

RAPPORT LNR 3820-98

Vannkvaliteten i Grunna i 1997

Effekter av kalking i Grunna
Ringsaker kommune 1994-97



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 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
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel VANNKVALITETEN I GRUNNA I 1997. Effekter av kalking i Grunna, Ringsaker kommune, 1994 - 1997.	Løpenr. (for bestilling) 3820-98	Dato April 1998
	Prosjektnr. Undernr. O-97057	Sider Pris 25
Forfatter(e) Gösta Kjellberg	Fagområde Vassdrag	Distribusjon Fri
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse Tore Qvenild
--	--

Sammendrag

Grunna har årlig blitt kalket f.o.m. 1994 med hensikt å forbedre levevilkårene for ørret, samt å hindre at det skal oppstå kroniske forsureningskader på flora og fauna. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen ønsket å klarlegge vannkvaliteten etter dette tiltaket og resultatene som her rapporteres fra undersøkelsen i 1997 kan jevnføres med resultatene som foreligger fra perioden like før kalking.

Kalkingen har hatt ønsket og forventet effekt og bidratt til at Grunna for tiden har en pH som ligger i området kring pH 6. Økt pH og mindre giftig vann har bidratt til å skape bedre levevilkår og mulighet for reetablering av mer forsuringfølsomme organismer. Grunna har nå pH-verdier som antagelig er mer i samsvar med forventet naturtilstand. Grunnas bufferevne overfor tilførsel av surt vann er likevel fortsatt svak. "Surstøter" i forbindelse med våravsmeltingen kan derfor fortsatt skape problemer og bidra til forsureningskader. For å unngå en ny forsuring og for å redusere effekten av "surstøter" må Grunna jevnlig kalkes.

Fire norske emneord 1. Grunna 2. Kalking 3. Kjemiske forhold 4. Biologiske forhold	Fire engelske emneord 1. Lake Grunna 2. Liming 3. Water chemistry 4. Water biology
---	---


 Prosjektleder

ISBN 82-577-3398-9


 Forskningsjef

VANNKVALITETEN I GRUNNA I 1997.

Effekter av kalking i Grunna, Ringsaker kommune, 1994 - 1997.

Forord

Denne rapporten omhandler resultatene av en undersøkelse av vannkvaliteten i Grunna sommeren 1997. Målsetningen var å klarlegge vannkvaliteten etter at Grunna var blitt kalket. Kalkingen startet i 1994. Resultatene fra undersøkelsen i 1997 er jevnført med resultatene fra en liknende undersøkelse i 1993. Prosjektet er finansiert av Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen og ble kontraktfestet 5 mars 1997. Kontaktperson i miljøvernavdelingen har vært vassdragsforvalter Tore Qvenild, mens Gösta Kjellberg har vært kontaktperson og prosjektansvarlig i NIVA.

Feltarbeidet ble gjennomført av G. Kjellberg, Jarl Eivind Løvik og Mette-Gun Nordheim (NIVA's Østlandsavdeling). Pål Brettum (NIVA, Oslo) har bearbeidet planteplanktonprøvene og J.E. Løvik har analysert krepsdyrplanktonet. De vannkjemiske analysene unntatt analyse av klorofyll ble utført av HIAS vannlaboratoriet. Klorofyllanalysene ble utført ved NIVA's vannlaboratorie i Oslo. Databearbeiding og rapportskrivning er utført ved NIVA's Østlandsavdeling.

Prosjektleder vil takke for godt samarbeide.

Ottestad april 1998

Gösta Kjellberg

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Materiale og metoder	9
3. Resultater og vurderinger	10
3.1 Vannkjemi og siktedyp.	10
3.2 Planteplankton.	12
3.3 Krepserplankton.	13
3.4 Bunndyr.	13
4. Sammenfattende diskusjon og konklusjon	14
5. Litteratur	16
6. Vedlegg	18

Sammendrag

Med hensikt å forbedre levevilkårene for ørret samt å hindre at det skal oppstå kroniske forsuringsskader på flora og fauna har Grunna årlig blitt kalket f.o.m. 1994. I disse år (1994 - 1997) er Grunna tilført 132 tonn kalk ved helikopter-kalking. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen ønsket å klarlegge vannkvaliteten etter dette tiltaket og resultatene fra undersøkelsene i 1996 og 1997 skulle jevnføres med resultatene som foreligger fra perioden før kalking. Vannkvaliteten i Grunna ble undersøkt av NIVA sommeren 1993 i forbindelse med en større undersøkelse av vannkvaliteten i Mesnavassdraget (Rognerud et al. 1994). Videre har Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen tatt kjemiske vannprøver ved innsjøens utløp i 1985 og i 1994 like før Grunna ble kalket samt i 1996 og 1997 (se vedlegg nr.3).

Målsettingen med undersøkelsen av Grunna i 1997 har vært å:

- Klarlegge vannkvaliteten i 1997.
- Sammenligne resultatene fra undersøkelsene i 1996 og 1997 med resultatene fra perioden før kalking.
- Klarlegge om kalkingen har medført noen forandringer i vannkvaliteten utover å bidra til økt pH og alkalitet.

Resultatene fra undersøkelsene i 1996 og 1997 viste at Grunna hadde sterkt humuspåvirket og svakt surt vann. Alkaliteten var lav og innsjøen hadde svak bufferevne. Videre at innsjøen hadde forhøyet konsentrasjon av næringsalter (særlig fosfor) som bidro til økt planteplanktonmengde og økt innslag av mer næringssaltkrevende arter. Grunna kan derfor betegnes som svakt mesotrof (oligomesotrof). Det er i første rekke den menneskelige (antropogene) aktiviteten i området som har bidratt til den økte næringssalttilførselen. Produksjonspotensialet i innsjøen har således økt jevnført med forventet naturgitt tilstand. Vurdert utfra foreliggende miljø- og brukerinteresser har Grunna akseptabel vannkvalitet og økt produksjonspotensiale gir mulighet for økt fiskeproduksjon. Ytterligere næringssaltbelastning vil likevel raskt kunne gi negative og ikke ønskede effekter dvs. mer eutrofe forhold med til tider ikke ønskede algeoppblomstringer og økt forekomst av høyere vegetasjon.

