende mulige forurensninger av vann og jord som følge av militær aktivitet:

- Forurensning knyttet til uhell ved oppbevaring av brennstoff, kjemikalier og ammunisjon
- Forurensning fra verksteder, oppstillingsplass for kjøretøyer og motorisert ferdsel
- Forurensning fra skytefelt.

Stasjonsvalg i innsjøer og bekker ble gjort på bakgrunn av de planskisser som ble forelagt på møte i FBT den 26/1-93. Hoveddelen av undersøkelsen ble lagt til den delen av området der det var planlagt mest intensiv drift. Da feltet også skal brukes som skytefelt kreves det undersøkelser av de naturgitte nivå av tungmetaller i tillegg til generell vannkjemi. Undersøkelsen har omhandlet de mest betydningsfulle vassdragene syd og øst for Yglekletten mellom Rena og Glåma (fig. 1). Dette gjelder Røa's nedbørfelt med Rundalsjøen og Otersbekken med Oterstjernet som begge har utløp i Rena. Videre ble også Ygla inklusive Vestre og Østre Ygletjern samt Svartjern undersøkt. Ygla har utløp i Glåma. For å følge med i utviklingen av de atmosfæriske forurensningene av bl.a. metaller og syrer ble Deisjøen på østsiden av Løpsjøen valgt. Denne har en vannkvalitet og dybdeforhold som er svært likt Rundalsjøen og delvis Østre Ygletjern. Dette gjør at Deisjøen vil være en fin referansesjø for de berørte innsjøene på Rødsmoen i årene fremover.

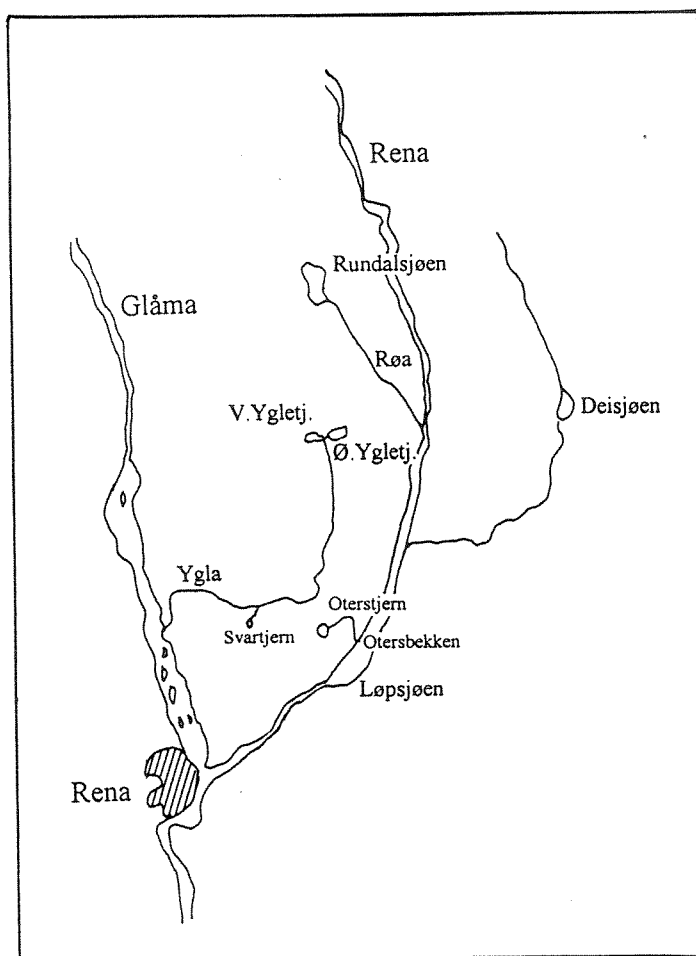


Fig. 1. Oversikt over Rødsmoen med de undersøkte lokaliteter.

Vannkvaliteten i Deisjøen og Rundalsjøen ble også undersøkt høsten 1988 i forbindelse med en regional undersøkelse i Hedmark finansiert av Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen (Rognerud 1992). Allerede da ble det klart at disse innsjøene hadde en vannkvalitet som kan sies å være lite representert i Hedmark. Undersøkelsene i 1993 har gitt en bredere informasjon om vannkvaliteten og økt kunnskapen om de naturlige svingninger i vannkjemien i disse nedbørfeltene. Fra Ygla og Otersbekkens nedbørfelter fantes det ingen tidligere systematiske data om vannkvaliteten.

1.2. Målsetning

Hensikten med undersøkelsen er å fremskaffe kunnskap om vannkvaliteten i områdets innsjøer og bekker som grunnlag for vurderinger av størrelsen og betydningen av eventuelle fremtidige forurensninger forårsaket av militær aktivitet. Vannforekomstenes sårbarhet overfor ulike forurensninger skal vurderes bl.a som bakgrunn for råd om plassering av leiren ut fra de ulike alternativene som er foreslått. Det skal også vurderes hvilke konsekvenser eventuelle avrenninger av tungmetaller fra skytefeltet kan ha for de berørte vannsystemene.

1.3. Undersøkelsesprogram

De undersøkte lokalitetene på Rødsmoen med plasseringer av prøvetakningstasjoner er vist i Fig.2. For enkelhets skyld kalles hele det undersøkte området for Rødsmoen i denne rapporten.

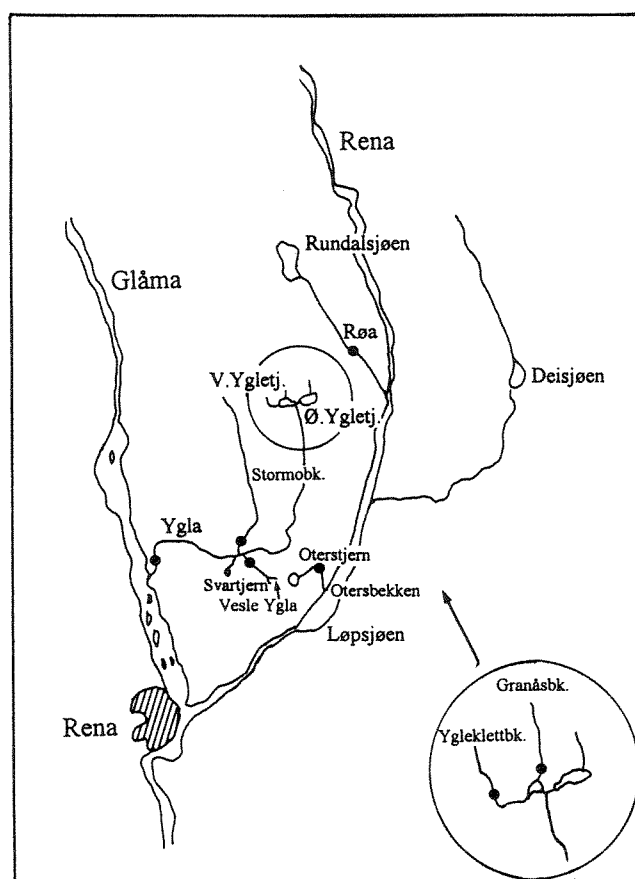


Fig.2. Lokalisering av prøvetakningstasjonene i bekkene (•).

Sedimenter og fisk.

Rundalsjøen, Østre Yglesjøen, Vestre Yglesjøen, Deisjøen, Oterstjernet og Svarttjernet ble undersøkt med hensyn på metallkonsentrasjoner i sedimentet. I de to førstnevnte sjøene ble det analysert 3 kjerner fra hver, i Vestre Yglesjøen ble 2 sedimentkjerner analysert og i de resterende en kjerne. For alle sedimentkjernene ble de øverst 3 cm-sjiktene analysert i tillegg til ett referansesjikt som er ca. 300 år gammelt. Følgende parametre ble analysert Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Fe, og organisk materiale. Alle analyser ble utført i henhold til Norsk Standard.

Bly, kopper og sink er de viktigste tungmetallene knyttet til forurensinger fra skytefeltet. Det ble derfor lagt vekt på å skaffe et godt bakgrunnsmateriale for disse elementene i et representativt utvalg fra abborpopulasjonene i Rundalsjøen og Østre Yglesjøen. I tillegg ble det tatt ut prøver av 15 ørret fra de lokale fiskebestandene i Røa og Ygla. Disse resultatene vil bli rapportert i den delen som omhandler biologiske forhold.

Vannkjemi.

Alle kjemiske parametre i innsjøene ble undersøkt 2 ganger i løpet av året. Den første undersøkelsen ble gjort på ettervinteren før snøsmelting, den andre på seinhøsten like før islegging. Derved ble prøvene samlet inn på samme tidspunkt som NIVA gjør for SFT i den regionale nasjonale overvåkingen av vannkvalitet. I de tre viktigste bekkene (Røa, Ygla og Otterbekken) ble det analysert fullt program på ettervinteren, vårsmeltingen, sommer, lavvannføring sommer og høst. Forøvrig ble vannmose brukt som bioindikator på metallkonsentrasjonene i bekkene; Røa, Ottersbekken, Yngleklettbekken, Granåsbekken, Stormobekken, Vesle Yngla og Yngla utløp Glåma. Det ble tatt ut prøver for analyse av Cu, Pb og Zn i vannmoser 4 ganger i løpet av den snøfrie perioden i 1993. Med fullt program på kjemiske parametre menes i denne sammenheng følgende: pH, alkalitet, ledningsevne, Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄, NO₃, Tot N, Tot P, totalt og reaktivt aluminium, farge, TOC, Pb, Cu, Zn og Fe. Alle analyser er gjort i henhold til Norsk Standard.

