

NIVA



RAPPORT LNR 4665-2003

Overvåking av
vannkvalitet i
Regionfelt Østlandet
Årsrapport for 2002



*Deia. Et typisk eksempel for vannforekomstene
i det innsjøfattige området som utgjør Regionfelt Østlandet*

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Overvåking av vannkvalitet i Regionfelt Østlandet. Årsrapport for 2002.	Løpenr. (for bestilling) 4665-2003	Dato April 2003
	Prosjektnr. Undernr. O-21959	Sider Pris 32
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik og Sigurd Rognerud	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Forsvarsbygg, Utbyggingsprosjekt Østerdalen	Oppdragsreferanse Are Vestli
---	---------------------------------

Sammendrag Undersøkelsen omfatter målinger over 3 år av vannkvaliteten i bekker og elver med tilknytning til Regionfelt Østlandet (RØ). Resultatene danner grunnlag for en statusbeskrivelse av situasjonen før feltet bygges ut. I 2002 ble 10 elve- og bekkelokaliteter undersøkt mht. generell vannkvalitet, hovedioner og næringssalter samt metaller i vann og vannmoser. De store myrarealene i området fører til at mange av vannforekomstene har betydelig brunfarget vann (høyt humusinnhold). De fleste lokalitetene hadde svakt surt vann (pH 6-7) og relativt god bufferevne mot forsurening. Konsentrasjonen av bly i vann i området er sterkt influert av atmosfæriske forurensninger som er akkumulert i humussjiktet, mens geologiske kilder er dominerende for kobber, sink og barium. Lokaliteten i Rena var markert forurenset av kobber som følge av tilførsler av gruveforurenset vann fra Glåmas nedbørfelt som overføres til Rendalen via vannkraftreguleringen. Forøvrig var konsentrasjonene av kobber og bly stort sett lave. Konsentrasjonene (medianverdiene) av jern, strontium, barium, sink, krom og arsen var til dels betydelig høyere i RØ enn medianverdiene for hele landet, noe som vesentlig skyldtes lokale geologiske og klimatiske forhold. Målingene av metaller i moser viste at lokalitetene i RØ hadde konsentrasjoner på nivå med det som kan forventes i områder uten lokale forurensningskilder og med denne typen geologi. Konsentrasjonene av kobber og bly i moser var betydelig lavere enn det som observeres i forurensete bekker som drenerer noen av Forsvarets etablerte skytefelt.
--

Fire norske emneord 1. Militært skytefelt 2. Overvåking 3. Vannkvalitet 4. Metaller	Fire engelske emneord 1. Military shooting range 2. Monitoring 3. Water quality 4. Metals
---	---

Sigurd Rognerud
Prosjektleder

Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder

Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

Overvåking av vannkvalitet i Regionfelt Østlandet.

Årsrapport for 2002

Forord

Denne rapporten omhandler vannkvalitet i bekker og elver som vil bli berørt ved utbyggingen av Regionfelt Østlandet (RØ) i Åmot kommune i Hedmark. NIVA gjennomførte basisundersøkelser i vassdragene i det aktuelle området i 2000 med bidrag fra NINA og ICG, og videreførte undersøkelsene med første års overvåking i 2001. Resultatene fra disse undersøkelsene danner grunnlaget for konsekvensutredningen over temaet "vann og grunn, inklusive dyreliv i vann" som ble rapportert høsten 2001. Temautredningen omfatter også en skisse til et opplegg for overvåking som skal følges i anleggsfasen og når feltet tas i bruk. Overvåkingen i 2002 har omfattet undersøkelser av vannkvalitet inklusive metaller i vann og vannmoser i til sammen 10 bekke- og elvelokaliteter i det aktuelle området.

Oppdragsgiver for prosjektet er Forsvarsbygg, Utbyggingsprosjekt Østerdalen, og kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Are Vestli. Sigurd Rognerud har vært prosjektleder for NIVA. Alle analyser av vann og vannmoser har vært utført ved NIVAs akkrediterte laboratorium i Oslo. Innsamling av prøver, databearbeiding og rapportering er utført av Jarl Eivind Løvik og Sigurd Rognerud ved NIVA Østlandsavdelingen.

Ottestad, 29. april 2003

Sigurd Rognerud

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Materiale og metoder	6
3. Resultater og diskusjon	8
3.1 Generell vannkvalitet	8
3.2 Metaller i vann	10
3.3 Metaller i moser	14
4. Sammenfattende diskusjon	16
5. Litteratur	19
6. Vedlegg	20

Sammendrag

Hovedmålsettingen med overvåkingen i Regionfelt Østlandet (RØ) er å dokumentere eventuelle endringer i vannkvaliteten både som følge av anleggsarbeider i utbyggingsperioden og som følge av skyte- og øvingsaktiviteter i driftsperioden. I 2002 ble vannprøver og prøver av vannmoser samlet inn fra i alt 10 lokaliteter i elver og bekker med tilknytning til RØ. Overvåkingen bygger videre på de undersøkelsene som ble utført i forbindelse med konsekvensutredningen i 2000-2001. Til sammen utgjør resultatene fra disse 3 årene med undersøkelser et godt grunnlag for beskrivelse av tilstanden i vassdragene før utbyggingen starter. De første anleggsarbeidene ble påbegynt på senhøsten i 2002, etter at vår prøvetaking var avsluttet. Målingene i 2002 omfattet generell vannkvalitet inklusive hovedioner og næringssalter, samt metaller i vann og vannmoser.

Vannkvaliteten i RØ gjenspeiler i hovedsak naturforholdene i området. Det er store myrreoler innenfor flere av bekkenes nedbørfelter, og dette gir mye brunfarget vann på grunn av løste humusforbindelser. Av de lokalitetene som ble undersøkt i 2002, var Trøbekken, Østre Æra og Svartbekken mest humuspåvirket. Men også Vesterengbekken, Vestre Æra, utløpet fra Flåtestøtjernet, Dønna og Deia hadde dårlig vannkvalitet med hensyn til humusinnhold (jfr. SFT 1997). De fleste lokalitetene hadde svakt surt vann (pH 6-7) og relativt god bufferevne mot forsurening. Næringssaltene fosfor og nitrogen er i stor grad bundet i organisk materiale (humus) i RØ's bekker og elver. Det vil si at relativt høye verdier av fosfor i en del lokaliteter (f.eks. Svartbekken, Østre Æra og Trøbekken) ikke nødvendigvis fører til økt algevekst, men heller er et uttrykk for mer næringstilgang for bakterier og bunndyr.

Konsentrasjonen av metaller i vann fra områdene i RØ er et resultat av utløsning av metaller fra mineraler i berggrunn og løsmasser samt atmosfæriske avsetninger, modifisert av viktige vannkjemiske forhold som pH og humusinnhold. Konsentrasjonene (medianverdiene) av jern, strontium, barium, sink, krom og arsen var høyere i RØ enn medianverdiene for hele landet fra en nasjonal undersøkelse av metaller i ferskvann (Skjelkvåle et al. 1999), men stemmer godt overens med det regionale mønsteret fra den nasjonale undersøkelsen. For kobber, nikkel, bly og kobolt var medianverdiene i RØ på omtrent samme nivå som i den nasjonale undersøkelsen. Vi fant en god sammenheng mellom bly i vann og humuskonsentrasjonen (TOC), noe som indikerte at bidraget fra geologiske kilder var beskjedent. Kobber viste også en tendens til svak økning med TOC, men sammenhengen var ikke like tydelig som for bly. Konsentrasjonene av kobber, sink og bly var i hovedsak lave, med unntak av kobber på stasjonen i Rena. Vurdert i henhold til SFT's vannkvalitetskriterier var Rena markert forurenset av kobber. Årsaken til dette er høyst sannsynlig at elva tilføres vann fra øvre deler av Glåma som forurenses fra tidligere gruvevirksomhet i Røros-distriktet og i Nord-Østerdalen. Dette er trolig også årsaken til at Rena hadde betydelig høyere konsentrasjoner av sink og barium enn de andre lokalitetene. Forøvrig har innholdet i berggrunn og løsmasser i de enkelte nedbørfeltene stor betydning for konsentrasjonene av disse metallene i vannforekomstene. Generelt viste sink en tendens til økte konsentrasjoner i de sureste lokalitetene som følge av økt utløsning fra berggrunn og løsmasser i surt miljø.

Sammenhengene mellom kobber i vann og vannmoser og mellom bly i vann og moser var relativt gode, mens de tilsvarende sammenhengene for sink og barium var mindre gode. Da mosene gjenspeiler vannkvaliteten over hele eksponeringsperioden, kan dette være forklaringen på at en i enkelte tilfeller får en mindre god overenstemmelse med resultater fra vannprøver basert på stikkprøver, som bare representerer øyeblikksbilder av tilstanden i vassdraget. Konsentrasjonene av kobber i vannmoser i RØ var ca. 1-20 % av konsentrasjonene i forurensete bekker som drenerer noen av Forsvarets etablerte skytebaner (Rognerud og Bækken 2002). Lokaliteten i Rena hadde de høyeste konsentrasjonene også i moser. Målinger av metallkonsentrasjoner i vann og moser i RØ vil til sammen representere et godt verktøy for å dokumentere eventuell økt utlekking av kobber og andre metaller når skyte- og øvingsfeltet tas i bruk.

1. Innledning

Hensikten med overvåkingen i Regionfelt Østlandet (RØ) er å fange opp eventuelle endringer i vannkvaliteten både som følge av anleggsarbeider i utbyggingsperioden og som følge av skytefeltaktiviteter i driftsperioden. NIVA Øslandsavdelingen ble bedt om å utarbeide et forslag til program for undersøkelser i berørte bekker og elver våren 2002, og et revidert program ble sendt Forsvarsbygg, Utbyggingsprosjekt Østerdalen den 7. juni 2002.

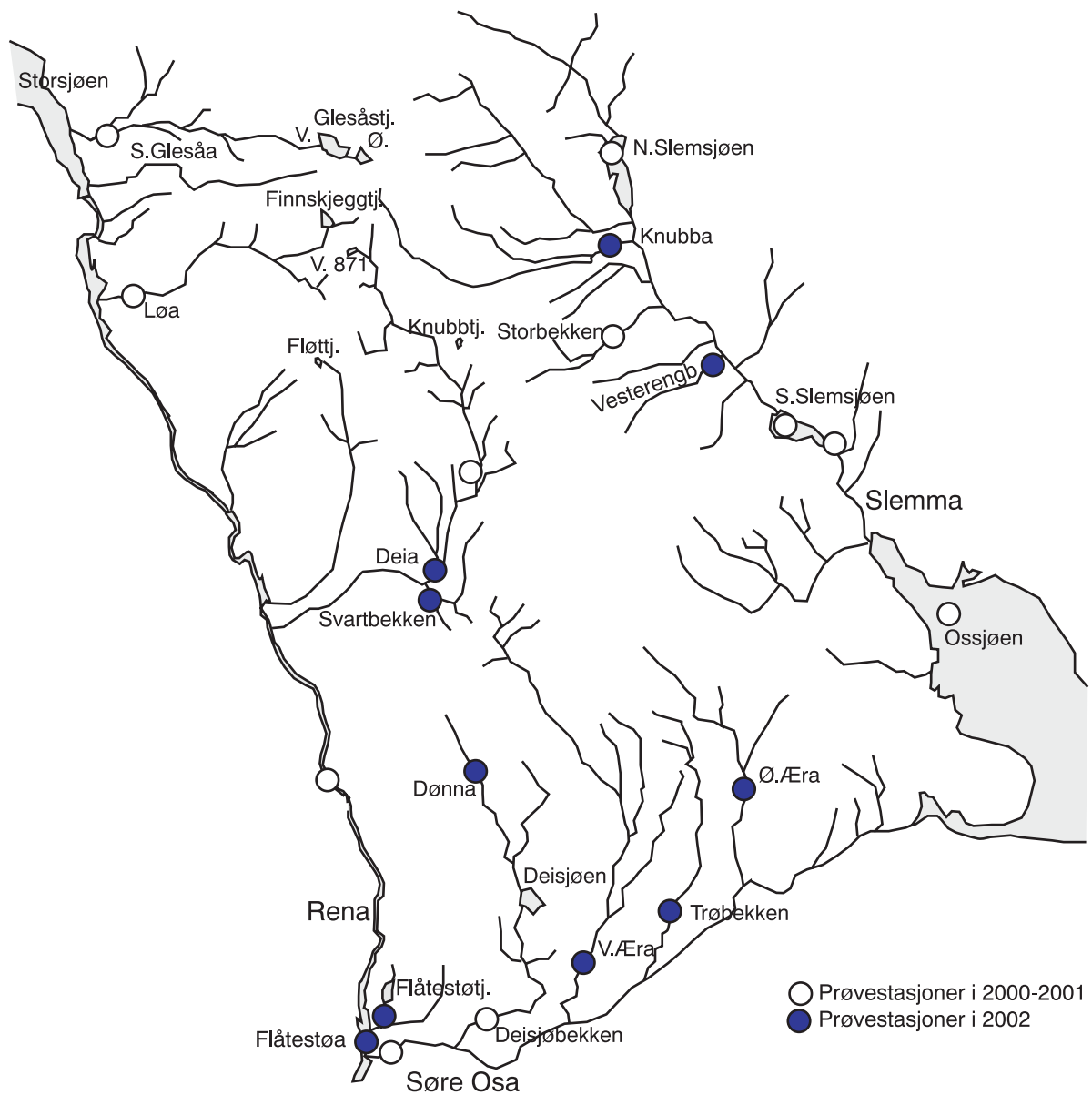
Undersøkelsene som ble gjennomført i forbindelse med konsekvensutredningen i 2000-2001 (Rognerud et al. 2001a og b), utgjør en viktig del av vurderingsgrunnlaget for overvåkingen. Overvåkingen i 2002 skal kunne gi en god og utfyllende dokumentasjon av situasjonen med hensyn til vannkvalitet i bekker og elver før anleggsarbeidene starter og før feltet tas i bruk. Undersøkelsene omfatter prøver og analyser av generell vannkjemi, hovedioner og næringssalter med tanke på utvasking som skyldes avskoging, graving, sprengning, erosjon m.m. Slike målinger vil også kunne være aktuelle i driftsfasen på grunn av faren for erosjon og økt utvasking som følge av kjøring med tynge kjøretøyer. I tillegg omfatter programmet målinger av metallavrenningen for å fange opp eventuelle effekter av deponeringen av prosjektiler i feltet. Målingene i 2002 ble gjort for å få en best mulig statusbeskrivelse med hensyn til variasjonen i konsentrasjoner av metaller i ulike deler av området og fra år til år, før feltet tas i bruk. Alle prøver er innsamlet før de første anleggsarbeidene startet på senhøsten 2002.