Kalkingen har hatt ønsket og forventet effekt og bidratt til at Grunna for tiden har en pH som ligger noe over pH 6. Før kalking ble det registrert $\text{pH} < 5,0$ i våravsmeltingen og $\text{pH} < 6,0$ på sommeren. Grunnas bufferevne overfor tilførsel av surt vann er likevel fortsatt svak. "Surstøter" i forbindelse med våravsmeltingen kan derfor fortsatt skape problemer og bidra til forsuringsskader. For å unngå en ny forsuring og for å redusere effekten av "surstøter" må Grunna jevnlig kalkes. Rekalkingen av Grunna foretas årlig for å nøytralisere årlig syretilførsel. Dosen skal muligens økes noe for å bedre alkaliteten (T. Qvenild pers. med.).

Jevnføres situasjonen i 1996 og 1997 med de forhold som ble registrert i perioden før kalking har Grunna fått høyere pH, alkalitet, kalsiumkonsentrasjon og ledningsevne. Det har ikke skjedd noen større forandring hva gjelder siktedyp, vannfarge og konsentrasjon av næringsalter (nitrogen og fosfor). Grunna ble også i 1993 vurdert som klart næringssaltbelastet og middels næringsrik (mesotrof) som resultat av økt næringssalttilførsel fra den menneskelige aktiviteten i området. Økt pH og sannsynligvis også lavere konsentrasjoner av toksiske metallforbindelser, dvs. mindre giftig vann, har bidratt til å skape bedre levevilkår og mulighet for reetablering av mer forsuringfølsomme organismer. Grunna har nå pH- og alkalitetsverdier samt en kalsiumkonsentrasjon som er mer i samsvar med forventet naturtilstand jevnført med situasjonen like før kalking. Dette gjelder sannsynligvis også flora og fauna som nå er mer i samsvar med de forhold som forelå før Grunna ble forsuret.

Summary

Title: Water chemistry and biology in lake Grunna.

Year: 1997.

Author: Gösta Kjellberg

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3398-9

Lake Grunna is acidified. The lake is limed to avoid decreased biodiversity and species elimination and to maintain recreational fishing. The biological aims are to detoxicate the water for the continued existence and recolonization of natural flora and fauna. The liming of Grunna have so long had a positive effect. Episodic acidification can still be a problem.

1. Innledning

Bakgrunn.

Grunna ligger i Ringsakerfjellet i et område med to store hyttefelt (Grunnåsen, Ljøsheim). Innsjøens rekreasjonsverdi og da særlig som fiskevann er derfor stor. Det finnes ørret og ørekyte i innsjøen. Innsjøens betydning som resipient for diffus avrenning må også nevnes. Den betydelige befolkningskonsentrasjonen som tidvis finnes i området vil være en permanent forurensningstrussel for vannkvaliteten i innsjøen. Forurensningseffekter som **fekal forurensning** (forekomst av tarmbakterier og risiko for forekomst av sykdomsfremkallende bakterier og virus) og **overgjødning** (uønsket stor forekomst av alger og/eller høyere vannplanter) står her sentralt. I tillegg kommer **forsuring** (tap av biodiversitet og produksjonsevne).

Morfometriske data for Grunna er gitt i tabell nr.1. Nedbørsfeltet er dominert av middels nærings- og kalkfattig Brøttumsandstein (NGU's geologiske landsoversikt). Videre avvanner tilrennende bekker store myrrealer. Dette bidrar til at Grunna fra naturens side har surt (pH < 7), humøst og tydelig brunfarget vann med lav bufferevne. Grunna er derfor følsom for tilførsel av surt vann (forsuring). Stort humusinnhold vil likevel til en viss grad redusere eventuelle skadeeffekter overfor flora og fauna ved å redusere gifteffektene fra metallforbindelser. Innsjøen dreneres via Grunnbekken til Åsta.

Tabell nr.1. Morfometriske data for Grunna.

H.o.h.	793 meter
Overflateareal	133,7 ha
Volum	2,674 mill. m ³
Nedbørsfelt	9,4 km ²
Midlere dybde	2,0 meter
Teoretisk oppholdstid	0.5 år

Vannkvaliteten i Grunna ble undersøkt av NIVA sommeren 1993 i forbindelse med en større undersøkelse av vannkvaliteten i Mesnavassdraget (Rognerud et al. 1994). Primærdata fra undersøkelsen i 1993 er gitt i vedlegg nr.2. Videre har Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen tatt kjemiske prøver ved innsjøens utløp i 1985 og i 1994 like før Grunna ble kalket samt i 1996 og 1997 (se vedlegg nr.3). Undersøkelsen i 1993 viste at Grunna hadde påslag av næringsalter som var forårsaket av den menneskelige aktiviteten i området. Grunna ble av NIVA betegnet som middels næringsrik (mesotrof) med en vannkvalitet som låg nær den som er typisk i næringsrike (eutrofe) innsjøer. Høye næringsaltkonsentrasjoner (særlig av fosfor), til tider høy planteplanktonmengde og forekomst av enkelte mer næringsaltkrevende algearter indikerte dette. Videre viste pH- og alkalitetmålingene fra 1985 og 1994 at Grunna hadde blitt forsuret og det ble i våravsmeltingen 1985 registrert pH-verdier < pH 5,0. Alkalitetverdier i området 0,01 mmol/l viser at Grunnas bufferevne overfor tilførsel av surt vann var meget svak på den tiden (se tabell 3). I 1993 ble det videre registrert stor forekomst av trådformete grønnalger (*Mougeotia sp.*) langs Grunnas strender. Dette kan også sees som en indikasjon på sure forhold (Alenäs et al. 1991).