2. Naturgitte forhold som påvirker vannkvaliteten

2.1. Berggrunn, løsavsetninger og myrområder

Det finnes relativt detaljerte informasjoner om berggrunnsgeologien i distriktet, som også dekker de berørte områdene på Rødsmoen (Bjørlykke 1976, Elvsborg og Nystuen 1978, Sigmond et al. 1984). Med bakgrunn i dette er geologien i de undersøkte vannforekomstenes nedbørfelter vist i Fig.3. Den varierte geologien er i stor grad med på å prege vannkvaliteten. Spesielt gjelder dette skifer og kalksteinsområdene som ligger som et band fra begge Ygletjernene og inn i Røa's nedbørfelt. Dette området sammen med sandstein/skifer området nord for østre og vestre Ygletjern løser ut mer salter til vannet enn f.eks sandsteinsområdene lenger syd og rett nord for Yglekletten. Ekreskiferen ved Rundalsjøen forvitrer også relativt lett og bidrar til en noe ionerikere avrenning enn fra sandsteinsområdene.

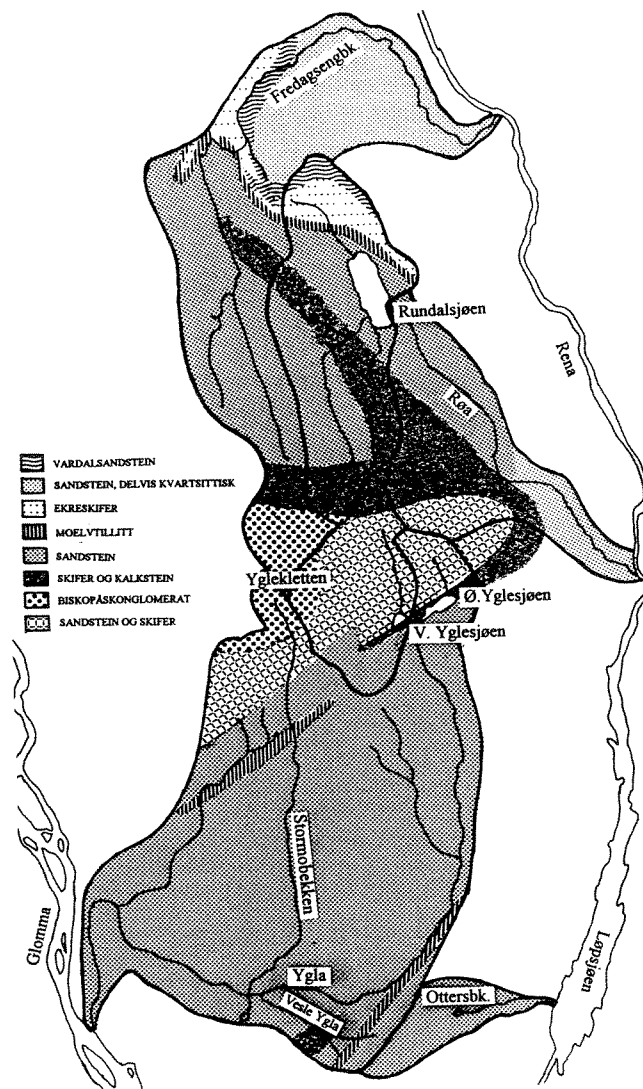


Fig.3. Oversikt over de berggrunnsgeologiske forhold i nedbørfeltene.

Løsavsetningenes karakter og mektighet er kartlagt av Østeraas (1985). Ytterligere bidrag i denne sammenheng er fremkommet ved utarbeidelsen av en georessursplan for Rødsmoen (Østeraas 1993). I denne sammenheng er den noe forenklete fremstillingen i georessursplanen nyttig for eventuelle vurderinger av endringer i vannføring og vannkvalitet langs bekkenes veg mot Rena eller Glåma (Fig.4). Noen av konklusjonene i denne rapporten gjengis nedenfor.

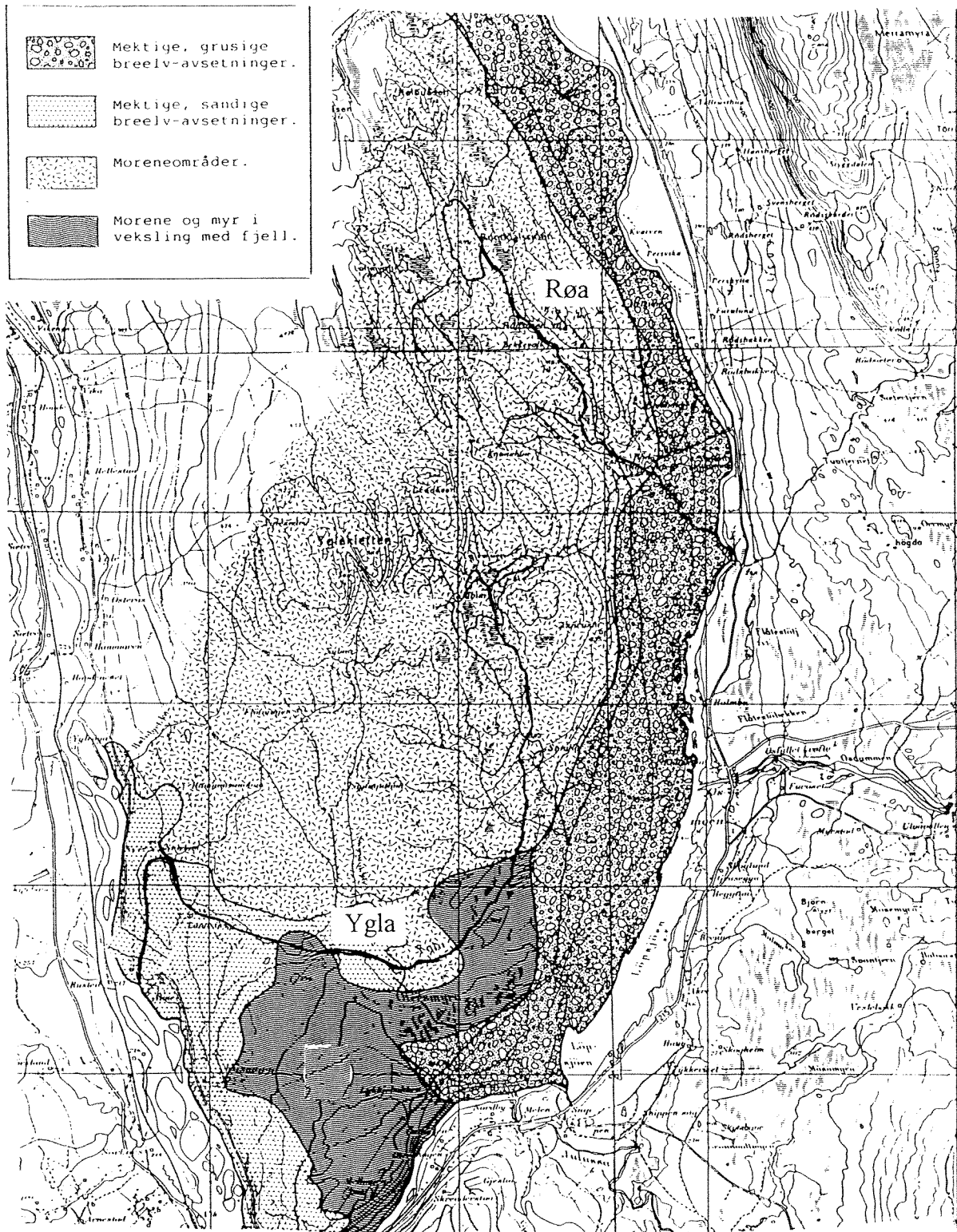


Fig.4. Kvartærgeologisk oversikt utarbeidet av Østeraas (1993).

I de høyereliggende områdene (over 300 moh) ligger bunnmorenen som er stoffrik og stedvis av stor mektighet. Det finnes ingen grunnvannsforekomster av betydning i dette området, og gran er det dominerende treslaget. Stedvis finnes betydelige myrarealer både i Ygla og Røa's nedbørfelter. I mellom de høyereliggende områder og Rena finnes en mektig grusig breelv-avsetning med store infiltrasjons-muligheter. Dette betyr at bekker som for eksempel Oterbekken, Røa og Fredagseng-bekken alle forsvinner i grunnen over disse avsetningene når vannføringen er lav. Dette skjedde også i feltperioden 1993 og betydningen av disse lokalitetene som oppvekstområder for Rena-ørret kan derfor være diskutabel. Vegetasjonen på disse avsetningene består i hovedsak av lav og furuskog.

Langs Glåma's østside fra Desetvegen til Kilde finnes også betydelige elve- og breelvavsetninger som har visse likhetstrekk med avsetningene vest for Løpsjøen. Den nedre delen av Ygla renner over disse avsetningene og en må forvente at i perioder forsvinner en del av vannføringen til grunnvanns reservoaret på denne strekningen. Det siste området som ligger syd for Ygla og mellom de store breelvavsetningene, har et tynt morenedekke og en uryddig berggrunnstopografi. Morenetykkelsen er størst i forsenkningene der de også ofte er dekket av en tynn myr. På denne morenen ligger også Otersmyra med tilstøtende myrområder, som er det største sammenhengende myrområdet på Rødsmoen syd for Ygletjenn. Oterbekken oppstår i disse myrområdene hvor det tidligere bl.a ble tatt ut torv. Myra danner skille mellom breelvavsetningene på Dulpmoen og bunnmorenen i nord.

2.2. Nedbørfelt og innsjøenes morfometri

Med de store vekslinger som en har i løsavsetningenes karakter og mektighet vil det være tilnærmet umulig å avgrense alle nedbørfeltene. De opptrukne grenser som er vist i fig.3, må derfor bare ses på som grove anslag. Det er grunn til å tro at det vannet som renner av på moene og fra fjell i høyereliggende områder, infiltrerer i breelvavsetningene og følger moreneoverflaten (som er tett og ikke vannførende) ned til grunnvannsmagasinet (Østeraas 1993). Denne forfatter antar også at grunnvannspeilet i breelvavsetningene vest for Løpsjøen ligger i nivå med denne. Dette tilsier en umetta sone på mellom 15 og 55m fra terrassekanten og vestover. Vi kan derfor konkludere med at å gjøre transportberegninger av kjemiske stoffer i bekkene på Rødsmoen er meningsløst. Diskusjonen vil derfor i hovedsak være rettet mot vannkvalitetsaspektet og sårbarhet overfor forurensninger.