Erfaringsmessig er det særlig avrenningen av bly, kobber, sink, antimon og barium som har vist seg å øke i bekker som drenerer feltskytebaner (Rognerud og Bækken 2002). Bly vil bli benyttet i langt mindre utstrekning i RØ sammenlignet med i eldre skytefelt, men det vil bli brukt noe blyholdig ammunisjon også her. Målingene i 2002 omfatter disse 5 metallene samt arsen, aluminium, vismut, kobolt, krom, jern, molybden, nikkel, tinn, strontium og wolfram. På grunnlag av oppgaver over antall skudd pr. år og spesifikt innhold i ulike typer prosjektiler er det gjort beregninger over hvor store de årlige depositionsene av metaller vil bli (Rognerud et al. 2001b, NIVA 2002). I utslippssøknaden til SFT er det søkt om årlig deponisjon av følgende mengder i RØ (utenom Rødsmoen): Ca. 22.000 kg kobber, ca. 1.550 kg sink, ca. 280 kg kobolt, ca. 170 kg bly, ca. 31 kg krom, ca. 14 kg titan, ca. 13 kg antimon og ca. 6 kg nikkel. Det er sannsynligvis de betydelige depositionsene av kobber som vil utgjøre den største miljørisikoen, og det er nedbørfeltene til Østre Æra, Deia, Knubba, Vestre Æra og Svartbekken som trolig vil få de største depositionsene når feltet blir fullt utbygd.

2. Materiale og metoder

Prøver av vann og vannmoser (*Fontinalis* spp.) ble samlet inn fra i alt 10 lokaliteter i bekker og elver i 2002. Plasseringen av stasjonene er vist i Fig. 1, og UTM-koordinater er gitt i Tab. 1. For vurdering av generell vannkvalitet, hovedioner og næringssalter ble det samlet inn 4 prøver fra hver lokalitet i perioden juni-oktober. Prøver for bestemmelse av konsentrasjoner av metaller i vann og vannmoser ble samlet inn 3 ganger i samme periode. Vannprøvene ble samlet inn manuelt og fylt på spesialvaskede plastflasker tilsendt fra laboratoriet. Prøver av vannmoser ble i hovedsak tatt fra stedegne bestander, men for enkelte av lokalitetene var det nødvendig å sette ut bunter av moser knyttet til stein eller kvister. Disse stod ute minimum 2 uker før innhøsting. Mosene ble skylt og lufttørket innen kort tid etter innsamling. Friske, grønne årsskudd (1-5 cm) ble klippet av og bearbeidet videre for analyse. Forøvrig er metoden den samme som den som benyttes i forbindelse med overvåking av metallavrenning fra Forsvarets skytefelt (Rognerud og Bækken 2002). Moser har vist seg å gi god informasjon om den biotilgjengelige delen av metallkonsentrasjonen i vann. Samtidig

gir de et integrert bilde av konsentrasjone over en lengre tidsperiode (flere uker), mens vannprøver først og fremst gir et øyeblikksbilde av situasjonen. Alle analyser er utført ved NIVAs akkrediterte laboratorium i Oslo. En oversikt over analysemetoder er gitt i vedlegget.



Figur 1. Oversikt over vassdrag i og omkring Regionfelt Østlandet, med prøvestasjoner.

Tabell 1. Kartsoner og UTM-koordinater for prøvetakingsstasjoner i 2002.

Lokalitet	Sone	UTM nord-sør	UTM øst-vest
Knubba	32	680760	63970
Vesterengbekken	32	680455	64195
Østre Æra	32	679440	64305
Trøbekken	32	679090	64120
Vestre Æra	32	678960	63905
Rena ved Flåtestøa	32	678795	63385
Utløp Flåtestøtjernet	32	678905	63425
Dønna	32	679330	63715
Svartbekken	32	679920	63525
Deia	32	679940	63540

3. Resultater og diskusjon

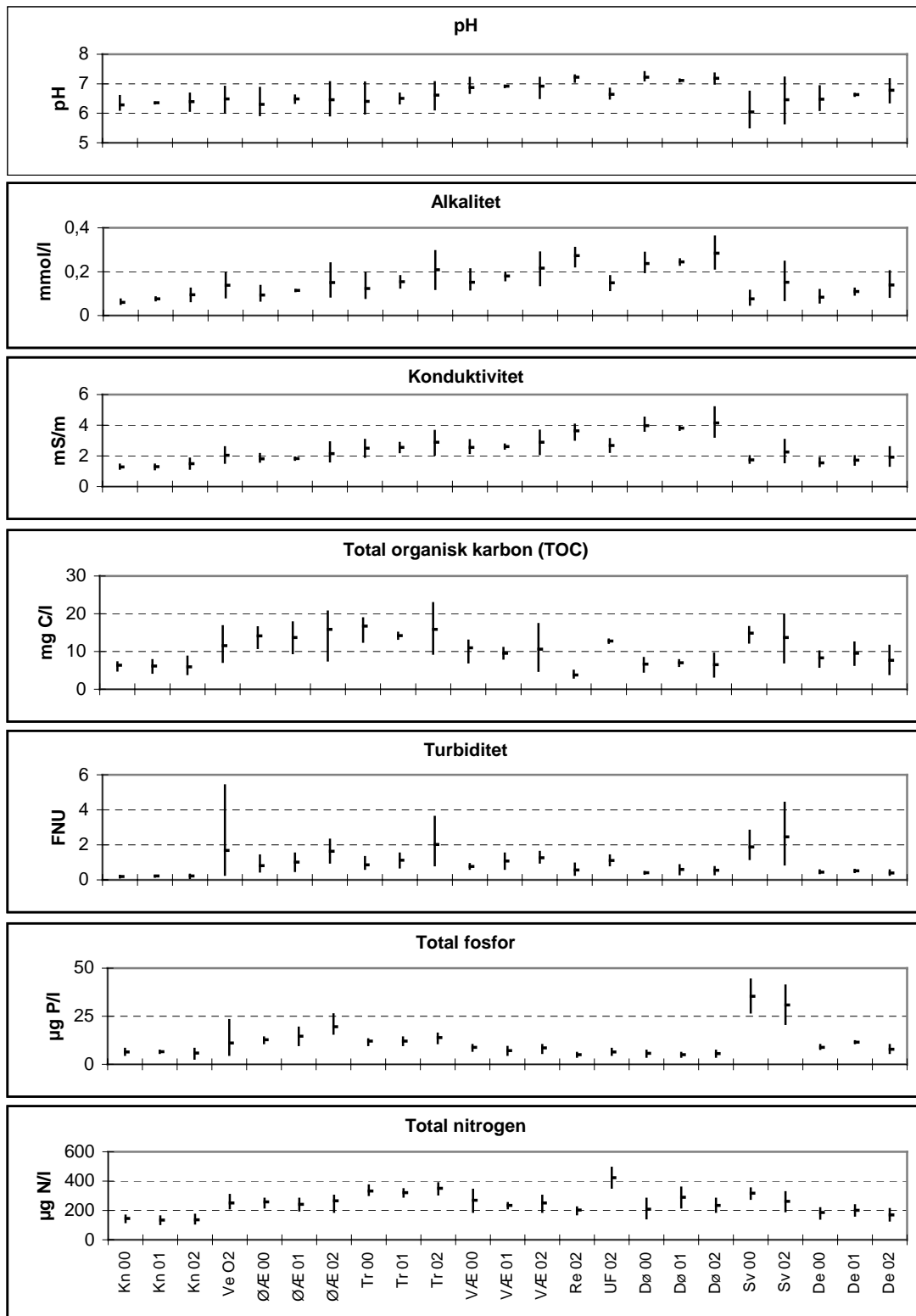
3.1 Generell vannkvalitet

Resultatene av målingene av en del sentrale vannkvalitetsvariable er gitt i Tab. 2. Her har vi benyttet middelerverdier for hele perioden vi har målinger fra (2000-2002), for å få et mest mulig representativt bilde av dagens tilstand, før utbyggingen av feltet starter. Disse middelerverdiene er brukt for å klassifisere vannkvaliteten i henhold til SFTs vannkvalitetskriterier (SFT 1997). Fig. 2 viser middelerverdier og variasjonsbredden for pH, alkalitet, konduktivitet, totalt organisk karbon (TOC), turbiditet, total fosfor og total nitrogen for de lokalitetene som er undersøkt i 2002 og evt. tidligere. Alle primærdata er gitt i vedlegget.

Tabell 2. Generell vannkvalitet i bekker og elver. Middelerverdier for utvalgte målevariable. Tilstandsklasser i henhold til SFT's kriterier for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Blå = klasse I ("meget god"), grønn = klasse II ("god"), gul = klasse III ("mindre god"), orange = klasse IV ("dårlig") og rød = klasse V ("meget dårlig").

	År	pH	Alkalitet mmol/l	TOC mgC/l	Turbiditet FNU	Tot-P µgP/l	Tot-N µgN/l
Knubba	2000-02	6,34	0,079	6,1	0,20	6	138
Vesterengbekken	2002	6,48	0,137	11,5	1,68	11	250
Østre Æra	2000-02	6,40	0,123	14,8	1,21	16	256
Trøbekken	2000-02	6,51	0,168	15,7	1,43	13	337
Vestre Æra	2000-02	6,89	0,186	10,4	1,05	8	252
Rena v. Flåtestøa	2002	7,22	0,272	3,8	0,56	5	201
Utl. Flåtestøtjernet	2002	6,64	0,148	13,0	1,10	7	423
Dønna	2000-02	7,18	0,260	6,6	0,51	5	237
Svartbekken	2000, 2002	6,28	0,119	14,2	2,20	33	285
Deia	2000-02	6,64	0,113	8,2	0,43	9	181

Alkaliteten er et mål på vannets evne til å motstå pH-endringer ved forsurening (bufferevnen). De fleste lokalitetene hadde svakt surt vann (pH 6-7) og relativt god bufferevne (alkalitet >0,05 mmol/l). Lavest alkalitet (middelerverdi) og surest vann hadde Knubba, Deia og Svartbekken.



Figur 2. Generell vannkvalitet i bekker og elver med tilknytning til RØ. Figuren viser middelverdier og variasjonsbredder. Kn = Knubba, Ve = Vesterengbekken, ØÆ = Østre Æra, Tr = Trøbekken, VÆ = Vestre Æra, Re = Rena v. Flåtestøa, UF = Utløp Flåtestøtjernet, Dø = Dønna, SV = Svartbekken og De = Deia.

Også i Østre Æra og Trøbekken var pH lavere enn 6,0 enkelte ganger. De vannforekomstene som har nedbørfelt med innslag av skifer i berggrunnen og et mektigere morenedekke, hadde nær nøytralt eller basisk vann og god bufferevne mot forsurening. Dette gjaldt særlig Rena og Dønna, men også Vestre Æra hadde relativt god bufferevne og nær nøytral pH. Konduktiviteten, som er et mål på vannets totalinnhold av salter, viste et tilsvarende mønster som for alkaliteten.

Humusinnholdet måles som totalt organisk karbon (TOC). Alle lokalitetene som ble undersøkt i 2002, hadde mindre god eller dårligere vannkvalitet med hensyn til humusinnhold (tilstandsklasse III-V) i flg. SFTs veiledning (SFT 1997), dvs. middelverdier av TOC høyere enn 3,5 mgC/l. Mest humuspåvirket var Trøbekken, Østre Æra og Svartbekken (TOC 14-16 mgC/l), mens Rena var minst humuspåvirket. Turbiditet er et mål på vannets grumsethet og er bestemt av innholdet av partikler. Disse partiklene kan være dødt organisk materiale eller finkorna uorganisk erosjonsmateriale (finsand, silt, leire). Partikkelinnholdet kan betegnes som middels høyt til lavt i de fleste bekkene, dvs. turbiditet lavere enn ca. 1,5 FNU i gjennomsnitt. Svartbekken skilte seg ut med jevnt over noe høyere turbiditet enn de øvrige bekkene. Partikkelinnholdet var relativt høyt (turbiditet høyere enn 2 FNU) ved enkelte anledninger også i Vesterengbekken, Østre Æra og Trøbekken.

Konsentrasjonene av total fosfor (Tot-P) og total nitrogen (Tot-N) sier oftest noe om hvor næringsrike vannforekomstene er. Dette fordi fosfor er det næringssaltet som vanligvis begrenser algeveksten særlig i innsjøer, men også i bekker og elver. I en del tilfeller kan også nitrogen være begrensende for algeveksten. For vannforekomstene i RØ er imidlertid næringssaltene i stor grad bundet i organisk materiale (humus). Høyere verdier for Tot-P og Tot-N fører ikke derfor nødvendigvis til mer algevekst, men er heller et uttrykk for mer næringstilgang for bakterier, bunndyr og dyreplankton. I bekkene og elvene i RØ varierte Tot-P stort sett i området 5-15 µgP/l. Svartbekken hadde høyest konsentrasjon pga. høyt humusinnhold. Konsentrasjonene av nitrogenforbindelser var stort sett lave (Tot-N < 300 µgN/l), mens utløpet av Flåtestøtjernet hadde relativt høy konsentrasjon av Tot-N.