Kombinasjonen av lavt pH og høye konsentrasjoner av enkelte aluminiumforbindelser er trolig hovedårsaken til at et flertall planter og dyr minker i antall eller dør ut i forsurede vassdrag (Dickson 1978). Lave pH-verdier øker mange metallers løslighet og giftighet. Høye konsentrasjoner av tungmetaller, jern og mangan kan derfor også ha betydning (Anderson og Nyberg 1984, Borg 1988). Videre kan også redusert tilgang på kalsium og HCO₃ ha negativ betydning for visse planter og dyr (Økland and Økland 1986). Ved pH < 5.5 skjer det biologiske forandringer ved at meget

forsuringfølsomme arter blir borte og reproduksjonsmulighetene for visse fiskearter blir redusert. Ved pH lavere en 5,0 skjer det mer drastiske forandringer og markert tap av biodiversitet og produksjonsevne. Høyt humusinnhold reduserer skadeeffektene ved å redusere gifteffekten fra metallforbindelser (Andersson og Andersson 1984, Hargeby og Petersen 1988, Bækken og Aanes 1990 og Bergquist et al. 1992). Den symptombehandling som for tiden benyttes for å redusere/hindre forsuringsskader er kalking (DN 1995).

Med hensikt å forbedre levevilkårene for ørret samt å hindre at det skal oppstå kroniske forsuringsskader på flora og fauna i Grunna, har innsjøen årlig blitt kalket f.o.m. 1994. I disse år er Grunna ved helikopterkalking tilført 131,6 tonn kalk årlig fordelt som vist nedenfor.

1994	Fint kalksteinsmel	30,3 tonn
1995	"	30,3 tonn
1996	"	30,0 tonn
1997	"	41,0 tonn

Miljøvernavdelingen ønsket å klarlegge vannkvaliteten etter dette tiltaket og resultatene fra undersøkelsene i 1996 og 1997 skulle jevnføres med resultatene som foreligger fra perioden før kalking. Miljøforvaltningens overordnede målsetning med kalkningsvirksomheten er for tiden å bevare biologisk mangfold.

Målsetting.

Målsettingen med undersøkelsen av Grunna i 1997 har vært å:

- Klarlegge vannkvaliteten i 1997.
- Jevnføre resultatene fra undersøkelsene i 1996 og 1997 med resultatene fra perioden før kalking.
- Klarlegge om kalkingen har medført noen forandringer i vannkvaliteten utover å bidra til økt pH og alkalitet.

2. Materiale og metoder

Sommeren 1997 ble det samlet inn kjemiske og biologiske prøver fra Grunna ved tre tidspunkter (17.7., 13.8. og 19.9.). Prøvene ble tatt i innsjøens sentrale parti.

Vannprøvene, som ble tatt som blandprøver (0 - 2 meter), ble analysert mhp pH, alkalitet, farge, tot-P, tot-N, NO₃ og total klorofyll *a*-konsentrasjon. Videre ble vanntemperatur og siktedyp registrert. SFT's klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen et al. 1997) er benyttet til å vurdere den generelle vannkvalitetstilstand og egnethet for friluftsbad og fritidsfiske. Fosforkonsentrasjonen relatert til næringsstatus (trofigrad) er vurdert etter vurderingsgrunnlag for innsjøer utarbeidet av Brettum (1989).

Planteplanktonprøvene ble også tatt som en blandprøve fra 0 - 2 meter. Disse er benyttet til å beskrive planteplanktonets mengde og artssammensetning. Næringsstatus (trofigrad) og eventuell overgjødning (eutrofiering) er vurdert etter vurderingsgrunnlag for innsjøer utarbeidet av Heinonen (1980), Brettum (1989) og Tikkanen og Willen (1992). Her legges det vekt på algebiomasse og forekomst av indikatorarter. Forurensningsgrad (overgjødning) bedømmes som avvik fra forventet naturtilstand.

Relativ fordeling og forekomst av de viktigste krepsdyrplankton (hoppekreps og vannlopper) er beregnet på bakgrunn av vertikale håvtrekk (maskevidde 60 µm). Predasjonspresset fra fisk er vurdert etter klassifiseringssystem utarbeidet av Løvik (in prep.). Dette system tar utgangspunkt i relasjonen mellom middellengden av vokse (eggbærende) hunner av dominerende art av *Daphnia spp.* og *Bosmina spp.* Økt predasjonspress gir mindre individstørrelse og overgang mot dominans av mer småvokste arter.

3. Resultater

3.1 Vannkjemi og siktedyp.

Primærdata for 1997 er gitt i tabell 2 og 4.

Siktedyp.

Grunnas nedbørsfelt består (som nevnt tidligere) i hovedsak av større myrområder. Dette gjør at innsjøen tilføres store mengder humusforbindelser. Grunna er derfor sterkt humuspåvirket med markert brunfarget vann og lavt siktedyp. Innsjøen er videre vindeksponert og grunn noe som ytterligere bidrar til tidvis å gjøre vannet humus- og partikkelrikt ved at bunnsediment lett virvles opp i de fri vannmasser.

Sommeren 1997 hadde Grunna et siktedyp på ca. 2 meter. Dette var i samsvar med forventet naturtilstand. Vurdert utfra SFT's klassifiseringssystem bedømmes tilstanden som "Mindre god" til "Dårlig". Egnetheten til friluftsbad og fritidsfiske vurderes som egnet til mindre god.

Tabell 2. Siktedyp og vannfarge i Grunna i 1997.