Med alle forbehold har vi anslått arealet av nedbørfeltene (gitt i km²) til følgende: Ygla 21, Røa 12, Vestre Ygletjern 3, og Oterbekken 1,5. Ottertjennet, Svarttjennet og Vestre Ygletjern er alle svært grunne og små og kan egentlig ikke betraktes som innsjøer med de egenskaper som er typisk for slike vannforekomster. Rundalsjøen, Deisjøen og Østre Ygletjern har innsjøegenskaper og en del viktige forhold knyttet til disse er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Morfometriske data om innsjøene. Ao = innsjøens areal. An = nedbørfeltets areal.

	Ao (km ²)	An (km ²)	h.o.h (m)	Største dyp	An/Ao	% myr av An
Rundalsjøen	0,33	6	332	11	21	11
Deisjøen	0,25	15	391	12	60	12
Østre Ygletjern	0,06	0,9	370	6	15	8

Deisjøen har et noe større nedbørfelt enn Rundalsjøen og Ø. Ygletjern, men forøvrig er de tilnærmet like dype, har nær 10% myrandel i nedbørfeltet og ligger fra 335 til 391 meter over havet. Vannkvalitetsmessig har de også store likheter, og de skiller seg klart fra hoveddelen av de andre innsjøene i fylket (dette diskuteres senere). Dette gjør at vi kan betrakte Deisjøen som en god referansesjø for de atmosfæriske avsetninger av syrer og metaller som dette området vil bli utsatt for i fremtiden. Alle tre innsjøene er dype nok til å ha akkumulasjonsedimenter i dypområdene. Østre Ygletjern er grunt, men godt vindbeskyttet slik at sedimentene høyst sannsynlig avsettes kronologisk også i denne innsjøen. Slike sedimenter er et meget følsomt medium for kartlegging av endrede metallbelastninger fra nedbørfeltet.

3. Resultater og diskusjon

3.1. Generell vannkvalitet

Primærdata om vannkvalitet i bekkene og innsjøer er gitt i Tab. I og II i vedlegget. Variasjonsbredde og middelværdi av de viktigste kjemiske parametrene for bekkene i 1993 er vist i Fig.5.

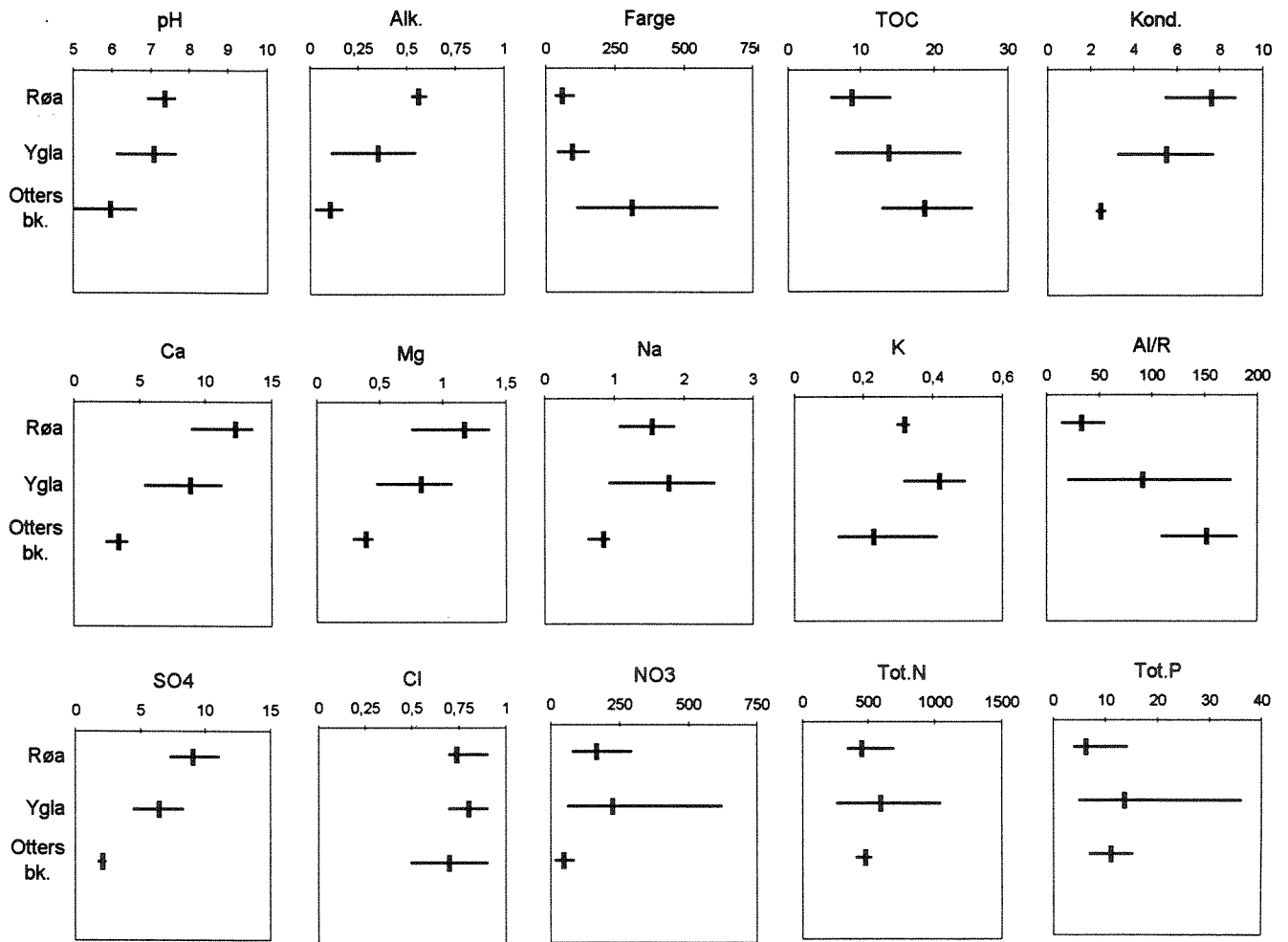


Fig.5. Middelskonsentrasjon og variasjonsbredde for kjemiske målinger i bekkene. Benevningen er som følger: alk: mmol/l, farge: mg Pt/l, kond: mS/m, og Al/R, NO₃, Tot N og Tot P som µg/l, mens resten er gitt som mg/l.

Røa er den av bekkene som har størst andel kalkstein og skifer i nedbørfeltet. Disse bergartene forvitrer relativt lett og gir en ionerik avrenning der spesielt kalsium og sulfat er de dominerende ionene. Ygla har innslag av disse bergartene kun øverst ved Yglesjøene, mens den renner videre i et sandsteinsområde som på slutten er overdekket av breelavsetninger. Dette er grunnen til at Ygla har noe lavere innhold av de ovennevnte ionene enn Røa. Oterbekken drenerer et sandsteinsområde overdekket av morene og myr og det kalkinnslaget som denne bekken får er antagelig i hovedsak fra løsavsetningene.

Det høge innholdet av kalsium og magnesium i Røa og Ygla gjør at de har god motstandsevne (høge alkalitetsverdier) overfor tilførsler av syrer (f.eks sur nedbør), nær nøytral pH og høge verdier for ledningsevne. Disse bekkene var også moderat humuspåvirket og hadde et relativt høgt innhold av nitrat og total nitrogen som i hovedsak kommer fra atmosfæriske avsetninger. Konsentrasjonene av næringsalter viser at disse bekkene har et noe høgere produksjonspotensiale enn bekker i distriktet med ionefattigere vannkvalitet. Oterbekken var sterkt preget av humussyrer som lakk ut fra Otermyra. Dette gjør at mange av de vannløselige ionene for en stor del er bundet til humussyrene. Humusrikt vann fra myrer er ofte overmettet på karbondioksyd. Dette forholdet kombinert med lave alkalitetsverdier førte til at pH-verdiene ble vesentlig lavere enn i Røa og Ygla.

Det er et fellestrekk for disse tre bekkene at vannkvaliteten ved utløpet i Rena og Glåma er svært lik den en finner i innsjøene i de respektive nedbørfeltene (Fig.6). Primærdata for innsjøene er gitt i vedlegget (Tab.II).

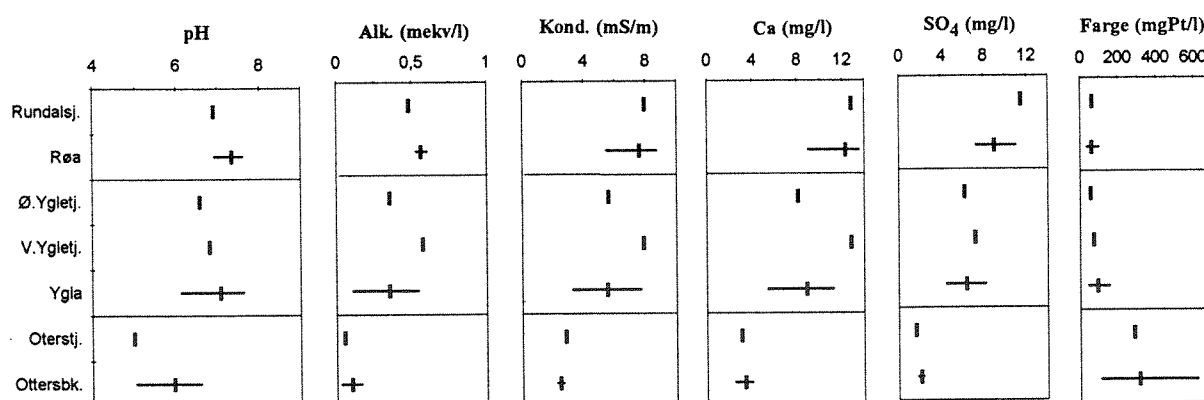


Fig.6. Vannkjemiske målinger i innsjøene og de respektive bekkene.