3.2 Metaller i vann

Middelkonsentrasjoner for de metallene som er mest aktuelle i skytefelt er gitt i Tab. 3. Det gjelder kobber (Cu), sink (Zn), bly (Pb), barium (Ba) og antimon (Sb). I Tab. 3 er også tilstandsklasser vist i henhold SFT's klassifiseringssystem, for de metallene som det er utarbeidet vannkvalitetskriterier for (SFT 1997). Med dette systemet kan vannforekomstene deles inn i "forurensningsklasser" ut fra middelkonsentrasjoner. Systemet tar imidlertid i liten grad hensyn til at konsentrasjonene av metaller kan variere betydelig av naturlige årsaker. Spesielt vil høyt innhold av visse metaller i berggrunnen i et nedbørfelt kunne gi seg utslag i høyere konsentrasjoner også i bekker og elver som drenerer området. I Tab. 4 sammenlignes konsentrasjonene av de mest aktuelle metallene fra RØ's bekker og elver med tilsvarende fra en nasjonal undersøkelse av metaller i et stort antall vannforekomster (Skjelkvåle et al. 1996 og 1999), og med konsentrasjoner i bekker som drenerer flere av Forsvarets skytefelt (Rognerud og Bækken 2002).

Konsentrasjonene av metaller i de enkelte bekkene og elvene i RØ (de som er undersøkt i 2002 og evt. tidligere) er vist i Fig. 3. I samme figur er konsentrasjoner fra den nevnte nasjonale undersøkelsen vist. Fig. 4 viser medianverdier av metallkonsentrasjoner i vann fra RØ og fra den nasjonale undersøkelsen. Medianverdien er den verdien som deler et datasett i 2 når en sorterer dataene fra laveste til høyeste verdi, dvs. 50 % av verdiene er lavere og 50 % høyere enn medianverdien. Konsentrasjoner av vismut (Bi), molybden (Mo), antimon (Sb), tinn (Sn) og wolfram (W) er ikke vist da disse metallene stort sett forekom i lavere konsentrasjoner enn deteksjongrensene for analysene i RØ. Fig. 5 viser sammenhenger mellom kobber, bly, sink og barium og vannkvalitetsvariablene pH eller TOC.

Tabell 3. Metaller i bekker og elver. Middelverdier av utvalgte metaller og klassifisering i henhold til SFTs kriterier for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Tegnforklaring: Blå = klasse I ("ubetydelig forurenset"), grønn = klasse II ("moderat forurenset"), gul = klasse III ("markert forurenset"), orange = klasse IV ("sterkt forurenset") og rød = klasse V ("meget sterkt forurenset").

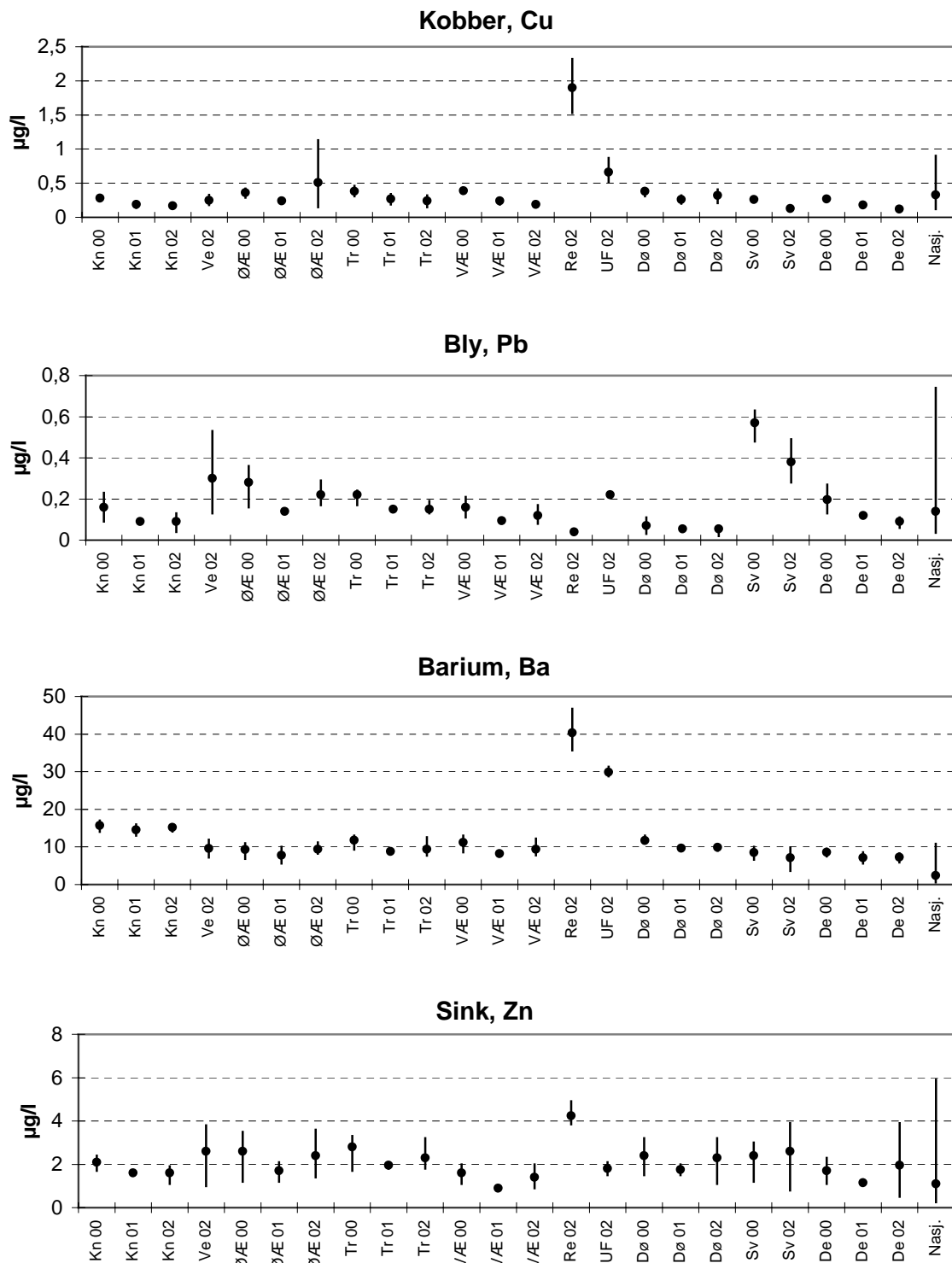
	År	Kobber µg/l	Sink µg/l	Bly µg/l	Barium µg/l	Antimon µg/l
Knubba	2000-02	0,22	1,8	0,118	15,1	<0,2
Vesterengbekken	2002	0,25	2,6	0,296	9,6	<0,1
Østre Æra	2000-02	0,39	2,3	0,225	8,9	<0,2
Trøbekken	2000-02	0,3	2,4	0,175	10,2	<0,2
Vestre Æra	2000-02	0,28	1,3	0,13	9,8	<0,2
Rena v. Flåtestøa	2002	1,9	4,2	0,036	40,3	<0,05
Utl. Flåtestøtjernnet	2002	0,66	1,8	0,216	29,9	<0,1
Dønna	2000-02	0,33	2,2	0,062	10,5	<0,2
Svartbekken	2000, 2002	0,2	2,5	0,479	7,8	<0,2
Deia	2000-02	0,19	1,7	0,139	7,7	<0,2

Konsentrasjonene av kobber var stort sett lave (middelverdier 0,2-0,4 µg/l) med unntak av stasjonen i Rena som hadde en middelkonsentrasjon som tilsvarer "markert forurenset" (Tab. 3, Fig. 3). Årsaken til den relativt høye konsentrasjonen i Rena er sannsynligvis at elva via kraftverksoverføringen i Rendalen mottar vann fra øvre deler av Glåma som forurenses av tidligere gruvevirksomhet. Forøvrig viste kobber en tendens til svakt økende verdier med økende humusinnhold (Fig. 5).

Konsentrasjonen av bly viste en god sammenheng med humuskonsentrasjonen. De mest humusrike (bruneste) bekkene hadde høyere konsentrasjoner enn de som var mindre humusrike og klarere. Konsentrasjonene av bly var stort sett lave med middelverdier mindre enn 0,3 µg/l. De høyeste konsentrasjonene ble målt i Svartbekken og i Vesterengbekken. Vi observerte en nedgang i middelkonsentrasjonene av bly i alle bekkene som ble undersøkt i perioden 2000-02 (Fig. 3).

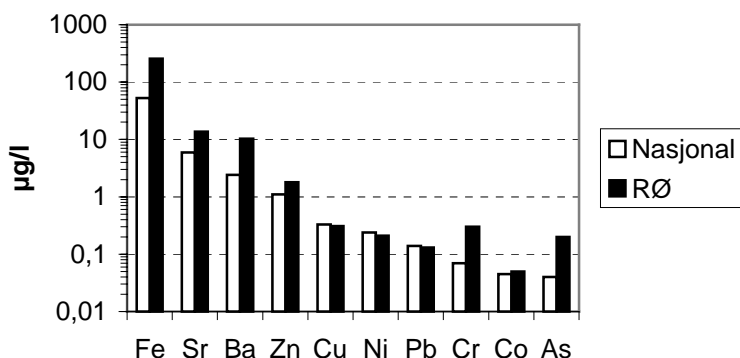
Tabell 4. Konsentrasjoner (µg/l) av barium, sink, kobber, bly og antimon i bekker og elver i RØ (87 målinger i perioden 2000-2002), for 985 innsjøer fra hele landet (Skjelkvåle et al. 1996 og 1999, "nasjonalt") og i vann fra Forsvarets skytefelt (Rognerud & Bækken 2002, 64 observasjoner, "skyttefelt").

		Min.	Median	Middel	Maks.	St. avvik	Ant. obs.
Barium, Ba	RØ	3,58	10,3	14,4	56	10,3	87
	nasjonalt	0,05	2,4	5,3	147	9,7	985
	skyttefelt	0,05	11,5	19	81	20,3	64
Sink, Zn	RØ	0,49	1,80	2,14	5,80	1,09	87
	nasjonalt	0,08	1,10	3,0	139	6,6	985
	skyttefelt	3,7	10,7	19,7	239	38,7	64
Kobber, Cu	RØ	0,09	0,31	0,44	2,6	0,51	87
	nasjonalt	0,03	0,33	0,54	37,7	1,54	985
	skyttefelt	0,12	3,25	13,5	280	40	64
Bly, Pb	RØ	0,02	0,13	0,17	0,63	0,13	87
	nasjonalt	0,004	0,14	0,42	15	1,0	985
	skyttefelt	0,01	0,60	6,9	179	25,1	64
Antimon, Sb	RØ	<0,05	<0,2	<0,2	0,60	-	87
	nasjonalt	0,005	0,02	0,03	0,36	0,03	985
	skyttefelt	0,01	0,29	1,44	28	4,1	64



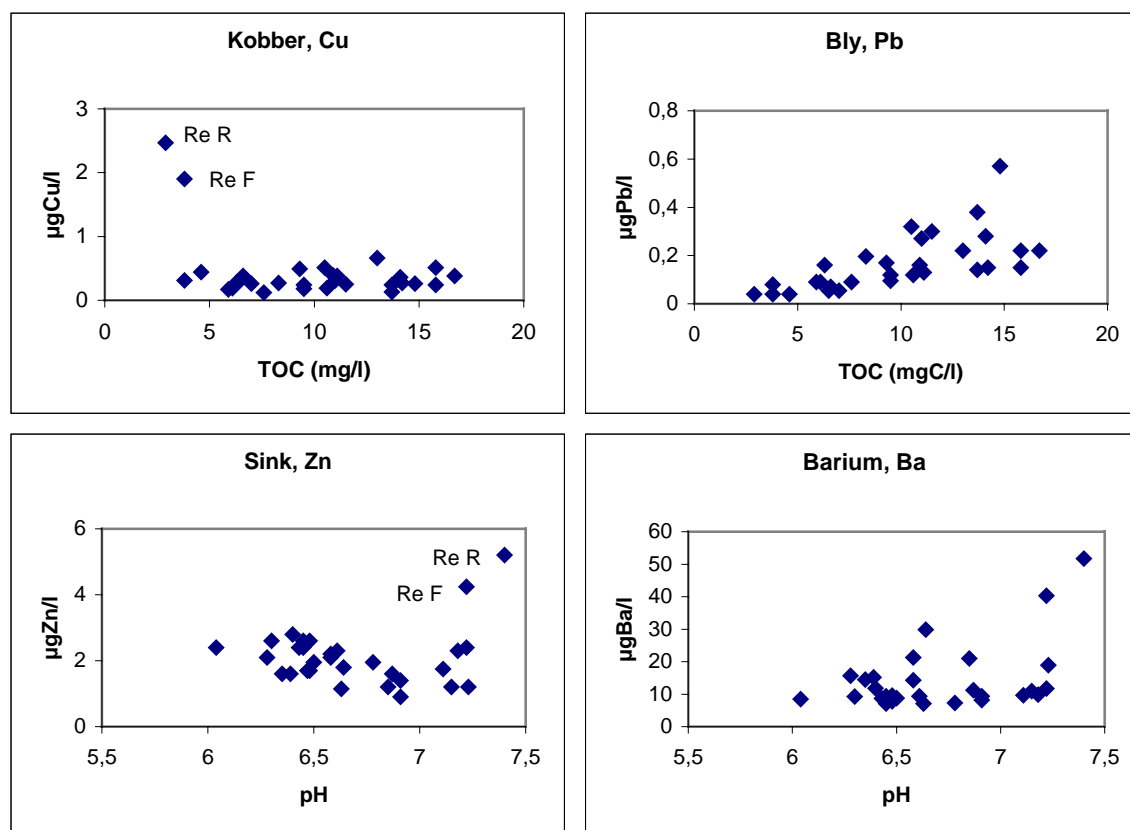
Figur 3. Konsentrasjoner av metaller i bekker og elver. Figuren viser middelværdier og variasjonsbredder de enkelte år. Kn = Knubba, Ve = Vesterengbekken, ØÆ = Østre Æra, Tr = Trøbekken, VÆ = Vestre Æra, Re = Rena ved Flåtestøa, UF = Utløp Flåtestøtjernet, Dø = Dønna, Sv = Svartbekken og De = Deia. Nasj. viser medianverdiene samt 10-prosentiler og 90-prosentiler fra en nasjonal undersøkelse av metaller i ferskvann (Skjelkvåle et al. 1996 og 1999).