Dato	17.7.-97.	13.8.-97.	19.9.-97.
Siktedyp	2,0 meter.	2,3 meter.	2,3 meter.
Vannfarge	Brun.	Brun.	Brun.

Fargetall.

Vannfargen målt som mg Pt/l gir bl.a. informasjon om vannets humusinnhold. Grunna hadde sommeren 1997 humusrikt vann med høye fargetall som lå i området 50 - 80 mg Pt/l. Høyeste fargetall ble registrert i september da vanntilførselen til innsjøen hadde økt. Vannfargen i Grunna var i samsvar med de naturgitte forhold. Vurdert utfra SFT's klassifiseringssystem bedømmes tilstanden som "Dårlig". Egnethet til friluftsbad og fritidsfiske vurderes likevel som egnet.

pH og alkalitet.

Vannets surhetsgrad (H^+ -aktiviteten) angis som pH-verdier. Skalaen (pH) er logaritmisk, hvilket innebær at pH 6 har 10 ganger og pH 5 har 100 ganger høyere H^+ -aktivitet enn nøytralt punktet pH 7. Alkalitet er et mål på vannets innhold av syrenøytraliserende stoffer, som i hovedsak bestemmes av bikarbonat (HCO_3) og unntaksvis også av karbonat (CO_3). Alkaliteten gir derfor informasjon om vannets mulighet til å motstå tilførsel av surt vann (forsuring). Bufferevnen vurdert utfra alkalitet er gitt i tabell 3. Før å øke bufferevnen og pH-verdien i Grunna har innsjøen årlig blitt kalket f.o.m. sommeren 1994.

Tabell 3. Bufferevne vurdert utfra alkalitet.

Kategori I	> 0,5 mmol/l	Meget god bufferevne
Kategori II	0,1 - 0,5 mmol/l	God bufferevne
Kategori III	0,05 - 0,1 mmol/l	Svak bufferevne
Kategori IV	0,01 - 0,05 mmol/l	Meget svak bufferevne
Kategori V	< 0,01 mmol/l	Ingen eller liten bufferevne

Sommeren 1997 ble det registrert pH-verdier i området 6.5 - 6.6 dvs. at vannet i Grunna var svakt surt eller nær nøytralt. Den laveste verdien ble registrert i juli. Alkalitetsverdiene, som varierte i området 0.060 - 0.080 mmol/l, viste også samme variasjonsmønster som pH-verdiene med den laveste alkaliteten i juli. Høyt humusinnhold vil som regel bidra til humusalkalitet. Dette kan gi en reell alkalitet som er lavere enn den registrerte. Grunna synes nå å ha pH og alkalitet som er mer i samsvar med forventet naturtilstand dvs. de forhold vi hadde før innsjøen ble forsuret. Vurdert utfra SFT's klassifiseringssystem bedømmes tilstanden som "God". Grunnas bufferevne overfor tilførsel av surt vann bedømmes likevel fortsatt som svak (kategori III). Egnethet til friluftsbad og fritidsfiske vurderes som godt egnet.

Tabell 4. Kjemiske analyseresultater fra Grunna i 1997.

Dato.	17.7.-97.	13.8.-97.	19.9.-97.
Klorofyll $\mu\text{g/l}$	2,66	4,11	3,83
Tot. fosfor $\mu\text{g/l}$	20,7	19,1	20,3
Tot. nitrogen $\mu\text{g/l}$	261	254	284
Nitrat $\mu\text{g/l}$	< 3	< 3	8
Farge mg Pt/l	69	53	77
pH	6,51	6,62	6,58
Alkalitet mmol/l	0,058	0,064	0,083

Næringssalter.

Sommeren 1997 ble det registrert fosforkonsentrasjoner i området 19,1 - 20,7 $\mu\text{g Tot- P/l}$ i Grunnas fri vannmasser. Dette er relativt høye verdier som er nær de vi finner i mer næringssaltrike innsjøer (meotrofe og eutrofe innsjøer). Hovedårsaken til de høye fosforkonsentrasjonene er diffus avrenning fra den menneskelige aktiviteten i området. Potensielle lokale forurensningskilder av betydning er utsig av gråvann fra hytteområdene og eventuelle utsig fra kloakkdeponering samt tilsig fra husdyr-fekalier. Vurdert utfra SFT's klassifiseringssystem bedømmes tilstanden som "Mindre god" til "Dårlig". Stort partikkel- og humusinnhold i Grunna p.g.a. tidvis sterk vindeksponeringen i kombinasjon med at innsjøen er grunn er trolig en medvirkende årsak til de høye fosforkonsentrasjonene. En stor del av fosforet er således til tider partikkelbundet og herved mindre biotilgjengelig.

Den totale nitrogenkonsentrasjonen var relativt lav og det ble i sommeren 1997 registrert konsentrasjoner i området 250 - 280 $\mu\text{g N/l}$. Høyest konsentrasjon ble registrert i september da vanntilførselen til innsjøen hadde økt. Dette er mer i samsvar med forventet naturtilstand men vi må likevel regne med at økt nitrogeninnhold i nedbøren og diffus tilførsel fra den menneskelige aktiviteten i området har bidratt til å øke nitrogenkonsentrasjonen i innsjøen. Vurdert utfra SFT's klassifiseringssystem bedømmes tilstanden som "Meget god".

Egnethet for friluftsbad, rekreasjon og fritidsfiske vurderes utfra næringssaltstatusen som egnet til mindre egnet.

Klorofyll a.