Yglesjøene ligger øverst i Ygla's nedbørfelt og utgjør en svært liten del av nedbørfeltet. Hvorfor vannkvaliteten ved Yglas utløp i Glåma likevel er svært lik vannkvaliteten i disse innsjøene er ikke umiddelbart innlysende. Det er mulig at det også er kalkholdige løsmasser sydøst for disse innsjøene som kan bidra med ionerik avrenning. En annen forklaring kan være at vann fra det "antatte" nedbørfeltet ikke når Ygla, men infiltreres i løsavsetningene. Dette skjer i alle fall for Røa og Oterbekken. Røa har imidlertid også innslag av kalkstein og skifer i feltet nedenfor Rundalsjøen. Det ser derfor ut for at vannkvaliteten i disse bekkene nær utløpet (i elvene) i hovedsak var preget av vannkvaliteten i de øvre deler av nedbørfeltene. Bidraget fra de nedre deler blir langt mindre enn det en skulle anta etter topografiske avgrensninger av nedbørfeltene fordi dette området består av betydelige umettede løsmasser der nedbøren infiltreres til et grunnvannspeil som kan ligge opptil 50 m under overflaten (Østeraas 1993)

Hvordan er vannkvaliteten på Rødsmoen sett i forhold til vannkvaliteten ellers i Hedmark fylke? Det som i hovedsak skiller, er at sjøene på Rødsmoen har et høyere kalsium- og sulfatinnhold enn det som er "vanlig" i fylket. Det er bare enkelte innsjøer på det såkalte "Trondheimsdekket" vest for Glåma og nord for Folla (samt noen sjøer i Mjøsområdet) som har en tilsvarende vannkvalitet (Fig. 7). Dette innebærer en bedre motstandsevne mot forurening enn det som er vanlig i fylket. De høye konsentrasjonene av sulfationer er "ledsaget" av kalsiumioner (fra kalkrik berggrunn) og ikke hydroniumioner slik som tilfellet er i sydligere deler av fylket. Sulfatinnholdet i nedbøren er en drivende kraft i forureningen i sydlige deler av fylket, mens den er uten særlig betydning på Rødsmoen. Konsentrasjonen av klorid i innsjøene avtar oftest med avstanden fra havet. Forholdet mellom sulfat og klorid er nær konstant (ca.2) i den kalkfattige delen av Hedmark hvilket peker på sulfat fra nedbøren som den viktigste kilden (Figur 8). Forholdet er imidlertid betydelig høyere for innsjøene på Rødsmoen og øst for Glåma i nord Østerdalen. Dette viser at det er de geologiske kildene for sulfat som er viktigst i disse områdene (Figur 8).

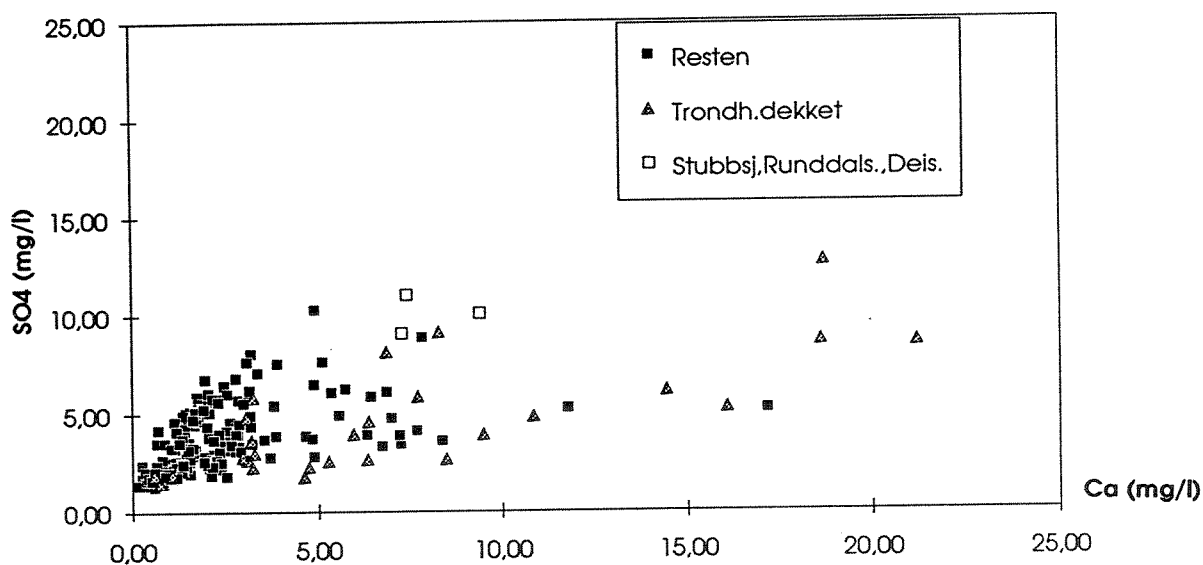


Fig. 7. Sammenhengen mellom konsentrasjon av kalsium (Ca) og sulfat (SO₄) for innsjøer i Hedmark (Rognerud 1992)

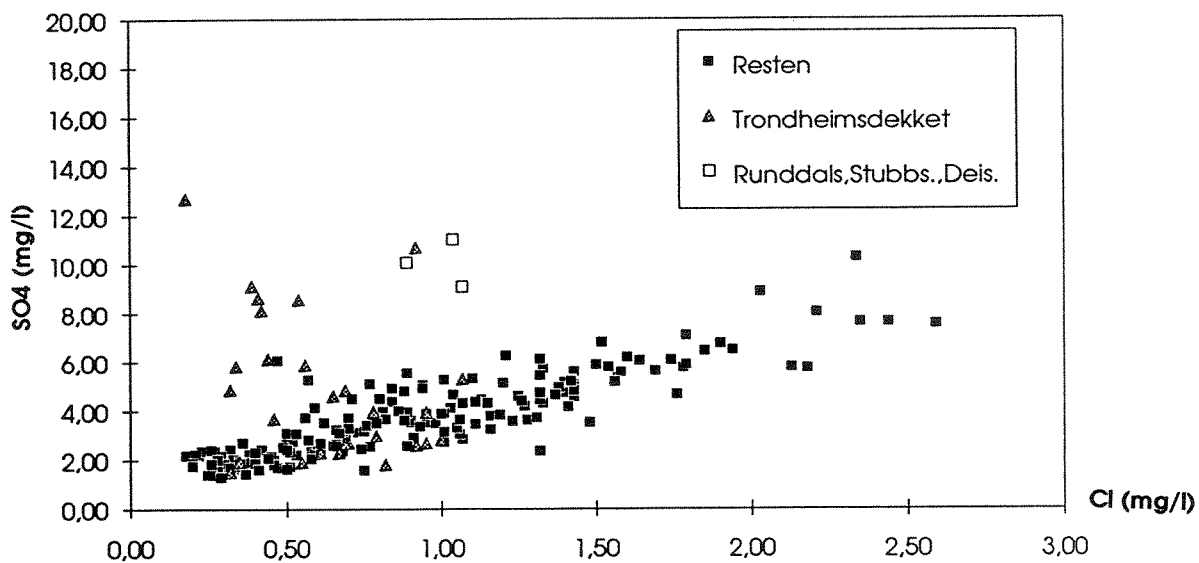


Fig. 8. Sammenhengen mellom klorid (Cl) og sulfat (SO₄) for innsjøer i Hedmark (Rognerud 1992)

3.2. Tungmetaller i vann og vannmoser

Denne undersøkelsen hadde til hensikt å klarlegge de naturlige konsentrasjoner av noen viktige tungmetaller i Røa, Ygla og Oterbekken. Minst like viktig var det imidlertid å fremskaffe bakgrunnsdata for bekkene som avvannet Ygla's øvre deler der en forventer de største deponiene av prosjektiler i forbindelse med skytefeltet. Derfor ble bekkene fra Yglekletten (her kalt Ygleklettbecken) og Granåsen (her kalt Granåsbekken) og Stormobekken undersøkt i tillegg til Vesle Ygla (Fig.2).

Konsentrasjonene av metaller i vann er oftest lave og nær deteksjongrensen for analysen. I områder med sandstein og kalkstein er de naturlige konsentrasjonene i jord av kobber, bly og sink ikke spesielt høye slik som kan være tilfelle i andre sedimentære bergarter som f.eks. alunskifer. Geokjemien i Ygla og Røa's nedbørfelter har relativt lavt innhold av de aktuelle metallene og markvannet har en god bufferkapasitet med nær nøytral pH. Dette bidrar også til at mindre metaller lekker ut enn tilfellet hadde vært hvis feltet hadde vært forsuret. Vannanalysene viser at kobber-, bly- og sink-konsentrasjonene var lavere enn deteksjongrensen for nesten alle observasjonene (Tab.I og II i vedlegget). Dette er lite tilfredsstillende når vi ønsker å tallfeste områdets bakgrunns-konsentrasjoner for disse metallene. For å få tallfestede konsentrasjoner og representative data over tid benyttet vi vannmoser fra slekten *Fontinalis* som bioindikator. Dette har følgende fordeler:

- De oppkonsentrerer metallene i eget vev på en slik måte at konsentrasjonene står i forhold til de ytre konsentrasjonene i vann. Derved unngås analytiske problemer og risikoen for kontaminering er svært liten. Oppkonsentreringen gjør at vi ut fra mosedata kan estimere vannkonsentrasjoner langt under deteksjongrensen for tradisjonelle vannanalyser.
- De gjenspeiler middelkonsentrasjonen over lengre tid (ca.2-3 uker) og gir derfor et mer representativt tidsbilde av metallkonsentrasjonene enn enkeltstående vannprøver.

Det er en forutsetning at mosene ikke eksponeres i vann som er surere enn ca. pH 5. Rødsmoens vannkvalitet var nær nøytral og godt egnet for bruk av mose som bioindikator (Rognerud er al 1992). Primærdata for analysene av tungmetallene bly, kobber og sink i vann er gitt i tabell I og II i vedlegget. Konsentrasjonen av ovennevnte metaller i mose er gitt i tabell III i vedlegget. Resultatene for moseanalysene er vist sammen med referansedata fra andre deler av landet i figur 9. Disse referansedata er hentet fra Rognerud et al. (1992).