Sink viste generelt noe høyere konsentrasjoner i de sureste lokalitetene som følge av utløsning i surt miljø. Målingene i Rena avvok imidlertid fra dette mønsteret, og de relativt sett høye verdiene her skyldtes trolig tilførsler av gruvepåvirket vann, i likhet med for kobber. Konsentrasjonene av sink varierte stort sett i området 0,5-4 $\mu\text{g/l}$, og medianverdien for RØ var noe høyere enn tilsvarende verdi fra den nasjonale undersøkelsen. Barium viste betydelige variasjoner mellom de ulike lokalitetene, mens variasjonene for de enkelte lokalitetene over tid var relativt små. Høyest konsentrasjoner hadde Rena og utløpet fra Flåtestøtjernet.



Figur 4. Medianverdier for metaller i vann fra bekker og elver i RØ og fra en nasjonal undersøkelse av metaller i ferskvann (Skjelkvåle et al. 1996 og 1999). Logaritmisk skala.

Konsentrasjonene (medianverdiene) av jern (Fe), strontium (Sr), barium (Ba), sink (Zn), krom (Cr) og arsen (As) var til dels betydelig høyere enn medianverdiene fra den nasjonale undersøkelsen, mens nikkel (Ni) og kobolt (Co) viste omtrent like høye medianverdier i RØ og i den nasjonale undersøkelsen (Fig. 4). Høyest konsentrasjoner (middelverdier) av jern hadde Svartbekken, Trøbekken og Østre Æra, mens utløpet av Flåtestøtjernet, Dønna og Rena hadde de høyeste konsentrasjonene av strontium (se vedlegget). Svartbekken, Østre Æra og Trøbekken hadde også de høyeste konsentrasjonene av arsen. Konsentrasjonene av krom varierte lite fra lokalitet til lokalitet.



Figur 5. Konsentrasjoner (årsmiddelverdier) av kobber, bly, sink og barium som funksjon av TOC eller pH (lokaliteter undersøkt i 2000-02). Re R = Rena ved Rødsbrua, Re F = Rena ved Flåtestøa.

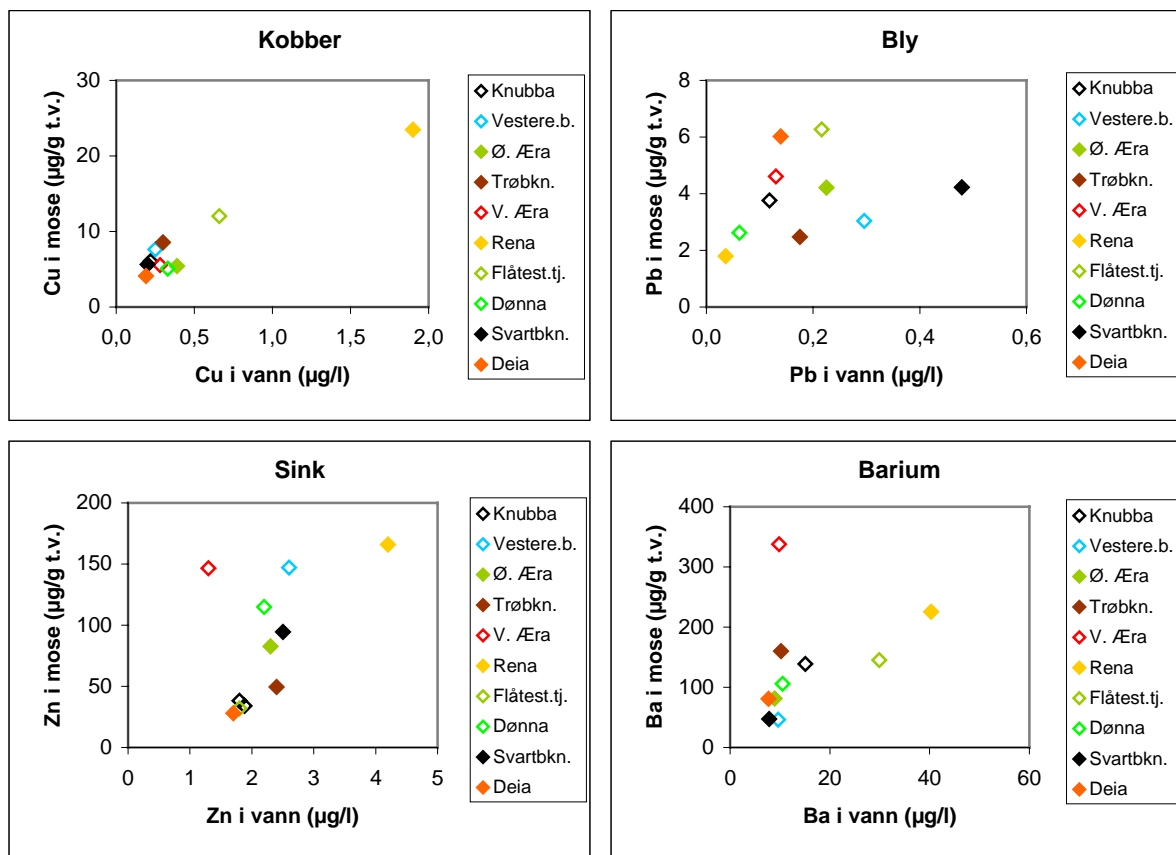
3.3 Metaller i moser

Forholdene mellom middelkonsentrasjonene i vann og mose for kobber, bly, sink og barium (middelverdier for perioden 2000-2002) er vist i Fig. 6. Karakteristiske konsentrasjoner av kobber, bly, sink og barium i moser er gitt i Tab. 5, og primærdatabene er gitt i vedlegget. Til sammen gir dette et bilde av variasjonsbredden i konsentrasjonene av metaller i moser i bekker og elver med tilknytning til RØ, før utbyggingen starter.

Sammenhengen mellom kobber i vann og mose var relativt god, og konsentrasjonene i mose økte med økende konsentrasjoner i vann. Lokaliteten i Rena hadde de klart høyeste konsentrasjonene både i vann og mose. På de øvrige stasjonene lå konsentrasjonene av kobber i mose stort sett på ca. 1-20 % av konsentrasjonene i mose fra forurensede bekker som drenerer etablerte skytefelt (Rognerud og Bækken 2002). Konsentrasjonene av bly i mose økte også med økende konsentrasjoner i vann. Opptaket av bly i moser var imidlertid noe mindre effektivt i en del av de mest humusrike bekkene slik som Svartbekken, Østre Æra, Vesterengbekken og Trøbekken. Middelverdiene av bly varierte i området ca. 2-6 µg/g tørrvekt, dvs. ca. 0,5-10 % av konsentrasjonene i forurensede bekker i etablerte skytefelt. Konsentrasjonene av sink og barium økte også med økende konsentrasjoner i vann, men Vestre Æra var noe atypisk med meget høyt innhold i mosene i forhold til konsentrasjonen i vann. Rena hadde høyest konsentrasjon av sink både i vann og mose.

Tabell 5. Karakteristiske konsentrasjoner ($\mu\text{g/g}$ t.v.) av metaller i vannmoser i RØ.

	Min.	Middel	Median	Maks.	St.avvik	Ant. obs.
Kobber (Cu):						
Knubba	3,3	6,1	5,3	13,0	3,1	8
Vesterengbekken	5,9	7,6	6,5	10,5	2,5	3
Østre Æra	4,1	5,4	5,2	8,0	1,4	8
Trøbekken	3,9	8,6	7,8	16,0	3,6	8
Vestre Æra	3,7	5,5	5,8	6,6	1,0	8
Rena v. Flåtestøa	17,6	23,5	25,7	27,1	5,1	3
Utl. Flåtestøtjernet	11,4	12,0	11,5	13,2	1,0	3
Dønna	2,9	5,1	5,3	8,9	2,0	8
Svartbekken	2,7	5,6	5,5	9,2	2,2	6
Deia	2,3	4,1	4,2	5,8	1,1	8
Bly (Pb):						
Knubba	1,9	3,7	3,6	6,2	1,7	8
Vesterengbekken	1,9	3,0	3,3	3,9	1,0	3
Østre Æra	1,6	4,2	3,8	7,3	2,0	8
Trøbekken	1,2	2,5	2,5	3,4	0,7	8
Vestre Æra	1,4	4,6	3,5	10,0	2,8	8
Rena v. Flåtestøa	1,4	1,8	1,7	2,2	0,4	3
Utl. Flåtestøtjernet	5,6	6,3	6,5	6,7	0,6	3
Dønna	1,4	2,6	2,5	3,7	0,9	8
Svartbekken	2,4	4,2	4,1	6,8	1,4	6
Deia	1,3	6,0	7,0	12,0	3,8	8
Sink (Zn):						
Knubba	22	38	26	83	22	8
Vesterengbekken	117	147	122	202	48	3
Østre Æra	20	83	98	132	38	8
Trøbekken	26	49	33	174	50	8
Vestre Æra	35	147	144	336	100	8
Rena v. Flåtestøa	133	166	155	210	40	3
Utl. Flåtestøtjernet	27	32	32	37	5	3
Dønna	50	115	98	217	55	8
Svartbekken	63	95	86	159	34	6
Deia	4	28	23	70	19	8
Barium (Ba):						
Knubba	53	139	148	177	40	8
Vesterengbekken	38	46	50	51	8	3
Østre Æra	59	82	75	147	28	8
Trøbekken	50	160	137	285	91	8
Vestre Æra	54	338	326	780	233	8
Rena v. Flåtestøa	192	225	202	282	49	3
Utl. Flåtestøtjernet	132	145	146	158	13	3
Dønna	75	106	104	151	28	7
Svartbekken	38	47	46	61	8	6
Deia	58	81	85	97	15	8



Figur 6. Sammenhengen mellom middelkonsentrasjoner av kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn) og barium (Ba) i vann og vannmose i bekker og elver med tilknytning til RØ.

4. Sammenfattende diskusjon

Generell vannkvalitet

Vannkvaliteten i RØ gjenspeiler i hovedsak naturforholdene i området. De fleste lokalitetene hadde svakt surt vann (pH 6-7) og relativt god bufferevne mot forsurening (alkalitet). Dårligst bufferevne og surest vann hadde Knubba, Deia og Svartbekken, men også Østre Æra og Trøbekken hadde pH lavere enn 6,0 enkelte ganger. De vannforekomstene som har nedbørfelt med innslag av skifer i berggrunnen og et mektigere morenedekke, hadde nær nøytralt eller svakt basisk vann. Det gjaldt først og fremst Dønna og Rena, men Vestre Æra hadde også relativt god bufferevne og nær nøytral pH. Omtrent det samme mønsteret som for alkaliteten gjorde seg også gjeldende for konsentrasjonen av salter (konduktiviteten).

De store myrarealene i RØ gir tildels mye brunfarget vann som følge av løste humusforbindelser. Mest humuspåvirket var Trøbekken, Østre Æra og Svartbekken. Alle lokalitetene som ble undersøkt i 2002 hadde "mindre god" eller dårligere vannkvalitet med hensyn til humusinnhold (jfr. SFT 1997). Partikkelinnholdet var middels høyt eller lavt på de fleste lokalitetene. Relativt høyt partikkelinnhold i Vesterengbekken, Trøbekken og Svartbekken var sannsynligvis forårsaket av tilførsler av vann med

høyt innhold av humuspartikler fra de store myrområdene i nedbørfeltene. I vannforekomstene i RØ er næringssaltene fosfor og nitrogen i stor grad bundet i organisk materiale (humus). Høyere verdier for total fosfor og total nitrogen fører ikke derfor nødvendigvis til mer algevekst, men er heller et uttrykk for mer næringstilgang for bakterier, bunndyr og dyreplankton. Høyest konsentrasjoner av total fosfor hadde Svartbekken, Østre Æra og Trøbekken, mens utløpet av Flåtestøtjernet og Trøbekken hadde de høyeste konsentrasjonene av nitrogenforbindelser. De høye konsentrasjonene av fosfor i Svartbekken henger antagelig sammen med økt utløsning av humus som følge av omfattende grøfting av myr i nedbørfeltet.

Metaller i vann

Undersøkelsen skal bl.a. gi et bilde av situasjonen med hensyn til metaller i vann før feltet bygges ut. Konsentrasjoner av metaller i vann fra områder som RØ er et resultat av utløsning av metaller fra mineraler i berggrunn og løsavsetninger samt atmosfæriske avsetninger akkumulert i humussjiktet gjennom flere tiår, modifisert av viktige vannkjemiske forhold som pH og humusinnhold. Betydningen av atmosfærisk avsatte forurensninger for vannkonsentrasjonene er avhengig av størrelsen på denne kilden i forhold til de naturgitte. Metaller i vann er i stor grad bundet til partikler som sedimenterer i innsjøer. Forholdet mellom konsentrasjoner av metaller i nylig avsatte sedimenter og gamle (mer enn 400 år gamle, før atmosfæren var forurenset) kalles forurensningsfaktoren. Denne gir en klar indikasjon på betydningen av atmosfæriske kilder for de ulike metallene. En nasjonal undersøkelse av sedimenter viste at forurensningsfaktoren var størst for bly og antimon, henholdsvis 6.2 og 7.3, og betydelig mindre for kobber, sink og barium, henholdsvis 1.3, 1.3 og 1.1 (Rognerud og Fjeld 2001). Dette betyr at i RØ - før feltet tas i bruk - må en forvente at atmosfæriske forurensninger av bly og antimon vil ha betydning for konsentrasjonene av bly og antimon i vann, mens geologiske kilder vil være de dominerende for kobber, sink og barium. Atmosfæriske avsetninger av bly har pågått i lang tid, og disse er akkumulert og bundet i jordsmonnets humussjikt. Konsentrasjonen av bly er trolig ca. 4-5 ganger høyere i humussjiktet enn i mineraljorda i dette området (Steinnes og Njåstad 1995). Når humus brytes ned til vannløselige humusforbindelser, følger blyforurensningene med.