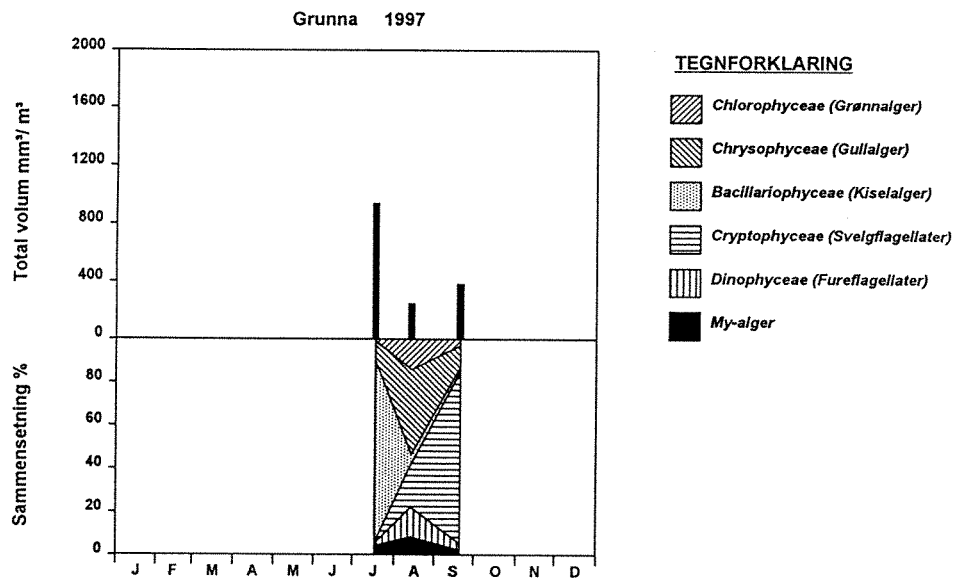
Analyse av klorofyll a gir som regel et godt mål på konsentrasjonen av planteplankton (algebiomasse) i vannmassene. Sommeren 1997 ble det registrert total klorofyll a-konsentrasjoner i området 2,5 - 4,1 $\mu\text{g/l}$. Dette er noe høyere konsentrasjoner enn forventet naturtilstand og mer i samsvar med verdier vi finner i svakt mesotrofe (oligomesotrofe) innsjøer. Vurdert utfra SFT's klassifiseringssystem bedømmes tilstanden som "God". Egnethet til friluftsbad og fritidsfiske vurderes som egnet.

3.2 Planteplankton.

Primærdata er gitt i vedlegg nr.1 (tabell 5), og resultatene vist i figur 1.

Planteplankton i innsjøer består av små, frittlevende alger (primærprodusenter) som vanligvis reagerer raskt på miljøendringer i vannmassene. Små forandringer i tilført mengde næringsstoffer vil derfor om næringsstoffene foreligger eller etter en tid vil foreligge i en for algene tilgjengelig form, gi signifikante endringer i planktonsamfunnet lenge før forskjellen kan registreres med dagens kjemiske analysemetodikk. Planteplanktonets artssammensetning, biomasse og utvikling over året (årssuksesjon) gir derfor en god informasjon om innsjøens næringsstatus og eventuelle utvikling over tid.

Planteplanktonprøvene fra sommeren 1997 viste at det tidvis var økt tilgang på næringssalter i de fri vannmasser i Grunna. En markert oppblomstring av kiselalgen *Asterionella formosa* i juli med en biomasse overstigende $0,7 \text{ gram/m}^3$ samt relativ stor forekomst av svelgflagellaten *Rhodomonas lacustris* indikerte dette. I august og september var algemengden likevel lav og algesamfunnet dominert av gruppene gullalger og svelgflagellater. Dette er mer i samsvar med hva vi finner i næringsfattige innsjøer. Grunna hadde likevel samlet sett større forekomst av planteplankton enn forventet naturtilstand og bedømmes som klart påvirket av næringssaltforurensning (overgjødning). Grunna kan betegnes som svakt mesotrof (oligomesotrof). Resultatet av planteplanktonanalysene var i godt samsvar med resultatene fra klorofyll-målingene. Vi bør likevel nevne at klorofyllinnholdet i kiselalger som bl.a. *Asterionella* er relativt lavt jevnført med andre algegrupper. Oppblomstringer av kiselalger gir derfor som regel ikke så stort utslag på klorofyllkonsentrasjonen.



Figur 1. Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Grunna 1997.

3.3 Krepsdyrplankton.

Primærdata er gitt i vedlegg nr.1 (tabell 6).

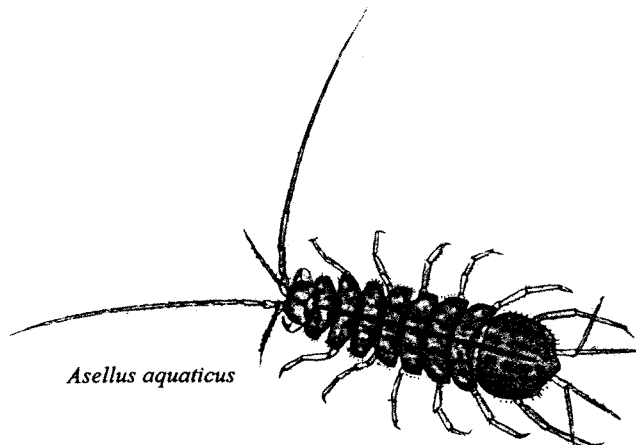
Det er tidligere ikke blitt foretatt noen undersøkelse av krepsdyrplanktonet i Grunna. Da Grunna har fiskearter som ørret og ørekyte hvilke gir lav beitepress på dyreplanktonet kan vi regne med et krepsdyrplankton som også inneholder mer storvokste arter/individ av hoppekreps og vannlopper.