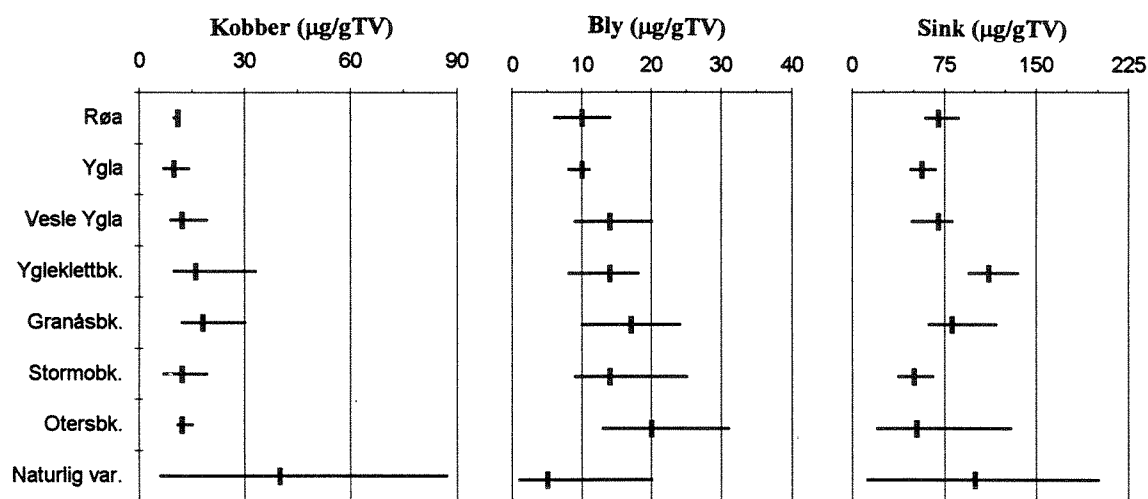


Fig.9. Middelerdi og variasjonsbredde for metallkonsentrasjoner i vannmose på Rødsmoen. Verdier i moser fra "uforurensede" områder (referanseområder) i andre deler av landet er også vist (Rognerud et al.1992)

På bakgrunn av disse resultatene kan vi trekke følgende konklusjoner.

- Det var små variasjoner for hver enkelt bekk når det gjalt konsentrasjonene av de respektive elementene i mose i løpet av den snøfrie delen av året. Det var imidlertid en tendens til noe høyere verdier for kobber og sink i slutten av juni da vannføringen var liten i bekkene.
- Det var også små forskjeller i konsentrasjoner mellom bekkene selv om blyverdiene var noe høyere i Oterbekken og sinkverdiene noe høyere i Ygleklett- og Granåsbekken. Dette har naturlige årsaker da Oterbekken var mest påvirket av humus og transport av bly nesten alltid er knyttet til humus- og fulvosyrer. De to sistnevnte bekkene drenerer et sandstein/skifer område der særlig skifrene er mer sinkholdige enn mange andre bergarter.
- Konsentrasjonene av kobber var blant de lavere verdiene som er registrert i mose fra områder som ikke er kontaminert fra andre kilder enn atmosfæren, mens sinkverdiene var nær middelveien og blyverdiene noe høyere.

NIVA har gjennom 3 år brukt vannmoser som bioindikator for måling av bly og kobberavrenningen fra militære skytefelt. Årets undersøkelser (som ennå ikke er rapportert) har vist at i områder med tilnærmet nøytral vannkvalitet var sammenhengen mellom konsentrasjoner i vann og mose av kobber og sink nær den relasjonen som gitt av Bengtson og Lithner (1981) og som tidligere også er benyttet (Rognerud et al 1992). For bly var forholdet mellom konsentrasjonene i mose og vann noe høyere i slik vannkvalitet enn tilfellet var for kobber (Figur 10).

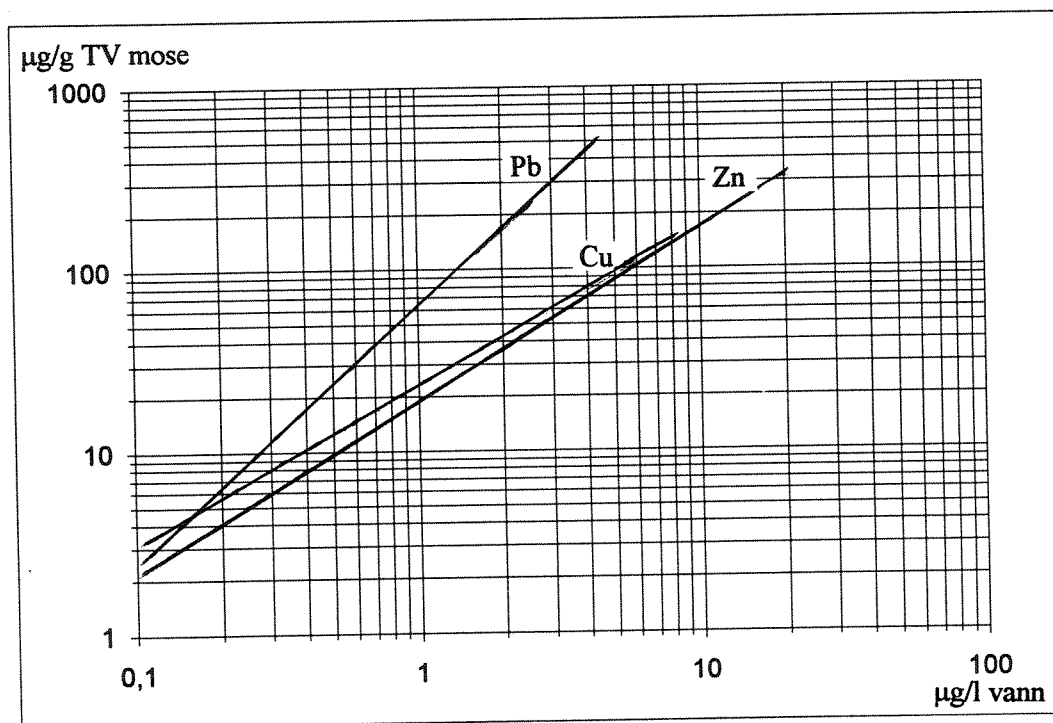


Fig. 10. Sammenhengen mellom konsentrasjoner av bly, kobber og sink i vann og vannmoser fra områder med tilsvarende vannkvalitet som på Rødsmoen.

På bakgrunn av disse sammenhengene kan vi estimere middelkonsentrasjonene til følgende (Tab.1)

Tab. 1. Estimerte middelveier (M) og variasjonsbredder nedre og øvre (Vn og Vø) for metallkonsentrasjoner i bekkene på Rødsmoen i den snøfrie delen av 1993 ut fra konsentrasjoner i vannmose.

Bekk/Element	Kobber (Cu) µg/l			Bly (Pb) µg/l			Sink (Zn) µg/l		
	Vn	M	Vø	Vn	M	Vø	Vn	M	Vø
Røa	0,4	0,5	2,0	0,2	0,3	0,3	3	4	5
Ygla	0,3	0,4	0,6	0,2	0,3	0,3	3	3	4
Vesle Ygla	0,4	0,5	0,8	0,3	0,4	0,5	3	4	5
Ygleklettbecken	0,4	0,8	1,5	0,2	0,4	0,4	5	7	8
Granåsbekken	0,5	0,8	1,4	0,3	0,4	0,5	4	5	7
Stormobekken	0,3	0,5	0,8	0,2	0,4	0,5	2	3	5
Otersbekken	0,5	0,6	0,7	0,3	0,5	0,6	1	3	7

Deteksjongrensene for vannanalysene av kobber, bly og sink var henholdsvis 0,5, 0,5 og 10 µg/l. Det var derfor et godt samsvar mellom vannanalysene og resultatene fra moseanalysene. For eksempel var alle verdiene fra vannanalysene for sink mindre enn 10 µg/l, mens vi på bakgrunn av moseverdiene kan estimere konsentrasjonene til 1-8 µg/l. Størstedelen av vannanalysene for kobber og bly var også lavere enn deteksjongrensen, mens moseprøvene viste at de var nær denne grensen dvs henholdsvis middelveier på 0,4-0,8 µg/l og 0,3-0,5 µg/l. Resultatene fra denne delen av undersøkelsen har gitt et godt datagrunnlag for å klarlegge eventuelle fremtidige endringer i metallkonsentrasjonene som følge av den militære aktiviteten. De små forskjellene mellom konsentrasjonene i de ulike bekkene gjør at enkelte av disse kan brukes som referanser også i fremtidige undersøkelser (forutsatt at det ikke deponeres prosjektiler i nedbørfeltet.)

3.3. Sedimenter

Metaller som tilføres innsjøene fra nedbørfeltet og direkte på innsjøoverflaten binder seg til partikler som siden synker ut av vannmassene og danner kronologisk avsatte bunnsedimenter. Sedimentene er ikke bare et gunstig medium for å måle endringer i metallbelastningen til innsjøen, men de kan også fortelle oss mye om forurensningshistorien. Forutsetningen er at sedimentene er såkalte akkumulasjonssedimenter dvs at de ikke resuspendes på grunn av strømkraft. Av de innsjøer og tjern som er undersøkt på Rødsmoen har Rundalsjøen, Østre Ygletjern og referansesjøen Deisjøen alle akkumulasjonssedimenter i de dypeste områdene. Ingen av disse er spesielt dype (6-11 m), men god vindbeskyttelse og lite overflateareal gjør at bevegelsene i vannmassene i dypvannet er tilstrekkelig lav til at en kontinuerlig sedimentasjon finner sted.