Vi fant en god sammenheng mellom bly og humuskonsentrasjonen (TOC), noe som indikerte at bidraget fra geologiske kilder er beskjedent i forhold til de atmosfæriske kildene. Dette fordi bly fra atmosfæriske kilder sitter i humussjiktet og følger med avrenningen når humus brytes ned. De høyeste konsentrasjonene av bly hadde Svartbekken og Vesterengbekken. Forøvrig var konsentrasjonene av bly relativt lave. Vi observerte en nedgang i middelkonsentrasjonen av bly i perioden 2000-2002 for alle bekkene som er undersøkt i perioden. Da det ikke ble observert noen tilsvarende reduksjon i TOC i samme perioden, kan dette tyde på en generell tendens til avtagende konsentrasjon av bly i avrenningen. Årsaken kan være at det er mindre bly i relativt nydannet dødt organisk materiale enn i eldre. Undersøkelser av innsjøsedimenter har også vist en markant reduksjon av konsentrasjonen av bly i forholdsvis nylig avsatte sedimenter (ca. 1990-96) sammenlignet med sedimenter avsatt i perioden 1985-90 (Rognerud et al. 1999). Dette settes i sammenheng med reduksjonen i utslippene til luft de siste 10-15 årene på grunn av overgang til blyfri bensin.

Konsentrasjonene av kobber var også stort sett lave med unntak av lokaliteten i Rena som hadde en middelkonsentrasjon tilsvarende "markert forurenset" (jfr. SFT 1997). Via vannkraftreguleringen i Rendalen mottar Renaelva vann fra øvre Glåma som forurennes av tidligere gruvedrift i Røros-distriktet og Nord-Østerdalen. Dette er sannsynligvis hovedårsaken til det relativt høye kobberinnholdet på lokaliteten ved Flåtestøa. Det ble også målt relativt høye konsentrasjoner av kobber i Rena ved Rødsbrua i 2000 (Rognerud et al. 2001a og b). Påvirkningen fra tidligere gruvevirksomhet gjorde seg også gjeldende for sink og trolig også for barium, med markert høyere konsentrasjoner i Rena enn på de andre lokalitetene. Forøvrig viste kobber en tendens til svak økning med humusinnholdet, mens sink generelt viste noe høyere konsentrasjoner i de sureste lokalitetene som følge av utløsning fra berggrunn og løsmasser i surt miljø. Barium viste betydelig variasjon

mellom lokalitetene, og konsentrasjonene var trolig i hovedsak avhengig av innholdet i lokal berggrunn og løsavsetninger.

Vi observerte til dels betydelig høyere konsentrasjoner (medianverdier) for en del metaller i RØ enn medianverdiene for hele landet fra den nasjonale undersøkelsen av metaller i ferskvann (Skjelkvåle et al. 1996 og 1999). Det gjaldt jern, strontium, barium, sink, krom og arsen, mens kobber, nikkel, bly og kobolt hadde omtrent like høye medianverdier i RØ som i den nasjonale undersøkelsen. Disse forskjellene har sannsynligvis lokale, geologiske og klimatiske årsaker. Sammenlignet med landet som helhet har områdene i RØ relativt lite nedbør, men betydelig tjukkelse på løsmassedekket og vann med høyt humusinnhold. Dette er forhold som bidrar til relativt høye konsentrasjoner av metaller i avrenningen. I tillegg har mange av nedbørfeltene i RØ innslag av skifrige, sedimentære bergarter som kan føre til betydelig utløsning av metaller sammenlignet med nedbørfelt hvor berggrunnen er dominert av grunnfjellsbergarter. Jern er et hovedelement i berggrunn og løsmasser og er essensielt for alle organismer. Den viktigste faktoren for konsentrasjoner av jern i overflatevann er humusinnholdet i egenskap av kompleksbinder og transportmedium. Humusinnholdet har også betydning for arsen og krom, men avsetning av atmosfærisk langtransporterte forurensninger såvel som innholdet i nedbørfeltene berggrunn og løsmasser har også betydning for disse elementene (Rognerud og Fjeld 2001, Skjelkvåle et al. 1999). Relativt høy konsentrasjon av strontium i RØ skyldes trolig først og fremst et betydelig innhold i berggrunn og/eller løsmasser i flere av de lokale nedbørfeltene.

Metaller i vannmoser

Sammenhengene mellom kobber i vann og vannmoser var relativt god, og konsentrasjonene økte i mose med økende konsentrasjoner i vann. Renaelva hadde de klart høyeste konsentrasjonene av kobber i moser. På de andre lokalitetene var konsentrasjonene ca. 1-20 % av konsentrasjonene i forurensede bekker som drenerer flere av Forsvarets etablerte skytefelt (Rognerud og Bækken 2002). Konsentrasjonene av bly, sink og barium i mose økte også med økende konsentrasjon i vann, men sammenhengene var ikke like gode som for kobber. Da mosene gjenspeiler vannkvaliteten over hele eksponeringsperioden, kan dette være en forklaring på at en i enkelte tilfeller får en mindre god overenstemmelse med resultater fra vannprøver basert på stikkprøver, som bare representerer øyeblikksbilder av tilstanden i vassdraget. Opptaket av metaller i moser er dessuten avhengig av forhold som vannets humusinnhold, surhetsgrad og jerninnholdet i mosene (Rognerud og Bækken 2002). Denne og tidligere undersøkelser i RØ har også vist at opptaket av bly var noe mindre effektivt i de mest humusrike bekkene slik som Svartbekken, Østre Æra og Trøbekken (Rognerud et al. 2001a). Konsentrasjonene av bly i mose i RØ var stort sett ca. 0,5-10 % av konsentrasjonene i forurensede bekker i etablerte skytefelt. Sammen med målinger i vann vil målinger av metaller i moser kunne gi god dokumentasjon på eventuell økt utlekking av metaller som følge av skyteaktiviteten i RØ når feltet tas i bruk.

5. Litteratur

- NIVA 2002. Notat datert 24.6.02 fra NIVA Østlandsavdelingen til Forsvarsbygg ang. konsekvenser av deponisjon av metaller og bruk av hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet.
- Rognerud, S. and Fjeld, E. 2001. Trace element contamination of Norwegian lake sediments. *Ambio* 30: 11-19.
- Rognerud, S. og Bækken, T. 2002. Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 11 års overvåking. NIVA-rapport L.nr. 4512-2002. 59 s.
- Rognerud, S., Fjeld, E. og Løvik, J.E. 1999. Landsomfattende undersøkelse av metaller i innsjøsedimenter. NIVA-rapport L.nr. 4024-99. 71 s. + vedlegg.
- Rognerud, S., Taugbøl, T., Bækken, T., Løvik, J.E. og Nordheim, M.-G. 2001a. Regionfelt Østlandet. Datarapport 2000/2001 for temautredningen "Vann og grunn inklusive dyreliv i vann". NIVA-rapport L.nr. 4352-2001. 51 s.
- Rognerud, S., Taugbøl, T., Østeraas, T., Løvik, J.E., Traaen, T., Lydersen, E. og Bækken, T. 2001b. Regionfelt Østlandet. Konsekvensutredning for temaet: Vann og grunn, inklusive dyreliv i vann. NIVA-rapport L.nr. 4447-2001. 61 s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Vadset, M. og Røyset, O. 1996. Sporelementer i norske innsjøer. Foreløpige resultater for 473 innsjøer. NIVA-rapport. L.nr. 3457-96. 18 s.
- Skjelkvåle, B.L., Mannio, J., Wilander, A., Johansson, K., Jensen, J.P., Moiseenko, T., Fjeld, E., Andersen, T., Vuorenmaa, J. and Røyset, O. 1999. Heavy metal surveys in Nordic lakes; harmonised data for regional assessment of critical limits. NIVA report. Serial No. 4039-99.
- Steinnes, E. and Njåstad, O. 1995. Enrichment of metals in the organic surface layer of natural soil: Identification of contributions from different sources. *Analyst*, 120: 1479-1483.

6. Vedlegg

Tabell I. Analyseresultater av generell vannkvalitet og hovedioner, 2000-2002.
Ved Al/R eller Al/II <5 har vi brukt 3 µg/l for beregning av middelv. etc.

Lokalitet	Dato	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FNU	Tot-P µgP/l	Tot-N µgN/l	NO3-N µgN/l	TOC mgC/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l
Knubba	17.07.2000	6,13	1,17	0,053	0,16	6,0	147	1	7,1	0,30	1,50	61	60	1,16	0,07	0,25	0,77
Knubba	04.09.2000	6,58	1,43	0,073	0,14	5,0	120	<1	5,0	0,40	2,00	41	39	1,34	0,06	0,31	1,08
Knubba	19.10.2000	6,12	1,24	0,054	0,23	8,0	165	<1	6,9	0,50	1,80	71	72	1,16	0,12	0,26	0,84
Knubba	27.06.2001	6,33	1,14	0,069	0,23	6,0	108	<1	4,4	0,20	1,80	42	42	1,02	0,09	0,20	0,87
Knubba	28.08.2001	6,36	1,43	0,083	0,18	7,0	160	2	7,7	0,50	1,80	60	62	1,56	0,08	0,33	1,09
Knubba	13.06.2002	6,21	1,26	0,076	0,19	8,0	170	<1	8,6	0,26	1,48	72	71	1,70	0,08	0,34	0,95
Knubba	26.07.2002	6,09	1,17	0,066	0,30	7,0	149	<1	6,9	0,34	1,63	54	52	1,26	0,06	0,28	0,92
Knubba	27.08.2002	6,60	1,69	0,112	0,23	5,0	114	<1	4,0	0,48	2,28	25	24	1,79	0,11	0,41	1,35
Knubba	02.10.2002	6,67	1,82	0,122	0,11	3,0	111	<1	4,0	0,55	2,37	25	22	2,00	0,11	0,43	1,40
	Min	6,09	1,14	0,053	0,11	3,0	108	1	4,0	0,20	1,48	25	22	1,02	0,06	0,20	0,77
	Maks	6,67	1,82	0,122	0,30	8,0	170	2	8,6	0,55	2,37	72	72	2,00	0,12	0,43	1,40
	Middel	6,34	1,37	0,079	0,20	6,1	138		6,1	0,39	1,85	50	49	1,44	0,09	0,31	1,03
	Median	6,33	1,26	0,073	0,19	6,0	147		6,9	0,40	1,80	54	52	1,34	0,08	0,31	0,95
	St. avvik	0,23	0,24	0,024	0,06	1,6	25		1,7	0,12	0,31	18	19	0,33	0,02	0,07	0,22
Vesterengbkn.	13.06.2002	6,02	1,55	0,083	5,40	23,0	305	2	16,7	0,32	1,25	115	113	3,10	0,14	0,22	0,80
Vesterengbkn.	26.07.2002	6,24	1,62	0,092	0,57	9,0	260	3	13,9	0,37	1,45	88	84	3,03	0,14	0,22	0,85
Vesterengbkn.	27.08.2002	6,74	2,40	0,178	0,45	7,0	215	12	8,0	0,53	2,09	30	28	4,13	0,22	0,31	1,17
Vesterengbkn.	02.10.2002	6,90	2,57	0,193	0,29	5,0	220	18	7,3	0,60	2,09	25	20	4,40	0,18	0,32	1,25
	Min	6,02	1,55	0,083	0,29	5,0	215	2	7,3	0,32	1,25	25	20	3,03	0,14	0,22	0,80
	Maks	6,90	2,57	0,193	5,40	23,0	305	18	16,7	0,60	2,09	115	113	4,40	0,22	0,32	1,25
	Middel	6,48	2,04	0,137	1,68	11,0	250	9	11,5	0,46	1,72	65	61	3,67	0,17	0,27	1,02
	Median	6,49	2,01	0,135	0,51	8,0	240	8	11,0	0,45	1,77	59	56	3,62	0,16	0,27	1,01
	St. avvik	0,41	0,53	0,057	2,48	8,2	42	8	4,6	0,13	0,43	44	45	0,70	0,04	0,06	0,23
Ø. Æra	17.07.2000	6,09	1,62	0,075	0,48	11,0	280	<1	16,4	0,30	1,10	96	96	2,44	0,07	0,33	0,80
Ø. Æra	04.09.2000	6,86	2,12	0,135	1,40	14,0	220	<1	10,9	0,50	1,50	42	34	2,91	0,11	0,46	1,24
Ø. Æra	19.10.2000	5,94	1,69	0,068	0,51	13,0	270	<1	15,0	0,60	1,50	110	110	2,32	0,14	0,30	0,89
Ø. Æra	27.06.2001	6,60	1,75	0,116	0,51	10,0	200	<1	9,6	0,30	1,60	39	41	2,22	0,12	0,32	1,06
Ø. Æra	28.08.2001	6,35	1,89	0,112	1,50	19,0	280	2	17,7	0,50	1,10	80	78	3,13	0,10	0,42	1,10
Ø. Æra	13.06.2002	6,21	1,72	0,103	1,00	16,0	300	<1	18,5	0,30	1,00	83	81	3,36	0,09	0,43	0,96
Ø. Æra	26.07.2002	5,93	1,65	0,087	1,20	20,0	290	<1	20,6	0,35	1,02	95	89	2,82	0,06	0,43	0,93
Ø. Æra	27.08.2002	6,61	2,32	0,170	2,30	26,0	275	<1	16,6	0,56	1,27	51	47	3,90	0,17	0,68	1,31
Ø. Æra	02.10.2002	7,05	2,88	0,238	2,00	16,0	190	<1	7,6	0,62	1,64	24	17	4,24	0,19	0,69	1,61
	Min	5,93	1,62	0,068	0,48	10,0	190	2	7,6	0,30	1,00	24	17	2,22	0,06	0,30	0,80
	Maks	7,05	2,88	0,238	2,30	26,0	300	2	20,6	0,62	1,64	110	110	4,24	0,19	0,69	1,61

Tabell I forts. Analyseresultater av generell vannkvalitet og hovedioner, 2000-2002.