Sommeren 1997 var krepsdyrsamfunnet dominert av hoppekrepsene *Cyclops scutifer* samt vannloppene *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina*. Videre var hoppekrepsene *Heterocope appendiculata* og *Heterocope saliens* samt vannloppene *Holopedium gibberum* og *Bosmina longirostris* tidvis vanlig forekommende. Forekomst av mer storvokste arter som særlig *H. saliens* og *D. longispina* indikerte lavt beitetrykk fra fisk. Beitetrykket fra fisk (fiskpredasjonen) bedømmes derfor som liten tilsvarende fiskpredasjonsklasse I i Løviks klassifiseringssystem. Krepsdyrplanktonet som ble registrert i Grunna i 1997 bedømmes å være i samsvar med forventet naturtilstand. Hoppekrepsen *H. appendiculata* og vannloppen *D. longispina* er ømfintlige overfor forsuring og forsvinner som regel da pH < 5,0 (Henrikson og Brodin 1995, Walseng og Karlsen 1997).



3.4 Bunndyr.

Det ble ikke foretatt noen bunndyrundersøkelse men vi kan nevne at det i 1997 var stor forekomst av krepsdyret *Asellus aquaticus* langs strendene. I forsurede innsjøer som har forekomst av *A. aquaticus* har det vist seg at disse har økt betraktelig i årene like etter kalking (Henrikson og Brodin 1995, Walseng og Karlsen 1997). *A. aquaticus* er vanlig forekommende i skogssjøer i østlandsområdet.



4. Sammenfattende diskusjon og konklusjon

Resultatene fra undersøkelse i 1997 viste at Grunna hadde sterkt humuspåvirket og svakt surt vann. Alkaliteten var lav og innsjøen hadde svak bufferevne. Dette er i samsvar med forventet naturtilstand. Videre hadde innsjøen antropogent påslag av næringsalter (særlig fosfor) som bidro til økt planteplanktonmengde og økt innslag av mer næringsaltkrevende arter. Grunna kan derfor betegnes som svakt mesotrof (oligomesotrof). Produksjonspotensialet i innsjøen har således økt jevnført med forventet naturtilstand. Vurdert utfra foreliggende miljø- og brukerinteresser har Grunna akseptabel vannkvalitet og økt produksjonspotensiale gir mulighet for økt fiskeproduksjon. Ytterligere næringsaltbelastning vil likevel raskt kunne gi negative og ikke ønskede miljøeffekter dvs. mer eutrofe forhold med til tider ikke ønskede algeoppblomstringer i de fri vannmasser og sjenerende algebegroing langs strendene. Det kan også bli økt forekomst av høyere vegetasjon.

Kalkingen har hatt ønsket og forventet effekt og bidratt til at Grunna for tiden har en pH som ligger noe over pH 6. Grunnas bufferevne overfor tilførsel av surt vann er likevel fortsatt svakt. "Surstøter" i forbindelse med våravsmeltingen kan derfor fortsatt skape problemer og bidra til forsuringsskader. Før å hindre at det skjer en ny forsuring og for å redusere sjanser for skadeeffekter av "surstøter" må Grunna jevnlig kalkes. De hydrologiske forhold i Grunna gjør at det allerede etter 1 til 1,5 år etter kalking kan skje en ny forsuring av innsjøen (Henrikson og Brodin 1995).

Ifølge Henrikson og Brodin (1995) bidrar kalking av en innsjøtype som Grunna til følgende forandring i vannkvaliteten (i ikke prioritert rekkefølge):

- Økt pH og alkalitet og som regel nås de nivåer som forelå før innsjøen ble forsuret.
- Økt kalsiuminnhold.
- Minket konsentrasjon av toksiske tungmetaller som f.eks. bly, kadmium og sink.
- Minket konsentrasjon av jern og mangan.
- Minket konsentrasjon av toksiske aluminiumforbindelser.
- Økt biotilgjengelighet av fosfor.

I enkelte tilfeller kan vi også få økt fosforkonsentrasjon (kalken inneholder som regel 0,02 - 0,4 % fosfor basert på tørrvekt) og økt ledningsevne. Videre kan vi også få redusert humusinnhold og herved mindre brunfarget og klarere vann og således økt siktedyp.

Forbedret vannkvalitet med økt pH og minket konsentrasjon av toksiske metallforbindelser bidrar til å forbedre levevilkårene for biota og vi får etter en tid en "normalisert" flora og fauna. Videre minker som regel kvikksølvinnholdet i fisk. Økt biotilgjengelighet av fosfor kan forsterke overgjødningseffekten og bidra til uønsket stor algevekst. Som regel minker likevel forekomsten av trådformete begroingsalger langs strendene.

Jevnføres situasjonen i 1996 og 1997 med de forhold som ble registrert i 1993 (Rognerud et al. 1994) dvs. året før kalking og tidligere så synes det ikke å ha skjedd noen større forandring av den generelle vannkvaliteten (siktedyp, vannfarge og konsentrasjon av næringsalter) foruten at vi har fått høyere pH, alkalitet, kalsiumkonsentrasjon og ledningsevne. Det foreligger ingen direkte indikasjoner på at fosforkonsentrasjonen har økt eller at fosforet har blitt mer tilgjengelig for eksempelvis planteplanktonet. Grunna ble også i 1993 vurdert som klart næringsaltbelastet og betegnet som mesotrof (Rognerud et al 1994). Sommeren 1993 var det fureflagellater tilhørende slektet *Gymnodinium* (særlig arten *G. cf. uberrimum*) som hadde størst forekomst og planktoniske kiselalger ble ikke funnet. Dette i samsvar med hva en ofte finner i forsurede innsjøer (Henrikson og Brodin 1995). Sommeren

1997 var det kiselalgen *Asterionella formosa* som hadde størst forekomst. Økt forekomst av kiselalgen *Asterionella* er sannsynlig en effekt av kalkingen da denne art er ømfintlige overfor surt vann (Brettum 1989). Dette er også i samsvar med erfaringer fra Sverige (Henrikson og Brodin 1995) og Canada (Findlay og Kasian 1991) der det har vist seg at planktoniske kiselalger forsvinner når pH blir lavere en pH 5,0, men at de kommer tilbake etter kalking.