Innsjøene mottar kontinuerlig tilførsler av metallforurensninger fra atmosfæren. Det er derfor viktig at vi har en referansesjø i nærheten av Rødsmoen som kan fortelle oss om tidsutviklingen i disse avsetningene for dette området. En slik referansesjø bør vannkvalitetsmessig og morfometrisk være mest mulig lik de andre innsjøene. Deisjøen øst for Løpsjøen fyller disse betingelsene. Bakgrunnsdata fra sedimentene i disse innsjøene vil derfor gi gode muligheter til å skille mellom eventuelle metallforurensninger av innsjøene på Rødsmoen forårsaket av Forsvaret og det som skyldes de generelle atmosfæriske avsetninger i regionen.

Resultatene av sedimentundersøkelsen er gitt i Tab IV og V i vedlegget. Konsentrasjonene i de dypeste delene av sedimentkjernen (ca.30 cm) varierte relativt lite for de repektive innsjøene, mens verdiene for de grunne tjernene gjennomgående var lavere enn i innsjøene (Figur 11.). Dette har naturlige forklaringer og skyldes i hovedsak innsjøenes evne til å sedimentere finere partikler som også inneholder mest metaller (i grunne tjern hvirvles disse opp av vannstrømmer og føres ut i utløpet). Sedimentene på 30 cm's dyp er ca 300 år gamle og representerer en tidsperiode der atmosfæren ikke var nevneverdig forurenset av metaller. Vi tar derfor verdiene i dette sjiktet som representative for de naturlige belastninger av metaller som innsjøene utsettes for.

Konsentrasjonene i dette referansesjiktet var klart størst for sink, nær de samme for kobber, krom, bly og nikkel og klart minst for kadmium og kvikksølv (Figur 11). Verdiene er typiske for områder med sedimentære skiferholdige bergarter. Forholdet mellom sink, bly og kobber var også nær det samme som ble funnet i vannfasen for tilløpsbekkene (målt i mose).

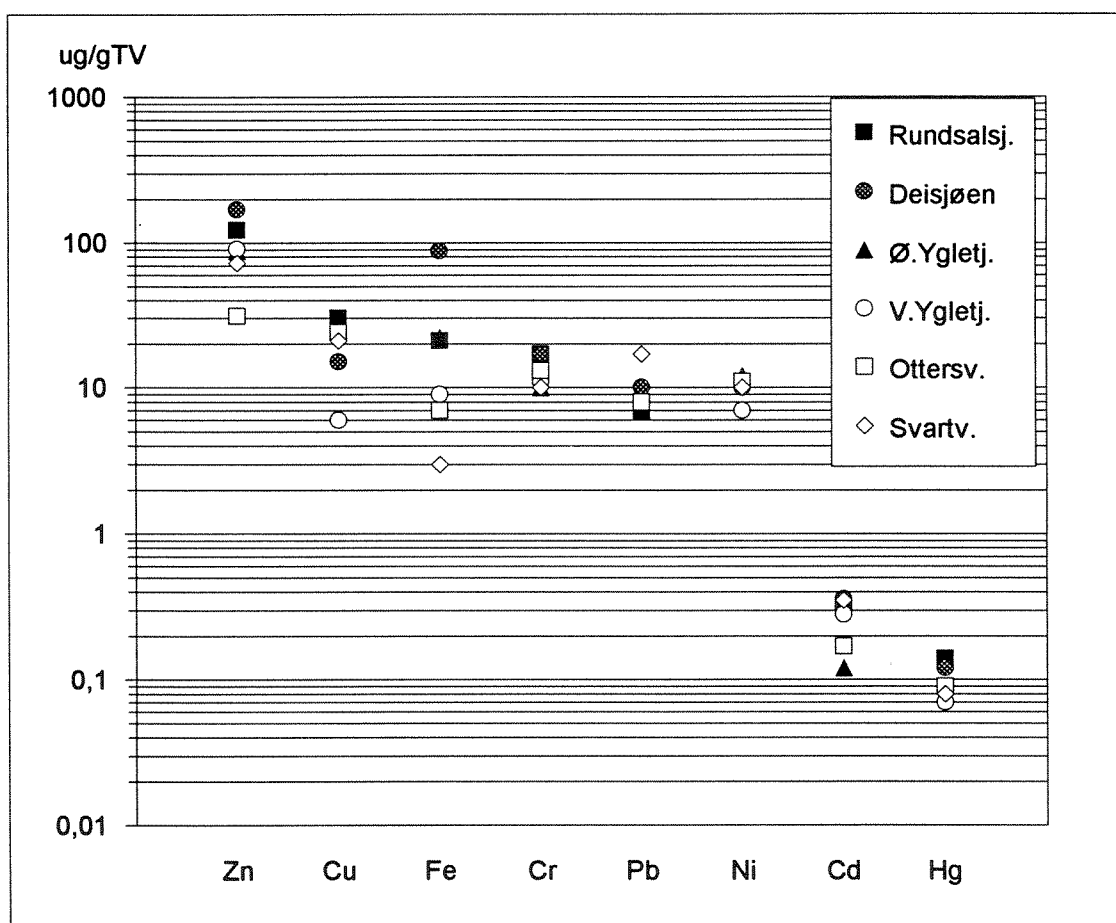


Fig.11. Konsentrasjoner av metaller i referansesedimentet (20-30 cm) fra innsjøer og tjern på Rødsmoen.

Forholdet mellom konsentrasjonen i overflatesjiktet (som er avsatt i nyere tid) og referanse-sedimentet kalles kontamineringsfaktoren. Denne gir et uttrykk for den relative økningen i konsentrasjoner oftest på grunn av forurensninger som har funnet sted for de respektive elementene. Resultatene for disse beregningene er vist i Figur 12.

Det var et betydelig påslag av atmosfæriske forurensninger for bly og kadmium, men også for kvikksølv og sink var det et lite påslag. Derimot ble det ikke registrert påslag av betydning for nikkel, krom og kobber. Dette er i hovedtrekk i overenstemmelse med resultatene fra en landsomfattende undersøkelse av innsjøsedimenter (Rognerud & Fjeld 1993). Påslag i sedimentet for bly, kvikksølv og kadmium skyldes oftest avsetninger av langtransporterte forurensninger, mens for nikkel, krom og kobber er det oftest nærliggende punktkilder som f.eks. smelteverk. Således er resultatene i god overenstemmelse med disse forhold (det er langt til smelteverk eller store søppelforbrenningsanlegg på Rødsmoen) Det er verd å merke seg at både bly og sink som er mest aktuelle i forbindelse med avrenning fra skytefeltet allerede i mange år har forurenset området på grunn av atmosfæriske avsetninger fra kilder utenfor regionen. Det er derfor viktig å skille ut betydningen av disse kildene fra eventuelt landbaserte kilder på Rødsmoen

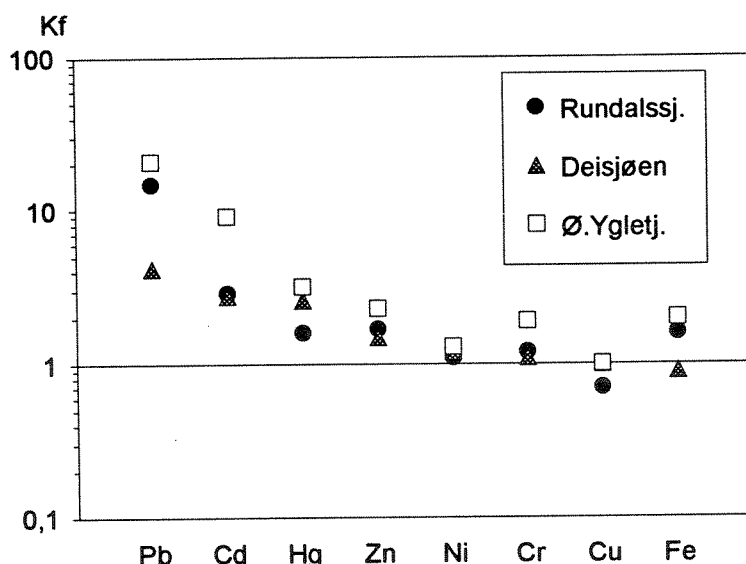


Fig. 12. Kontamineringsfaktor for ulike metaller i sedimentet for innsjøene på Rødsmoen. Denne er beregnet som forholdet mellom konsentrasjonene i overflatesjiktet og referansesjiktet.

3.4. Sårbarhet overfor forurensninger og andre inngrep.

En del slike forhold ble diskutert i vårt brev til FBT avd. Hamar datert 18/10-93 i forbindelse med utredningen om leirlokalisering på Rødsmoen (se vedlegg V). Med bakgrunn i dette vil vi peke på følgende forhold:

Ygla er en relativt liten bekk med lav vannføring i tørkeperioder. Den er derfor en svært dårlig resipient. Dette gjør at små utslipp også av diffus karakter vil få alvorlige følger for vannkvaliteten og livet i bekken.

Vannkvaliteten i Ygla (og Røa) er god og på mange måter litt atypisk for denne delen av landet. Vannet er relativt kalkholdig, har en tilnærmet nøytral reaksjon og har en svært god motstandsevne overfor forurensning. (se vedleggstabell 1). Dette gjør at bekken har en høy produksjonskapasitet, inneholder forureningsfølsomme arter og er verdifull ut fra et naturvidenskapelig synspunkt. Dette gjelder spesielt foss- og strykpartiene oppstrøms samløpet med Vesle Ygla. Denne delen har bl.a. en tett ørretbestand og svært gode rekrutteringsmuligheter. Dessuten er den nedre delen av Ygla antagelig gytebekk for Glåma-ørreten. Ygla er derfor på mange måter en liten perle i Hedmarksnaturen som det er verd å skåne mest mulig for utbygginger og etablering av boligmasse. På moen nedenfor samløpet mellom Ygla og vesle Ygla var det bygd en steindam for uttak av vann til jordbruksvanning. Vanning foregår i størst omfang i tørkeperioder når det naturlig er liten vannføring i Ygla. Dette kan ha drastiske konsekvenser for livet i bekken nedstrøms da store deler av bekken kan tørrlegges. Spesielt gjelder dette yngel for gytefisk fra Glåma.