Ved Al/R eller Al/II <5 har vi brukt 3 µg/l for beregning av middelv. etc.

Lokalitet	Dato	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FNU	Tot-P µgP/l	Tot-N µgN/l	NO3-N µgN/l	TOC mgC/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l
	Middel	6,40	1,96	0,123	1,21	16,1	256		14,8	0,45	1,30	69	66	3,04	0,12	0,45	1,10
	Median	6,35	1,75	0,112	1,20	16,0	275		16,4	0,50	1,27	80	78	2,91	0,11	0,43	1,06
	St. avvik	0,40	0,42	0,053	0,66	5,0	41		4,4	0,14	0,26	30	32	0,70	0,04	0,14	0,25
Trøbekken	17.07.2000	5,99	1,97	0,080	0,65	10,0	320	<1	18,8	0,30	1,40	100	97	3,05	0,08	0,32	0,91
Trøbekken	04.09.2000	7,04	3,05	0,194	1,30	13,0	305	24	12,6	0,60	2,30	45	34	4,60	0,20	0,51	1,32
Trøbekken	19.10.2000	6,18	2,46	0,094	0,63	13,0	370	33	18,6	0,80	2,60	114	109	3,75	0,25	0,39	1,07
Trøbekken	27.06.2001	6,33	2,24	0,128	0,72	10,0	295	16	13,4	0,30	2,20	58	58	3,24	0,18	0,31	1,09
Trøbekken	28.08.2001	6,67	2,85	0,180	1,50	14,0	345	33	15,0	0,50	2,10	47	37	4,42	0,18	0,46	1,28
Trøbekken	13.06.2002	6,40	2,23	0,126	1,20	13,0	310	18	15,6	0,29	2,03	53	47	4,21	0,16	0,42	1,16
Trøbekken	26.07.2002	6,13	2,08	0,121	0,84	15,0	355	<1	22,8	0,32	1,24	89	81	4,12	0,06	0,43	0,97
Trøbekken	27.08.2002	6,84	3,62	0,291	2,40	16,0	385	20	15,2	0,54	1,67	47	27	5,94	0,23	1,08	1,41
Trøbekken	02.10.2002	7,05	3,62	0,294	3,60	11,0	350	54	9,4	0,60	2,23	43	19	5,55	0,21	0,94	1,56
	Min	5,99	1,97	0,080	0,63	10,0	295	16	9,4	0,29	1,24	43	19	3,05	0,06	0,31	0,91
	Maks	7,05	3,62	0,294	3,60	16,0	385	54	22,8	0,80	2,60	114	109	5,94	0,25	1,08	1,56
	Middel	6,51	2,68	0,168	1,43	12,8	337		15,7	0,47	1,97	66	57	4,32	0,17	0,54	1,20
	Median	6,40	2,46	0,128	1,20	13,0	345		15,2	0,50	2,10	53	47	4,21	0,18	0,43	1,16
	St. avvik	0,40	0,64	0,080	0,99	2,1	31		3,9	0,18	0,45	27	32	0,96	0,06	0,28	0,21
V. Æra	17.07.2000	6,69	2,19	0,119	0,63	10,0	275	8	12,9	0,40	1,90	38	38	3,59	0,17	0,28	0,92
V. Æra	04.09.2000	7,20	3,02	0,210	0,74	7,0	190	9	7,1	0,70	2,50	16	11	4,50	0,25	0,36	1,33
V. Æra	19.10.2000	6,71	2,42	0,123	0,90	9,0	340	72	12,8	0,70	2,30	47	46	3,86	0,25	0,30	1,06
V. Æra	27.06.2001	6,93	2,47	0,161	0,64	5,0	215	11	8,1	0,40	2,30	14	17	3,55	0,26	0,26	1,15
V. Æra	28.08.2001	6,89	2,75	0,196	1,50	9,0	250	18	10,9	0,60	1,90	20	17	4,53	0,21	0,35	1,20
V. Æra	13.06.2002	6,78	2,24	0,155	1,30	10,0	275	5	12,1	0,40	1,70	23	20	4,38	0,22	0,32	1,09
V. Æra	26.07.2002	6,52	2,13	0,139	1,00	10,0	300	<1	17,3	0,41	1,55	37	32	4,29	0,13	0,35	0,99
V. Æra	27.08.2002	7,13	3,65	0,287	1,60	8,0	235	18	7,9	0,60	2,47	14	9	6,04	0,32	0,53	1,51
V. Æra	02.10.2002	7,20	3,54	0,284	1,10	6,0	190	23	4,9	0,67	2,63	12	<5	5,88	0,27	0,47	1,55
	Min	6,52	2,13	0,119	0,63	5,0	190	5	4,9	0,40	1,55	12	9	3,55	0,13	0,26	0,92
	Maks	7,20	3,65	0,287	1,60	10,0	340	72	17,3	0,70	2,63	47	46	6,04	0,32	0,53	1,55
	Middel	6,89	2,71	0,186	1,05	8,2	252	21	10,4	0,54	2,14	25	21	4,51	0,23	0,36	1,20
	Median	6,89	2,47	0,161	1,00	9,0	250	15	10,9	0,60	2,30	20	17	4,38	0,25	0,35	1,15
	St. avvik	0,24	0,57	0,064	0,36	1,9	51	22	3,8	0,14	0,39	13	14	0,90	0,06	0,09	0,22
Rena v. Flåtestøa	13.06.2002	7,24	3,52	0,258	0,40	5,0	200	74	3,7	0,86	2,91	14	7	5,71	0,64	0,82	0,97
Rena v. Flåtestøa	26.07.2002	7,07	3,06	0,224	0,93	6,0	220	47	4,9	0,72	2,42	11	<5	4,61	0,53	0,68	0,90

Tabell I forts. Analyseresultater av generell vannkvalitet og hovedioner, 2000-2002.

Ved Al/R eller Al/II <5 har vi brukt 3 µg/l for beregning av middelv. etc.

Lokalitet	Dato	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FNU	Tot-P µgP/l	Tot-N µgN/l	NO3-N µgN/l	TOC mgC/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l
Rena v. Flåtestøa	27.08.2002	7,27	4,03	0,308	0,62	5,0	175	31	3,1	0,84	3,08	8	<5	6,02	0,66	0,89	0,98
Rena v. Flåtestøa	02.10.2002	7,28	3,87	0,296	0,30	4,0	210	77	3,3	0,84	3,03	10	<5	6,00	0,61	0,82	1,00
	Min	7,07	3,06	0,224	0,30	4,0	175	31	3,1	0,72	2,42	8	<5	4,61	0,53	0,68	0,90
	Maks	7,28	4,03	0,308	0,93	6,0	220	77	4,9	0,86	3,08	14	7	6,02	0,66	0,89	1,00
	Middel	7,22	3,62	0,272	0,56	5,0	201	57	3,8	0,82	2,86	11	4	5,59	0,61	0,80	0,96
	Median	7,26	3,70	0,277	0,51	5,0	205	61	3,5	0,84	2,97	11	3	5,86	0,63	0,82	0,98
	St. avvik	0,10	0,43	0,038	0,28	0,8	19	22	0,8	0,06	0,30	3	2	0,67	0,06	0,09	0,04
Utl. Flåtestøtj.	13.06.2002	6,50	2,26	0,117	0,84	7,0	355	2	13,6	0,89	1,88	84	67	3,40	0,16	0,47	1,44
Utl. Flåtestøtj.	26.07.2002	6,61	2,47	0,135	1,30	8,0	415	<1	13,2	1,03	1,97	68	59	3,44	0,14	0,51	1,57
Utl. Flåtestøtj.	27.08.2002	6,61	2,85	0,160	1,40	7,0	430	2	12,9	1,26	2,19	58	51	3,76	0,17	0,56	1,84
Utl. Flåtestøtj.	02.10.2002	6,83	3,09	0,179	0,86	5,0	490	5	12,3	1,49	2,32	49	41	4,10	0,16	0,56	2,04
	Min	6,50	2,26	0,117	0,84	5,0	355	2	12,3	0,89	1,88	49	41	3,40	0,14	0,47	1,44
	Maks	6,83	3,09	0,179	1,40	8,0	490	5	13,6	1,49	2,32	84	67	4,10	0,17	0,56	2,04
	Middel	6,64	2,67	0,148	1,10	6,8	423	3	13,0	1,17	2,09	65	55	3,68	0,16	0,53	1,72
	Median	6,61	2,66	0,148	1,08	7,0	423	2	13,1	1,15	2,08	63	55	3,60	0,16	0,54	1,71
	St. avvik	0,14	0,37	0,027	0,29	1,3	55	2	0,5	0,26	0,20	15	11	0,33	0,01	0,04	0,27
Dønna	20.07.2000	7,15	3,74	0,227	0,45	6,0	195	10	6,9	0,60	4,80	25	19	5,62	0,27	0,43	1,35
Dønna	05.09.2000	7,39	4,50	0,286	0,36	4,0	146	17	4,7	0,80	5,50	15	8	6,65	0,32	0,50	1,57
Dønna	19.10.2000	7,12	3,65	0,198	0,40	7,0	280	63	8,3	1,00	4,70	42	36	5,38	0,40	0,41	1,36
Dønna	27.06.2001	7,08	3,70	0,232	0,33	4,0	355	16	6,2	0,50	3,60	22	18	4,88	0,47	0,33	1,26
Dønna	28.08.2001	7,14	3,92	0,256	0,84	6,0	220	30	7,7	0,70	4,50	20	15	6,19	0,38	0,45	1,53
Dønna	13.06.2002	7,08	3,38	0,223	0,72	7,0	250	20	9,4	0,47	3,91	27	21	6,24	0,31	0,45	1,37
Dønna	26.07.2002	7,01	3,25	0,214	0,73	7,0	280	47	9,1	0,53	3,82	32	24	5,66	0,29	0,42	1,37
Dønna	27.08.2002	7,28	4,80	0,340	0,32	4,0	190	46	4,0	0,69	5,50	8	<5	7,75	0,39	0,58	1,75
Dønna	02.10.2002	7,35	5,16	0,360	0,40	4,0	215	87	3,4	0,75	5,92	9	<5	8,63	0,35	0,60	1,72
	Min	7,01	3,25	0,198	0,32	4,0	146	10	3,4	0,47	3,60	8	8	4,88	0,27	0,33	1,26
	Maks	7,39	5,16	0,360	0,84	7,0	355	87	9,4	1,00	5,92	42	36	8,63	0,47	0,60	1,75
	Middel	7,18	4,01	0,260	0,51	5,4	237	37	6,6	0,67	4,69	22	16	6,33	0,35	0,46	1,48
	Median	7,14	3,74	0,232	0,40	6,0	220	30	6,9	0,69	4,70	22	18	6,19	0,35	0,45	1,37
	St. avvik	0,13	0,67	0,058	0,20	1,3	67	27	2,2	0,18	0,82	11	11	1,25	0,07	0,09	0,18

Tabell I forts. Analyseresultater av generell vannkvalitet og hovedioner, 2000-2002.

Ved Al/R eller Al/II <5 har vi brukt 3 µg/l for beregning av middelv. etc.

Lokalitet	Dato	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FNU	Tot-P µgP/l	Tot-N µgN/l	NO3-N µgN/l	TOC mgC/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l
Svartbekken	20.07.2000	5,88	1,56	0,064	1,60	35,0	320	1	16,5	0,50	1,10	70	60	2,42	0,07	0,23	0,84
Svartbekken	05.09.2000	6,73	1,98	0,113	2,80	44,0	280	3	12,4	0,60	1,70	54	41	3,03	0,10	0,29	1,22
Svartbekken	19.10.2000	5,52	1,66	0,050	1,20	27,0	350	35	15,6	0,70	1,50	96	98	2,06	0,14	0,20	0,82
Svartbekken	13.06.2002	5,90	1,60	0,080	0,88	21,0	305	<1	19,8	0,33	1,06	61	55	3,00	0,07	0,28	0,93
Svartbekken	26.07.2002	5,66	1,59	0,070	1,00	30,0	325	<1	19,6	0,40	1,17	73	68	2,56	0,05	0,27	0,90
Svartbekken	27.08.2002	7,03	2,76	0,209	4,40	41,0	220	<1	8,4	0,61	2,32	29	29	4,30	0,13	0,44	1,76
Svartbekken	02.10.2002	7,21	3,04	0,245	3,50	31,0	195	<1	7,1	0,66	2,17	21	17	4,82	0,16	0,44	1,77
	Min	5,52	1,56	0,050	0,88	21,0	195	1	7,1	0,33	1,06	21	17	2,06	0,05	0,20	0,82
	Maks	7,21	3,04	0,245	4,40	44,0	350	35	19,8	0,70	2,32	96	98	4,82	0,16	0,44	1,77
	Middel	6,28	2,03	0,119	2,20	32,7	285	13	14,2	0,54	1,57	58	53	3,17	0,10	0,31	1,18
	Median	5,90	1,66	0,080	1,60	31,0	305	3	15,6	0,60	1,50	61	55	3,00	0,10	0,28	0,93
	St. avvik	0,69	0,62	0,077	1,38	8,0	57	19	5,1	0,14	0,51	26	27	1,02	0,04	0,10	0,42
Deia	20.07.2000	6,38	1,41	0,074	0,38	8,0	215	2	10,0	0,30	1,20	29	30	2,00	0,05	0,26	0,85
Deia	05.09.2000	6,91	1,86	0,117	0,40	8,0	144	3	6,0	0,50	2,00	15	12	2,47	0,10	0,33	1,20
Deia	19.10.2000	6,11	1,34	0,059	0,54	10,0	195	<1	8,8	0,40	1,70	42	46	1,59	0,10	0,22	0,78
Deia	27.06.2001	6,59	1,44	0,095	0,45	11,0	165	<1	6,5	0,30	1,70	17	17	1,71	0,08	0,20	0,91
Deia	28.08.2001	6,66	1,98	0,122	0,57	12,0	235	3	12,4	0,50	1,70	30	28	3,10	0,11	0,35	1,16
Deia	13.06.2002	6,50	1,44	0,093	0,29	10,0	210	<1	11,5	0,60	1,34	26	25	2,72	0,09	0,33	1,12
Deia	26.07.2002	6,37	1,37	0,086	0,54	9,0	195	<1	9,7	0,37	1,43	24	22	2,04	0,06	0,29	1,00
Deia	27.08.2002	7,09	2,30	0,173	0,38	6,0	132	<1	4,0	0,49	2,20	<5	<5	3,07	0,12	0,43	1,53
Deia	02.10.2002	7,15	2,56	0,202	0,33	6,0	137	3	5,3	0,55	2,20	5	<5	3,74	0,13	0,48	1,51
	Min	6,11	1,34	0,059	0,29	6,0	132	<1	4,0	0,30	1,20	<5	12	1,59	0,05	0,20	0,78
	Maks	7,15	2,56	0,202	0,57	12,0	235	3	12,4	0,60	2,20	42	46	3,74	0,13	0,48	1,53
	Middel	6,64	1,74	0,113	0,43	8,9	181		8,2	0,45	1,72	21	21	2,49	0,09	0,32	1,12
	Median	6,59	1,44	0,095	0,40	9,0	195		8,8	0,49	1,70	24	22	2,47	0,10	0,33	1,12
	St. avvik	0,35	0,45	0,047	0,10	2,1	38		2,9	0,11	0,36	13	14	0,72	0,03	0,09	0,27