Som nevnt tidligere er det ikke foretatt noen registrering av krepsdyrplanktonet i Grunna før i 1997. Dersom vi tar utgangspunkt i de pH-verdier som ble registrert før kalking (se vedlegg nr.3) så var sannsynligvis den forsuringfølsomme hoppekrepsen *Heterocope appendiculata* og vannloppen *Daphnia longispina* slått ut. Disse er nå reetablert og indikerte at pH ikke har ligget vesentlig under pH 6 i 1997.

Konklusjon:

- Etter kalking har Grunna fått høyere pH, alkalitet, kalsiumkonsentrasjon og ledningsevne. Det har ikke skjedd noen større forandring hva gjelder siktedyp, vannfarge og konsentrasjon av næringssalter (nitrogen og fosfor). Kalkingen har således hatt ønsket og forventet effekt og bidratt til at Grunna for tiden har pH > 6. Grunnas bufferevne overfor tilførsel av surt vann er likevel fortsatt svakt. "Surstøter" særlig i forbindelse med våravsmeltingen kan derfor fortsatt skape problemer og bidra til forsuringsskader.
- Økt pH og sannsynligvis også minket konsentrasjon av toksiske metallforbindelser (dvs mindre giftig vann) har bidratt til å skape bedre levevilkår for mer forsuringfølsomme organismer.
- Sannsynligvis har Grunna nå pH- og alkalitetsverdier samt en kalsiumkonsentrasjon som er mer i samsvar med forventet naturgitt tilstand jevnført med situasjonen like før kalking. Dette gjelder sannsynligvis også flora og fauna som nå er mer i samsvar med naturgitt pH-forhold. Dvs. at vi har fått mer "normaliserte" forhold. Vi ser da bort ifra den antropogene overgjødningseffekt som fortsatt foreligger.

5. Litteratur

Alnäs, I et al. 1991. Liming and reacidification reactions of a forest lake ecosystem, Lake Lysevatten, in SW Sweden. *Water Air Soil Poll.* 59: 55-77.

Andersson, B. og P. Andersson. 1984. The distribution of trout (*Salmo trutta* L.) in relation to pH - an inventory of small streams in Delsbo, central Sweden. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm* 61: 28-35.

Anderson, P. and P. Nyberg. 1984. Experiments with brown trout (*Salmo trutta* L.) during spring in mountain streams at low pH and elevated levels of iron, manganese and aluminium. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm* 61: 34-47.

Andersen, J.R. et al. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr.97:04. TA-1468/1997. 31 s.

Bergquist, B., E. Engblom og P.E. Lingdell. 1992. Förekomst och kolonisation av bottenfauna i kalkade vatten. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 22 p.

Borg, H. 1988. Trace metals in Swedish forest lakes - factors influencing the distribution and speciation in water: - *Acta Univ. Upsaliensis* 1988-145: 1-21.

Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. NIVA-rapp., løpenr. 2344. 111 s.

Bækken, T. og K.J. Aanes. 1990. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifisering. Nr 2A. Forsuring. NIVA Rapport 2491. 46 p.

Dickson, W. 1978. Some effects of acidification of Swedish lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 20: 851-856.

Direktoratet for naturforvaltning, 1995. Handlingsplan for kalkningsvirksomheten i Norge mot år 2000. DN-rapport 1995-8.

Findlay, D.L. and S.E.M. Kasian. 1991. Response of phytoplankton community to controlled partial recovery from experimental acidification. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 1022-1029.

Hageby, A. og R.C. Petersen Jr. 1988. Effects of low pH and humus on the survivorship, growth and feeding of *Gammarus pulex* (L.) (Amphipoda). *Freshw. Biol.* 19: 235-247.

Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. *Vesientutkimuslaitoksen julkaisu* 37, 1-91.

Henrikson, L. og Y.W. Brodin. 1994. Liming Acidified Surface Waters - A Swedish synthesis. Springer Verlag, Berlin.

Rognerud, S., J.E. Løvik, G. Kjellberg og R. Romstad. 1994. Overvåkning av vannkvaliteten i Mesnavassdraget 1992-94. Årsrapport for undersøkelserne i 1993. NIVA-rapp., løpenr. 3003. 21 s.

Tikkanen, T. og T. Willen. 1992. Växtplanktonflora. Naturvårdsverket Förlag. ISBN 91-620-1115-4. 280 s.

Walseng, B. og L.R. Karlsen. 1997. Reetablering av forsuringsfølsomme invertebrater etter kalking av ferskvann i Østfold. NINA Oppdragsmelding 490. 32s.

Økland, J. and K.A. Økland. 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. *Experientia* 42: 471-486.

6. Vedlegg

Vedlegg nr. 1.

Primærdata fra 1997.