Det som er nevnt ovenfor for Ygla gjelder også for Røa. Vannkvalitet og vannføring er relativt like i begge disse bekkene. Røa nyttes også som kilde for jordbruksvanning. Dette kombinert med de store permeable løsmassene i bekkens nedre deler gjør at vannet i tørre perioder forsvinner før det når Rena. Dette har stor betydning for bekkens evne til å fungere som oppvekstområde for ørretunger. Som en sammenfatning kan vi si at både Ygla og Røa har en god vannkvalitet som tåler mange typer forurensninger bedre enn dårlig bufret vann som er den dominerende vannkvaliteten i store deler av Hedmark. Likevel gjør den lave vannføringen spesielt i tørkeperioder at bekkene er svært følsomme overfor forurensninger. De har liten resipientkapasitet og all virksomhet som potensielt er forurensningsproduserende bør i minst mulig utstrekning foregå i umiddelbar nærhet av bekkene.

3.5. Forurensning fra skytefelt

NIVA's overvåkningsprogram for militære skytefelt har vist at oppløsningen eller korrosjonen av deponerte prosjektiler går seint, men varierer en del avhengig av de naturgitte forhold. De frigjorte metallionene som i hovedsak er bly, kobber og sink bindes i hovedsak i jorda på deponeringstedet. Dette gjør at det kun er i bekkene nærmest deponiene at konsentrasjonene er så høye at gifteffekter kan forventes. Fortynningen av vann fra upåvirkede områder og ulike bindingsmekanismer i bekkefarene gjør at områdene lenger nedstrøms deponiene enn 2-300 m ikke påvirkes nevneverdig (Rognerud 1993). Dessuten vil bevegligheten av utløste metaller også være mindre i et nedbørfelt med innslag av kalk og tilnærmet nøytralt markvann (slik som på Rødsmoen) enn f.eks. i kalkfattige områder med surt markvann (Rognerud et al. 1992). Da det aktuelle området på Rødsmoen er lite sårbart for forurensning av f.eks. sur nedbør er det lite trolig at det i fremtiden vil skje større utlekkingen av tungmetaller enn det gjør med dagens vannkvalitet.

På bakgrunn av disse erfaringene vurderer vi risikoen for betydelig transport av giftige metaller fra et eventuelt nedslagsfelt i Ygleklettområdet som relativt liten. Dersom det likevel skulle frigjøres metaller av betydning til f.eks. Ygleklett- og Granåsbekken vil de iallefall sedimentere i Ygletjernene og ikke påvirke Ygla i nevneverdig grad.

4. Litteraturliste

- Bengtsson, Å. & Lithner, G. 1981. Vattenmossa (*Fontinalis*) som mätare på metallförorening. Statens naturvårdsverk PM 1391.
- Bjørlykke, K. 1976. Rena, berggrunnsgeologisk kart 1917 II-1: 50000. NGU, Trondheim.
- Elvsborg, A. & Nystuen, J. P. 1978. Evenstad berggrunnsgeologisk kart 1917 I- M 1: 50000. NGU, Trondheim.
- Rognerud, S. & Fjeld, E. 1990. Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjø-sedimenter og kvikksølv i fisk. SFT rapport 426/90.
- Rognerud, S. 1992. Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark fylke. En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988. Rapport fra Fylkesmann i Hedmark 4/92.
- Rognerud, S. 1993. Vannforurensning fra skytefelt. Overvåkning av kobber og bly i 1992. NIVA rapport L.nr. 2884.
- Rognerud, S., Kjellberg, G. & Boye, B. 1991. Vannforurensning fra skytefelt. Del 1. enerell vurdering av bevegelighet og giftighet av tungmetaller som deponeres i skytefelt. NIVA rapport L. nr. 2668.
- Sigmond, E. M. O., Gustavson, M. & Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge-M.1:1 million. NGU, Trondheim.
- Østeraas, T. 1985. Rena 1917 II, kvartærgeologisk kart-M 1:50000. NGU, Trondheim.
- Østeraas, T. 1993. Kavaleriet til Rødsmoen. Georessursplan. Rapport GEOofuturum as.

Vedlegg

Tab.I. Vannkjemiske analyser i bekkene på Rødsmoen.

Ygla

Dato	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	TotN	TotP	Kond
1993		mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	mS/m
14/4	7,05	0,28	8,51	0,85	1,56	0,43	0,8	6,1	620	1035	14	4,22
7/5	6,13	0,11	5,42	0,48	0,93	0,49	0,7	4,5	250	820	36	3,29
28/6	7,62	0,48	10,3	0,97	2,34	0,41	0,9	8,2	63	260	5	7,08
20/7	7,45	0,54	11,2	1,07	2,43	0,44	0,9	8,0	98	335	5	7,67
28/9	7,11	0,34	8,84	0,80	1,64	0,32	0,9	5,2	88	500	8	5,40
X	7,07	0,35	8,85	0,83	1,78	0,42	0,8	6,4	223	590	13,6	5,52

Ottersbekken

Dato	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	TotN	TotP	Kond
1993		mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	mS/m
14/4	5,45	0,08	3,60	0,44	0,81	0,41	0,9	2,3	80	510	10	2,57
4/5	5,03	0,03	2,51	0,29	0,63	0,24	0,5	2,2	47	515	13	2,27
28/6	6,54	0,12	3,45	0,39	0,91	0,14	0,6	2,1	42	410	9	2,42
20/7	6,59	0,16	4,00	0,41	0,89	0,13	0,6	1,8	49	460	15	2,65
28/9	6,15	0,09	3,41	0,42	0,95	0,22	0,7	2,0	17	480	7	2,36
X	5,95	0,10	3,39	0,39	0,84	0,23	0,7	2,1	47	475	11	2,45

Røa

Dato	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	TotN	TotP	Kond
1993		mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	mS/m
14/4	7,24	0,53	13,5	1,36	1,85	0,32	0,9	11,0	210	465	4	7,47
4/5	6,93	0,53	9,0	0,76	1,08	0,31	0,7	7,3	290	685	14	5,47
28/6	7,54	0,60	13,3	1,25	1,65	0,33	0,7	10,0	151	355	5	8,57
20/7	7,45	0,60	13,4	1,31	1,63	0,33	0,7	9,2	99	345	4	8,70
28/9	7,61	0,53	12,4	1,16	1,51	0,30	0,7	7,6	80	380	4	7,81
X	7,35	0,56	12,3	1,17	1,54	0,32	0,7	9,0	166	446	6,2	7,60

Ygla

Dato	Farge	TOC	Cu	Zn	Pb	Fe	Al/R	Al/IL
1993	mgPt/l	mgC/l	ug/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
14/4	111	14,8	0,7	<0,01	<0,5	430	113	110
4/5	152	23,5	7,5	<0,01	<0,5	850	174	174
28/6	42	6,6	<0,5	<0,01	<0,5	330	21	15
20/7	43	6,7	<0,5	<0,01	<0,5	340	45	41
28/9	115	17,9	<0,5	<0,01	<0,5	380	103	97
X	93	13,9	1,6	<0,01	<0,5	466	91	87

Ottersbekken

Dato	Farge	TOC	Cu	Zn	Pb	Fe	Al/R	Al/IL
1993	mgPt/l	mgC/l	ug/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
14/4	243	23,5	1,2	<0,01	<0,5	1360	180	176
4/5	415	25,0	<0,5	<0,01	<0,5	700	179	174
28/6	111	13,0	<0,5	<0,01	<0,5	1050	113	109
20/7	620	13,4	<0,5	<0,01	<0,5	1970	109	103
28/9	168	18,5	0,6	<0,01	<0,5	790	178	178
X	311	18,7	0,5	<0,01	<0,5	1174	152	148

Røa

Dato	Farge	TOC	Cu	Zn	Pb	Fe	Al/R	Al/IL
1993	mgPt/l	mgC/l	ug/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
14/4	65	8,6	0,5	<0,01	<0,5	190	47	44
4/5	98	14,0	<0,5	<0,01	<0,5	193	54	49
28/6	35	5,9	<0,5	<0,01	<0,5	63	14	11
20/7	35	6,4	<0,5	<0,01	<0,5	61	15	11
28/9	61	9,3	<0,5	<0,01	<0,5	104	33	13
X	59	8,8	<0,5	<0,01	<0,5	122	33	26

Tab.II. Middelverdier av vannkvalitetsmålinger i innsjøer og bekker på Rødsmoen.

Dato	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	TotN	TotP	Kond
1993		mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	mS/m
Rundal	6,91	0,48	12,8	1,26	1,62	0,35	1,0	11,5	155	570	7	7,93
Røa	7,35	0,56	12,3	1,17	1,54	0,32	0,7	9,0	166	446	6,2	7,60
Ø.Ygle	6,57	0,35	8,09	0,98	1,56	0,38	1,1	6,2	260	690	7	5,59
V.Ygle	6,81	0,57	12,8	1,06	1,72	0,47	1,0	7,2	385	685	7	7,86
Ygla	7,07	0,35	8,85	0,83	1,78	0,42	0,8	6,4	223	590	13,6	5,52
Ottersstj	4,98	0,05	3,11	0,43	0,79	0,48	1,1	1,6	44	550	9	2,83
Ottersb	5,95	0,10	3,39	0,39	0,84	0,23	0,7	2,1	47	475	11	2,45

Dato	Farge	TOC	Cu	Zn	Pb	Fe	Al/R	Al/IL
1993	mgPt/l	mgC/l	ug/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Rundalsj	63	10,5	1,6	<0,01	<0,5	93	28	28
Røa	59	8,8	<0,5	<0,01	<0,5	122	33	26
Ø.Ygletj	54	9,1	8,1	0,01	<0,5	23	43	39
V.Ygletj	71	8,7	12,8	<0,01	<0,5	310	25	24
Ygla	93	13,9	1,6	<0,01	<0,5	466	91	87
Ottertj.	284	28,5	1,2	<0,01	0,6	1270	147	130
Ottersb.	311	18,7	0,5	<0,01	<0,5	1174	152	148

Tab.III. Konsentrasjoner av metaller i vannmose.