Tabell II. Analyseresultater av metaller i vann, 2000-2002.																
		As	Ba	Bi	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	W	Zn
Lokalitet	Dato	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Knubba	17.07.2000		16,0				0,27				0,160	<0,2				2,1
Knubba	04.09.2000		14,0				0,31				0,090	<0,2				1,7
Knubba	19.10.2000		17,0				0,27				0,230	<0,2				2,4
Knubba	27.06.2001		13,0				0,24				0,100	<0,2				1,7
Knubba	28.08.2001		16,0				0,14				0,080	<0,2				1,5
Knubba	13.06.2002	0,10	15,2	<0,1	0,029	0,2	0,17	120	<0,1	0,21	0,130	0,05	<0,1	7,41	<0,5	1,9
Knubba	26.07.2002	0,10	15,2	<0,1	0,027	<0,1	0,16	120	<0,1	0,20	0,110	<0,05	<0,1	6,52	<0,5	1,8
Knubba	27.08.2002	0,09	14,1	<0,1	0,023	0,1	0,18	46	<0,1	0,10	0,041	<0,05	<0,1	8,61	<0,5	1,1
	Min	0,09	13,0	<0,1	0,023	<0,1	0,14	46	<0,1	0,10	0,041	<0,05	<0,1	6,52	<0,5	1,1
	Maks	0,10	17,0	<0,1	0,029	0,2	0,31	120	<0,1	0,21	0,230	0,05	<0,1	8,61	<0,5	2,4
	Middel	0,10	15,1		0,026		0,22	95		0,17	0,118			7,51		1,8
	Median	0,10	15,2		0,027		0,21	120		0,20	0,105			7,41		1,8
	St.avvik	0,01	1,3		0,003		0,06	43		0,06	0,057			1,05		0,4
Vesterengbkn.	13.06.2002	0,26	11,9	<0,1	0,100	0,3	0,33	434	<0,1	0,30	0,528	0,07	<0,1	7,34	<0,5	3,8
Vesterengbkn.	26.07.2002	0,21	9,7	<0,1	0,072	0,2	0,25	420	<0,1	0,28	0,229	<0,05	<0,1	7,58	<0,5	3,2
Vesterengbkn.	27.08.2002	0,10	7,2	<0,1	0,034	0,2	0,18	240	<0,1	0,20	0,130	<0,05	<0,1	10,80	<0,5	1,0
	Min	0,10	7,2	<0,1	0,034	0,2	0,18	240	<0,1	0,20	0,130	<0,05	<0,1	7,34	<0,5	1,0
	Maks	0,26	11,9	<0,1	0,100	0,3	0,33	434	<0,1	0,30	0,528	0,07	<0,1	10,80	<0,5	3,8
	Middel	0,19	9,6		0,069	0,2	0,25	365		0,26	0,296			8,57		2,6
	Median	0,21	9,7		0,072	0,2	0,25	420		0,28	0,229			7,58		3,2
	St.avvik	0,08	2,3		0,033	0,1	0,07	108		0,05	0,207			1,93		1,5
Ø. Æra	17.07.2000		11,0				0,37				0,330	<0,2				3,1
Ø. Æra	04.09.2000		6,8				0,29				0,160	<0,2				1,2
Ø. Æra	19.10.2000		10,0				0,42				0,360	<0,2				3,5
Ø. Æra	27.06.2001		5,6				0,28				0,130	<0,2				1,2
Ø. Æra	28.08.2001		10,0				0,20				0,150	<0,2				2,1
Ø. Æra	13.06.2002	0,32	8,2	<0,1	0,150	0,3	0,24	690	<0,1	0,27	0,203	0,06	<0,1	10,80	<0,5	2,3
Ø. Æra	26.07.2002	0,35	11,2	<0,1	0,281	0,3	1,13	1090	<0,1	0,36	0,293	<0,05	<0,1	10,70	<0,5	3,6
Ø. Æra	27.08.2002	0,39	8,7	<0,1	0,284	0,3	0,15	1280	<0,1	0,21	0,170	<0,05	<0,1	14,70	<0,5	1,4
	Min	0,32	5,6	<0,1	0,150	0,3	0,15	690	<0,1	0,21	0,130	<0,05	<0,1	10,70	<0,5	1,2

Tabell II forts.		As	Ba	Bi	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	W	Zn
Lokalitet	Dato	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Ø. Æra	Maks	0,39	11,2	<0,1	0,284	0,3	1,13	1280	<0,1	0,36	0,360	0,06	<0,1	14,70	<0,5	3,6
	Middel	0,35	8,9		0,238	0,3	0,39	1020		0,28	0,225			12,07		2,3
	Median	0,35	9,4		0,281	0,3	0,29	1090		0,27	0,187			10,80		2,2
	St.avvik	0,04	2,0		0,077	0,0	0,31	301		0,08	0,090			2,28		1,0
Trøbekken	17.07.2000		13,0				0,46				0,240	<0,2				3,3
Trøbekken	04.09.2000		9,3				0,31				0,170	<0,2				1,7
Trøbekken	19.10.2000		13,0				0,38				0,240	<0,2				3,3
Trøbekken	27.06.2001		8,7				0,34				0,150	<0,2				2,1
Trøbekken	28.08.2001		8,9				0,19				0,150	<0,2				1,8
Trøbekken	13.06.2002	0,26	7,7	<0,1	0,140	0,3	0,24	694	<0,1	0,32	0,130	<0,05	<0,1	14,40	<0,5	1,8
Trøbekken	26.07.2002	0,33	12,6	<0,1	0,274	0,4	0,32	1100	<0,1	0,50	0,190	<0,05	<0,1	16,10	<0,5	3,2
Trøbekken	27.08.2002	0,37	8,0	<0,1	0,429	0,3	0,15	1620	<0,1	0,56	0,130	<0,05	<0,1	22,90	<0,5	1,8
	Min	0,26	7,7	<0,1	0,140	0,3	0,15	694	<0,1	0,32	0,130	<0,05	<0,1	14,40	<0,5	1,7
	Maks	0,37	13,0	<0,1	0,429	0,4	0,46	1620	<0,1	0,56	0,240	<0,2	<0,1	22,90	<0,5	3,3
	Middel	0,32	10,2		0,281	0,3	0,30	1138		0,46	0,175			17,80		2,4
	Median	0,33	9,1		0,274	0,3	0,31	1100		0,50	0,160			16,10		2,0
	St.avvik	0,06	2,3		0,145	0,0	0,10	464		0,12	0,045			4,50		0,7
V. Æra	17.07.2000		12,0				0,42				0,170	<0,2				1,6
V. Æra	04.09.2000		8,6				0,37				0,110	<0,2				1,1
V. Æra	19.10.2000		13,0				0,38				0,210	<0,2				2,0
V. Æra	27.06.2001		7,5				0,29				0,090	<0,2				0,8
V. Æra	28.08.2001		8,9				0,19				0,100	<0,2				1,0
V. Æra	13.06.2002	0,20	7,8	<0,1	0,092	0,2	0,19	548	<0,1	0,21	0,110	<0,05	<0,1	13,00	<0,5	1,2
V. Æra	26.07.2002	0,26	12,2	<0,1	0,120	0,3	0,20	803	<0,1	0,29	0,170	0,09	<0,1	15,20	<0,5	2,0
V. Æra	27.08.2002	0,20	8,3	<0,1	0,072	0,2	0,18	736	<0,1	0,20	0,078	<0,05	<0,1	21,00	<0,5	0,9
	Min	0,20	7,5	<0,1	0,072	0,2	0,18	548	<0,1	0,20	0,078	<0,05	<0,1	13,00	<0,5	0,8
	Maks	0,26	13,0	<0,1	0,120	0,3	0,42	803	<0,1	0,29	0,210	0,09	<0,1	21,00	<0,5	2,0
	Middel	0,22	9,8		0,095	0,2	0,28	696		0,23	0,130			16,40		1,3
	Median	0,20	8,8		0,092	0,2	0,25	736		0,21	0,110			15,20		1,2
	St.avvik	0,03	2,2		0,024	0,1	0,10	132		0,05	0,047			4,13		0,5

Tabell II forts.		As	Ba	Bi	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	W	Zn
Lokalitet	Dato	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Rena v. Flåtest.	13.06.2002	0,08	38,4	<0,1	0,020	0,3	1,84	61	<0,1	0,34	0,028	<0,05	<0,1	18,80	<0,5	4,9
Rena v. Flåtest.	26.07.2002	0,10	35,7	<0,1	0,025	0,2	1,53	110	<0,1	0,34	0,049	<0,05	<0,1	17,10	<0,5	3,9
Rena v. Flåtest.	27.08.2002	0,06	46,7	<0,1	0,020	0,3	2,32	81	<0,1	0,36	0,031	<0,05	<0,1	20,50	<0,5	4,0
	Min	0,06	35,7	<0,1	0,020	0,2	1,53	61	<0,1	0,34	0,028	<0,05	<0,1	17,10	<0,5	3,9
	Maks	0,10	46,7	<0,1	0,025	0,3	2,32	110	<0,1	0,36	0,049	<0,05	<0,1	20,50	<0,5	4,9
	Middel	0,08	40,3		0,022	0,3	1,90	84		0,35	0,036			18,80		4,2
	Median	0,08	38,4		0,020	0,3	1,84	81		0,34	0,031			18,80		4,0
	St.avvik	0,02	5,7		0,003	0,1	0,40	25		0,01	0,011			1,70		0,6
Utl. Flåtestøtj.	13.06.2002	0,20	28,8	<0,1	0,043	0,3	0,59	200	<0,1	0,10	0,227	<0,05	<0,1	26,00	<0,5	2,1
Utl. Flåtestøtj.	26.07.2002	0,20	29,6	<0,1	0,027	0,3	0,52	200	<0,1	0,08	0,216	0,06	<0,1	30,30	<0,5	1,5
Utl. Flåtestøtj.	27.08.2002	0,20	31,3	<0,1	0,047	0,5	0,87	260	<0,1	0,09	0,206	<0,05	<0,1	35,90	<0,5	1,7
	Min	0,20	28,8	<0,1	0,027	0,3	0,52	200	<0,1	0,08	0,206	<0,05	<0,1	26,00	<0,5	1,5
	Maks	0,20	31,3	<0,1	0,047	0,5	0,87	260	<0,1	0,10	0,227	0,06	<0,1	35,90	<0,5	2,1
	Middel	0,20	29,9		0,039	0,4	0,66	220		0,09	0,216			30,73		1,8
	Median	0,20	29,6		0,043	0,3	0,59	200		0,09	0,216			30,30		1,7
	St.avvik	0,00	1,3		0,011	0,1	0,18	35		0,01	0,011			4,96		0,3
Dønna	20.07.2000		11,0				0,40				0,080	<0,2				2,4
Dønna	05.09.2000		11,0				0,31				0,030	<0,2				1,5
Dønna	19.10.2000		13,0				0,43				0,110	<0,2				3,2
Dønna	27.06.2001		9,3				0,32				0,050	<0,2				1,5
Dønna	28.08.2001		10,0				0,20				0,060	<0,2				2,0
Dønna	13.06.2002	0,20	9,0	<0,1	0,048	0,3	0,41	190	<0,1	0,20	0,071	<0,05	<0,1	18,00	<0,5	3,2
Dønna	26.07.2002	0,10	10,3	<0,1	0,048	0,3	0,33	220	<0,1	0,27	0,072	<0,05	<0,1	18,10	<0,5	2,7
Dønna	27.08.2002	0,10	10,3	<0,1	0,022	0,4	0,21	79	<0,1	0,08	0,021	<0,05	<0,1	25,70	<0,5	1,1
	Min	0,10	9,0	<0,1	0,022	0,3	0,20	79	<0,1	0,08	0,021	<0,05	<0,1	18,00	<0,5	1,1
	Maks	0,20	13,0	<0,1	0,048	0,4	0,43	220	<0,1	0,27	0,110	<0,2	<0,1	25,70	<0,5	3,2
	Middel	0,13	10,5		0,039	0,3	0,33	163		0,18	0,062			20,60		2,2
	Median	0,10	10,3		0,048	0,3	0,33	190		0,20	0,066			18,10		2,2
	St.avvik	0,06	1,2		0,015	0,1	0,09	74		0,10	0,028			4,42		0,8