	Kobber (Cu)					Bly (Pb)					Sink (Zn)				
	28/6	20/7	25/8	28/9	X	28/6	20/7	25/8	28/9	X	28/6	20/7	25/8	28/9	X
Røa	(61)	11	10	11	11	14	6	10	8	10	86	59	63	72	70
Ygla	14	11	7	8	10	9	8	11	11	10	60	47	50	67	56
Vesle Ygla	19	11	9	10	12	10	9	15	20	14	81	78	48	74	70
Ygleklettbk.	33	11	10	10	16	14	8	16	18	14	113	135	95	102	111
Granåsbk.	30	17	12	12	18	24	10	15	20	17	74	62	70	117	81
Stormobk.	19	11	7	11	12	9	11	9	25	14	56	65	40	37	50
Otersbk.	(87)	15	11	11	12	16	13	20	31	20	129	37	20	21	52

Tab. IV. Konsentrasjoner av metaller i sedimentet for innsjøer og tjern på Rødsmoen.

Analysevariabel	PrDato	Merking	Cd-Sm µg/g	Cr-Sm µg/g	Cu-Sm µg/g	Fe-Sm mg/g NS4770,4	Hg-Sm µg/g Intern	Ni-Sm µg/g NS4780,4	Pb-Sm µg/g NS4780,4	Zn/Fl-Sm µg/g
Enhet										
Metode										
001	V.Ygletj	I 0-1	0.32	12.0	6.38	11.2	0.07	8.20	10.5	142
002	V.Ygletj	I 1-2	0.31	26.6	6.42	12.0	0.06	7.70	10.1	78
003	V.Ygletj	I 2-3	0.31	11.8	6.12	11.4	0.06	8.14	10.4	76
004	V.Ygletj	I 10-11	0.28	11.4	5.95	9.31	0.07	7.32	8.11	91
005	Deisj.	I 0-1	1.00	17.8	15.8	83.5	0.31	11.8	41.5	251
006	Deisj.	I 1-2	0.91	18.9	15.4	71.1	0.29	12.2	51.4	245
007	Deisj.	I 2-3	0.94	20.9	17.1	68.7	0.30	11.9	62.6	237
008	Deisj.	I 27-29	0.36	17.3	15.4	88.8	0.12	10.4	10.3	170
009	Otttertj	0-1	0.23	16.0	18.0	7.41	0.10	9.31	17.6	52
010	Otttertj	1-2	0.22	14.5	18.7	7.67	0.11	11.4	16.7	52
011	Otttertj	2-3	0.21	11.1	17.7	7.09	0.10	10.6	15.5	51
012	Otttertj	21-23	0.17	12.7	23.6	6.72	0.09	10.7	8.52	31
013	Svarttj	0-1	0.38	12.1	21.9	3.40	0.09	10.6	18.4	78
014	Svarttj	1-2	0.38	12.1	21.7	3.38	0.10	10.1	19.0	77
015	Svarttj	2-3	0.37	11.5	21.1	3.07	0.08	9.99	19.4	69
016	Svarttj	13-15	0.35	10.5	21.0	2.96	0.08	10.2	17.1	73
017	Rundalsjøen	I 0-1	1.14	23.6	21.7	34.8	0.19	11.1	72.5	214
018	Rundalsjøen	I 1-2	1.19	22.0	22.0	48.7	0.19	11.4	98.4	219
019	Rundalsjøen	I 2-3	0.76	20.4	24.1	45.0	0.13	11.6	81.4	181
020	Rundalsjøen	I 13-15	0.25	19.1	24.8	29.2	0.14	9.84	18.8	134
021	Rundalsjøen	II 0-1	0.94	21.1	21.1	33.6	0.22	12.0	104	213
022	Rundalsjøen	II 1-2	1.15	20.6	20.6	33.2	0.21	11.4	126	214
023	Rundalsjøen	II 2-3	1.10	17.6	21.1	29.6	0.20	11.5	129	210
024	Rundalsjøen	II 19-21	0.32	17.3	29.9	21.3	0.14	11.1	7.34	123
025	Rundalsjøen	III 0-1	0.95	17.2	22.5	27.1	0.21	12.6	95.5	219
026	Rundalsjøen	III 1-2	0.77	14.0	20.1	26.0	0.20	12.0	104	231
027	Rundalsjøen	III 2-3	0.54	13.4	19.9	25.6	0.26	11.5	124	203
028	Rundalsjøen	III 19-21	0.32	13.1	39.2	15.2	0.21	11.2	5.01	129
029	Ø.Ygletj	I 0-1	1.06	16.5	32.7	38.7	0.33	15.2	154	186
030	Ø.Ygletj	I 1-2	1.37	14.8	27.4	36.5	0.93	14.5	190	213
031	Ø.Ygletj	I 2-3	1.25	15.0	26.2	29.6	0.67	16.5	191	223
032	Ø.Ygletj	I 31-33	0.16	10.3	25.1	20.0	0.10	11.6	6.42	82
033	Ø.Ygletj	II 0-1	1.10	19.3	25.8	44.3	0.29	15.6	146	206
034	Ø.Ygletj	II 1-2	1.08	15.3	24.5	34.7	0.30	14.9	190	375
035	Ø.Ygletj	II 2-3	0.65	16.1	24.2	30.0	0.23	13.6	153	171
036	Ø.Ygletj	II 27-29	0.12	10.4	25.0	22.0	0.09	12.0	6.55	88.5
037	Ø.Ygletj	III 0-1	0.55	17.6	25.5	49.8	0.50	14.0	104	157
038	Ø.Ygletj	III 1-2	0.99	15.9	25.9	45.4	0.33	15.0	181	195
039	Ø.Ygletj	III 2-3	0.91	14.3	25.0	35.2	0.31	14.8	180	198
040	Ø.Ygletj	III 27-29	0.09	10.1	35.8	22.6	0.10	11.5	20.8	94

Tab.V. Innholdet av organisk materiale (glødetap) i sedimentet for innsjøer og tjern på Rødsmoen.

Glødetap - sedimentprøver fra Rødsmoen 1993						
Alle vekter i gram						
Lokalitet, dyp, dato	cm	Prøvenr.	Begervekt	Tørt m.+beg	Glød m.+b	% Glødet.
Rundalsj. I, 8.5m, 14/4-93	0 - 1	219	0,2521	0,3211	0,2938	39,6
	1 - 2	220	0,3036	0,3980	0,3611	39,1
	2 - 3	221	0,2557	0,3283	0,2984	41,2
	13 - 15	222	0,2485	0,3342	0,2978	42,5
Rundalsj. II, 11m	0 - 1	223	0,2484	0,3085	0,2853	38,6
	1 - 2	224	0,2522	0,3402	0,3059	39,0
	2 - 3	225	0,2588	0,3437	0,3108	38,8
	19 - 21	226	0,2271	0,3785	0,3184	39,7
Rundalsj. III, 10.5m	0 - 1	227	0,2471	0,3328	0,3002	38,0
	1 - 2	228	0,2544	0,3200	0,2952	37,8
	2 - 3	229	0,2506	0,3035	0,2835	37,8
	19 - 21	230	0,2414	0,3402	0,3006	40,1
Otterstj., 1.5m, 15/4-93	0 - 1	231	0,2534	0,2831	0,2670	54,2
	1 - 2	232	0,2249	0,2643	0,2407	59,9
	2 - 3	233	0,2263	0,2755	0,2482	55,5
	21 - 23	234	0,2202	0,3338	0,2692	56,9
Vestre Ygletj. I, 1m, 15/4-93	0 - 1	235	0,2103	0,2638	0,2459	33,5
	1 - 2	236	0,2031	0,2437	0,2295	35,0
	2 - 3	237	0,2159	0,2656	0,2489	33,6
	10 - 11	238	0,2264	0,2800	0,2617	34,1
Vestre Ygletj. II, 1m	0 - 1	239	0,2480	0,3012	0,2843	31,8
	1 - 2	240	0,3006	0,3468	0,3318	32,5
	2 - 3	241	0,2278	0,2819	0,2637	33,6
	33 - 35	242	0,2256	0,2927	0,2711	32,2
Østre Ygletj. I, 6m, 15/4-93	0 - 1	243	0,2117	0,2483	0,2266	59,3
	1 - 2	244	0,2535	0,2735	0,2617	59,0
	2 - 3	245	0,2569	0,2956	0,2727	59,2
	31 - 33	246	0,2210	0,2890	0,2522	54,1
Østre Ygletj. II, 6.5m	0 - 1	247	0,2608	0,2981	0,2773	55,8
	1 - 2	248	0,2497	0,2947	0,2676	60,2
	2 - 3	249	0,2646	0,3306	0,2911	59,8
	27 - 29	250	0,2630	0,3597	0,3109	50,5
Østre Ygletj. III, 6.5m	0 - 1	251	0,2599	0,3063	0,2800	56,7
	1 - 2	252	0,2708	0,3181	0,2901	59,2
	2 - 3	253	0,2854	0,3163	0,2978	59,9
	27 - 29	254	0,2582	0,3518	0,2994	56,0
Svarttjern, 1.5m, 22/4-93	0 - 1	255	0,2822	0,2931	0,2850	74,3
	1 - 2	256	0,2806	0,3286	0,2932	73,8
	2 - 3	257	0,2608	0,2877	0,2677	74,3
	13 - 15	258	0,2642	0,3340	0,2809	76,1
Deisjøen I, 10 m, 4.6.93	0 - 1	271	0,2487	0,2822	0,2680	42,4
	1 - 2	272	0,2417	0,2857	0,2684	39,3
	2 - 3	273	0,2544	0,2966	0,2794	40,8
	27 - 29	274	0,2442	0,3059	0,2777	45,7
Analysert 18.6.93						

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2477-7