Tabell II forts.		As	Ba	Bi	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	W	Zn
Lokalitet	Dato	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Svartbekken	20.07.2000		9,0				0,27				0,630	<0,2				2,9
Svartbekken	05.09.2000		6,6				0,25				0,480	<0,2				1,2
Svartbekken	19.10.2000		10,0				0,26				0,610	<0,2				3,0
Svartbekken	13.06.2002	0,37	7,8	<0,1	0,160	0,3	0,17	1020	<0,1	0,21	0,377	0,05	<0,1	8,13	<0,5	3,0
Svartbekken	26.07.2002	0,46	9,9	<0,1	0,294	0,3	0,14	1650	<0,1	0,29	0,493	0,07	<0,1	8,08	<0,5	3,9
Svartbekken	27.08.2002	0,69	3,6	0,44	0,088	0,3	0,09	2120	0,7	0,10	0,283	0,10	0,2	11,90	0,8	0,8
	Min	0,37	3,6	<0,1	0,088	0,3	0,09	1020	<0,1	0,10	0,283	0,05	<0,1	8,08	<0,5	0,8
	Maks	0,69	10,0	0,44	0,294	0,3	0,27	2120	0,7	0,29	0,630	0,10	0,2	11,90	0,8	3,9
	Middel	0,51	7,8		0,181	0,3	0,20	1597		0,20	0,479	0,07		9,37		2,5
	Median	0,46	8,4		0,160	0,3	0,21	1650		0,21	0,487	0,07		8,13		3,0
	St.avvik	0,17	2,4		0,105	0,0	0,07	552		0,10	0,133	0,03		2,19		1,2
Deia	20.07.2000		8,9				0,31				0,190	<0,2				1,8
Deia	05.09.2000		7,5				0,24				0,130	<0,2				1,1
Deia	19.10.2000		9,5				0,27				0,270	<0,2				2,3
Deia	27.06.2001		5,6				0,20				0,120	<0,2				1,0
Deia	28.08.2001		8,6				0,15				0,120	<0,2				1,3
Deia	13.06.2002	0,20	7,6	<0,1	0,032	0,2	0,13	240	<0,1	0,20	0,110	<0,05	<0,1	7,71	<0,5	1,5
Deia	26.07.2002	0,20	8,3	<0,1	0,036	0,1	0,12	250	<0,1	0,20	0,110	<0,05	<0,1	6,84	<0,5	3,9
Deia	27.08.2002	0,21	5,9	0,2	0,031	0,2	0,10	130	0,3	0,10	0,063	0,06	0,1	10,60	<0,5	0,5
	Min	0,20	5,6	<0,1	0,031	0,1	0,10	130	<0,1	0,10	0,063	<0,05	<0,1	6,84	<0,5	0,5
	Maks	0,21	9,5	0,2	0,036	0,2	0,31	250	0,3	0,20	0,270	0,06	0,1	10,60	<0,5	3,9
	Middel	0,20	7,7		0,033	0,2	0,19	207		0,17	0,139			8,38		1,7
	Median	0,20	7,9		0,032	0,2	0,18	240		0,20	0,120			7,71		1,4
	St.avvik	0,01	1,4		0,003	0,1	0,08	67		0,06	0,063			1,97		1,0

Tabell III. Analyseresultater av metaller i vannmoser (<i>Fontinalis</i> spp.), 2000-2002.						
		Cu	Pb	Sb	Zn	Ba
Lokalitet	Dato	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV
Knubba	17.07.2000	6,70	2,20	<0,2	48,0	124,0
Knubba	04.09.2000	6,70	2,30	<0,2	22,0	125,0
Knubba	19.10.2000	13,00	4,60	<0,2	55,0	147,0
Knubba	27.06.2001	5,50	4,30	<0,2	22,0	171,0
Knubba	28.08.2001	4,00	5,70	1,60	83,0	53,0
Knubba	13.06.2002	5,00	2,83	0,02	24,9	149,0
Knubba	26.07.2002	4,47	6,22	0,03	24,1	177,0
Knubba	27.08.2002	3,26	1,91	0,04	27,1	164,0
	Min	3,26	1,91	0,02	22,0	53,0
	Max	13,00	6,22	1,60	83,0	177,0
	Middel	6,08	3,76		38,3	138,8
	Median	5,25	3,57		26,0	148,0
	St.avvik	3,05	1,68		22,1	39,8
Vesterengbkn.	13.06.2002	10,50	3,92	0,01	117,0	51,1
Vesterengbkn.	26.07.2002	6,51	3,28	0,02	202,0	50,4
Vesterengbkn.	27.08.2002	5,87	1,93	0,03	122,0	37,5
	Min	5,87	1,93	0,01	117,0	37,5
	Max	10,50	3,92	0,03	202,0	51,1
	Middel	7,63	3,04	0,02	147,0	46,3
	Median	6,51	3,28	0,02	122,0	50,4
	St.avvik	2,51	1,02	0,01	47,7	7,7
Ø. Æra	17.07.2000	6,00	7,30	<0,2	100,0	71,0
Ø. Æra	04.09.2000	6,60	4,40	<0,2	107,0	64,0
Ø. Æra	19.10.2000	8,00	2,50	<0,2	66,0	64,0
Ø. Æra	27.06.2001	5,50	5,20	0,50	38,0	59,0
Ø. Æra	28.08.2001	4,30	3,20	<0,18	20,0	147,0
Ø. Æra	13.06.2002	4,11	6,32	0,04	94,9	80,2
Ø. Æra	26.07.2002	4,83	3,11	0,03	104,0	78,0
Ø. Æra	27.08.2002	4,20	1,61	0,05	132,0	89,5
	Min	4,11	1,61	0,03	20,0	59,0
	Max	8,00	7,30	0,50	132,0	147,0
	Middel	5,44	4,21		82,7	81,6
	Median	5,17	3,80		97,5	74,5
	St.avvik	1,37	1,96		38,0	28,3
Trøbekken	17.07.2000	16,00	2,40	<0,2	33,0	50,0
Trøbekken	04.09.2000	10,00	2,10	<0,2	30,0	236,0
Trøbekken	19.10.2000	10,00	3,00	<0,2	32,0	154,0
Trøbekken	27.06.2001	6,40	3,40	<0,2	31,0	120,0
Trøbekken	28.08.2001	3,90	2,90	<0,18	174,0	102,0
Trøbekken	26.07.2002	8,11	2,68	0,03	25,9	69,5
Trøbekken	27.08.2002	7,46	2,09	0,04	36,4	264,0
Trøbekken	02.10.2002	6,67	1,16	0,04	32,9	285,0

Tabell III forts.						
		Cu	Pb	Sb	Zn	Ba
Lokalitet	Dato	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV
Trøbekken	Min	3,90	1,16	0,03	25,9	50,0
	Max	16,00	3,40	0,04	174,0	285,0
	Middel	8,57	2,47		49,4	160,1
	Median	7,79	2,54		32,5	137,0
	St.avvik	3,60	0,69		50,4	90,6
V. Æra	17.07.2000	5,80	7,20	<0,2	142,0	310,0
V. Æra	04.09.2000	6,40	3,50	<0,2	150,0	346,0
V. Æra	19.10.2000	6,40	10,00	<0,2	232,0	780,0
V. Æra	27.06.2001	4,90	3,10	<0,2	96,0	112,0
V. Æra	28.08.2001	6,60	2,80	<0,18	37,0	223,0
V. Æra	13.06.2002	4,77	5,42	0,04	145,0	341,0
V. Æra	26.07.2002	5,82	1,36	0,05	34,8	53,6
V. Æra	27.08.2002	3,66	3,46	0,06	336,0	537,0
	Min	3,66	1,36	0,04	34,8	53,6
	Max	6,60	10,00	0,06	336,0	780,0
	Middel	5,54	4,61		146,6	337,8
	Median	5,81	3,48		143,5	325,5
	St.avvik	1,02	2,81		100,2	233,3
Rena v. Flåtestøa	13.06.2002	25,70	1,74	0,02	155,0	192,0
Rena v. Flåtestøa	26.07.2002	17,60	1,45	0,03	133,0	202,0
Rena v. Flåtestøa	27.08.2002	27,10	2,22	0,05	210,0	282,0
	Min	17,60	1,45	0,02	133,0	192,0
	Max	27,10	2,22	0,05	210,0	282,0
	Middel	23,47	1,80	0,03	166,0	225,3
	Median	25,70	1,74	0,03	155,0	202,0
	St.avvik	5,13	0,39	0,02	39,7	49,3
Utl. Flåtestøtj.	26.07.2002	11,50	5,56	0,03	26,8	132,0
Utl. Flåtestøtj.	27.08.2002	11,40	6,50	0,06	32,3	146,0
Utl. Flåtestøtj.	02.10.2002	13,20	6,74	0,04	36,7	158,0
	Min	11,40	5,56	0,03	26,8	132,0
	Max	13,20	6,74	0,06	36,7	158,0
	Middel	12,03	6,27	0,04	31,9	145,3
	Median	11,50	6,50	0,04	32,3	146,0
	St.avvik	1,01	0,62	0,02	5,0	13,0
Dønna	20.07.2000	5,00	3,50	<0,2	145,0	131,0
Dønna	05.09.2000	8,90	1,90	<0,2	90,0	87,0
Dønna	19.10.2000	6,10	3,70	<0,2	106,0	151,0
Dønna	27.06.2001	5,70	2,90	<0,2	66,0	104,0
Dønna	28.08.2001	3,50	3,70	<0,18	217,0	
Dønna	13.06.2002	5,53	2,05	0,03	50,0	75,3
Dønna	26.07.2002	2,92	1,82	0,02	87,0	115,0

Tabell III forts.						
		Cu	Pb	Sb	Zn	Ba
Lokalitet	Dato	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV	µg/g TV
Dønna	27.08.2002	2,94	1,42	0,04	157,0	78,1
	Min	2,92	1,42	0,02	50,0	75,3
	Max	8,90	3,70	0,04	217,0	151,0
	Middel	5,07	2,62		114,8	105,9
	Median	5,27	2,48		98,0	104,0
	St.avvik	2,00	0,93		55,0	28,3
Svartbekken	20.07.2000	5,60	6,80	<0,2	63,0	38,0
Svartbekken	05.09.2000	6,50	4,00	<0,2	100,0	49,0
Svartbekken	19.10.2000	9,20	3,80	<0,2	77,0	61,0
Svartbekken	13.06.2002	5,30	4,20	0,02	73,6	41,8
Svartbekken	26.07.2002	4,45	4,12	0,05	94,6	49,6
Svartbekken	27.08.2002	2,69	2,44	0,03	159,0	43,5
	Min	2,69	2,44	0,02	63,0	38,0
	Max	9,20	6,80	0,05	159,0	61,0
	Middel	5,62	4,23	0,03	94,5	47,2
	Median	5,45	4,06	0,03	85,8	46,3
	St.avvik	2,17	1,42	0,02	34,4	8,1
Deia	20.07.2000	4,70	8,10	<0,2	19,0	86,0
Deia	05.09.2000	4,90	7,80	<0,2	20,0	88,0
Deia	19.10.2000	5,80	6,10	<0,2	4,0	97,0
Deia	27.06.2001	4,40	12,00	<0,2	36,0	78,0
Deia	28.08.2001	2,80	1,30	<0,18	70,0	96,0
Deia	13.06.2002	4,06	8,45	0,03	25,5	82,9
Deia	26.07.2002	3,73	2,75	0,03	19,2	59,3
Deia	27.08.2002	2,31	1,64	0,04	30,5	58,1
	Min	2,31	1,30	0,03	4,0	58,1
	Max	5,80	12,00	0,04	70,0	97,0
	Middel	4,09	6,02		28,0	80,7
	Median	4,23	6,95		22,8	84,5
	St.avvik	1,13	3,80		19,4	14,9

Tabell IV. Oversikt over metoder for analyser av vann og vannmoser.

Analyse	Medium	NIVA metodebetegnelse
pH	Vann	A 1: Elektrometrisk bestemmelse av pH med SP 100 analyserobot.
Konduktivitet (Kond.)	Vann	A 2: Bestemmelse av konduktivitet med SP 100 analyserobot. Måleenhet mS/m.
Alkalitet (Alk.)	Vann	C 1: Manuell best. av alkalitet ved potensiometrisk best. med Mettler memotitrator. Måleenhet mmol/l.
Turbiditet	Vann	A 4-2: Turbiditet. Uttrykk for prøvens innhold av partikler. Best. ved at spredning av lys ved 860 nm i prøven i henhold til NS-ISO 7027 sammenlignes med lysspredning i en kalibreringsløsning, Hach Model 2100 AN Turbidimeter. Måleenhet FNU.
Total-fosfor (Tot-P)	Vann	D 2-1: Best. av totalfosfor i ferskvann og sjøvann med Skalar Autoanalysator etter oppslutning med peroksodisulfat. Måleenhet µg/l.
Total-nitrogen (Tot-N)	Vann	D 6-1: Best. av nitrogen i ferskvann og sjøvann etter oppslutning med peroksodisulfat, sluttbestemmelse med Skalar Autoanalysator. Måleenhet µg/l.
Totalt organisk karbon (TOC)	Vann	G 4-2: Bestemmelse av TOC med peroksodisulfat/UV-metoden. Måleenhet mg/l.
Nitrat (NO ₃ -N), Klorid (Cl), Sulfat (SO ₄), Kalsium (Ca), Kalium (K), Magnesium (Mg) og Natrium (Na)	Vann	C 4-3: Bestemmelse av anioner og kationer med Dionex IC25 ionekromatograf. Måleenhet mg/l.
Aluminium (Al/R og Al/II)	Vann	E 3-2: Fotometrisk best. av reaktivt og ikke-labilt aluminium med Skalar Autoanalysator. Måleenhet µg/l.
Arsen (As), Barium (Ba), Vismut (Bi), Kobolt (Co), Krom (Cr), Kobber (Cu), Jern (Fe), Molybden (Mo), Nikkel (Ni), Bly (Pb), Antimon (Sb), Tinn (Sn), Strontium (Sr), Wolfram (W) og sink (Zn)	Vann	E 8-3: Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS. Perkin-Elmer Sciex Elan 6000 ICP-MS, utstyrt med P-E autosampler AS-90, AS-90b prøvebrett og P-E Rinsing kit. Måleenhet µg/l.
Ba, Cu, Pb, Sb og Zn	Vannmoser	E 8-3: Se ovenfor. Oppslutning med salpetersyre. Måleenhet µg/g.