Kvantitative planteplankton analyser: G r u n n a

Dato ⇒	970717	970813	970919
Gruppe	Volum	Volum	Volum
Arter			
Chlorophyceae (grønnalger)			
Ankyra judayi	3.8	25.3	5.0
Botryococcus braunii	.	0.6	0.6
Chlamydomonas sp. (l=12)	.	.	3.2
Chlamydomonas sp. (l=8)	0.8	0.3	.
Cosmarium subcostatum	.	0.3	.
Gyromitus cordiformis	3.6	1.8	.
Koliella sp.	0.8	3.3	0.1
Monoraphidium contortum	.	.	0.2
Oocystis rhomboidea	.	0.1	.
Oocystis submarina v.variabilis	2.4	2.9	1.5
Scenedesmus quadricauda	.	.	0.4
Sphaerocystis schroeteri	.	.	0.3
Staurastrum avicula	.	.	1.2
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	0.8	.	.
Sum	12.2	34.5	12.4
Chrysophyceae (gullalger)			
Bicosoeca sp.	1.9	0.2	0.4
Bitrichia chodatii	.	0.7	.
Chromulina nebulosa	.	.	3.8
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	1.2	0.4	.
Craspedomonader	1.9	0.2	0.5
Dinobryon borgei	.	0.1	1.4
Dinobryon crenulatum	1.2	.	.
Dinobryon suecicum v.longispinum	.	0.3	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	2.3	.	.
Mallomonas spp.	.	10.3	6.0
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	14.6	9.4	3.6
Små chrysomonader (<7)	44.5	50.1	11.7
Spiniiferomonas sp.	0.5	.	.
Store chrysomonader (>7)	13.8	27.6	3.4
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	.	3.9
Sum	81.9	99.2	34.8
Bacillariophyceae (kiselalger)			
Asterionella formosa	789.7	11.1	9.8
Fragilaria sp. (l=30-40)	.	.	0.6
Sum	789.7	11.1	10.3
Cryptophyceae			
Cryptomonas erosa	2.0	7.8	19.1
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	7.9	.
Cryptomonas marssonii	.	4.4	2.9
Cryptomonas sp. (l=20-22)	.	7.9	.
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	.	3.6
Katablepharis ovalis	2.4	5.6	5.8
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	1.3	7.2	239.7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	8.7	38.4
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	0.2	.	.
Sum	5.9	49.4	309.5
Dinophyceae (fureflagellater)			
Gymnodinium cf.uberrimum	16.0	32.0	11.2
Ubest.dinoflagellat	.	4.6	.
Sum	16.0	36.6	11.2
Xanthophyceae (gulgrønnalger)			
Isthmochloron trispinatum	0.7	.	.
My-alger			
My-alger	38.5	20.2	10.3
Totalsum (mm ³ /m ³ = mg våtvekt/m ³)	944.9	251.2	388.6

Kvalitativ sammensetning av krepsdyrplankton i Grunna 1997, basert på håvtrekk
(maskevidde 60 µm). + = sjelden/få individer, ++ = valig, +++ = rikelig/dominerende

Arter	17.7.97	13.8.97	19.9.97
<u>Hoppekreps (Copepoda):</u>			
Heterocope appendiculata	+	++	++
Heterocope saliens	++		
Cyclops scutifer		+	+++
Cyclopoida ubest naup.	+++	+++	+++
<u>Vannlopper (Cladocera):</u>			
Holopedium gibberum	+	+	+
Daphnia longispina	++	+++	+++
Bosmina longispina	++	+++	+++
Bosmina longirostris	++		

Lengder av voksne hunner:

Daphnia longispina:

Middel: 1,88 mm

Min: 1,64 mm

Maks: 2,30 mm

Bosmina longispina:

Middel: 0,72 mm

Min.: 0,60 mm

Maks.:0,84 mm

Vedlegg nr. 2.

Primærdata fra NIVA's undersøkelse i 1993.

Klorofyll, næringssalter, farge og algevolum i Grunna den 13/7, 3/8 og 15/9.

1993		juli	august	september	Middelverdi
Kl.a	($\mu\text{g/l}$)	4,73	6,25	3,78	4,9
Tot.P	($\mu\text{g/l}$)	42	35,3	32,7	36,5
Tot.N	($\mu\text{g/l}$)	282	282	268	277
NO ₃	($\mu\text{g/l}$)	<5	<5	<5	<5
Farge	(mg Pt/l)	-	82	-	82
Algev.	mm ³ /m ³	301	900	207	469

Tabell Kvantitative planteplanktonprøver fra: Grunna
 Volum m³/m³

GRUPPER/ARTER	Dato=>	930713	930803	930915
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Ankyra judayi		-	-	.1
Ankyra lanceolata		1.0	.8	.3
Chlamydomonas sp. (l=8)		.5	1.7	-
Koliella sp.		3.8	4.5	1.6
Mougeotia sp. (b=10-12)		-	.9	-
Oocystis marssonii		-	.2	-
Oocystis subaerina v.variabilis		4.1	.8	-
Sum		9.4	8.8	2.0
Chrysophyceae (Gullalger)				
Bicosoeca sp.		-	-	2.7
Bitrichia chodatii		-	.7	-
Chromulina sp.		3.2	2.3	.3
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		8.0	18.4	27.1
Cyster av chrysophyceer		1.7	1.0	-
Dinobryon crenulatum (D.acuminatum)		.4	-	-
Mallomonas akrokoos (v.parvula)		14.3	29.2	15.4
Mallomonas caudata		4.0	59.4	11.2
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		8.7	6.2	6.0
Små chrysoomonader (<7)		64.4	28.6	10.6
Spiniferomonas sp.		-	.8	-
Store chrysoomonader (>7)		55.1	22.4	13.8
Ubest.chrysophyceer		-	-	.1
Sum		159.9	168.9	87.2
Cryptophyceae				
Cryptomonas marssonii		-	.7	-
Cryptomonas spp. (l=24-28)		-	1.2	-
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		1.3	-	-
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		13.3	20.4	12.1
Sum		14.6	22.3	12.1
Dinophyceae (Fureflagellater)				
Gyanodinium cf.lacustre		-	2.1	-
Gyanodinium cf.uberriaum		100.0	674.0	94.0
Sum		100.0	676.1	94.0
Sum My-alger		17.9	23.9	12.4
Total				
		301.7	900.0	207.6

Vedlegg nr. 3.**Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen.****Primærdata fra Grunna i 1985, 1994, 1996 og 1997.****Vannkvalitet i Grunna i 1985, 1994, 1996 og 1997. In. = innløp, U. = utløp og I. = innsjø.**

Dato/lokalitet	pH	farge mg Pt/l	ledningsevne mSm	Ca mg/l	Alkalitet mmol/l
10/05/85 U.	4,6				
15/05/85 U.	4,6				
19/05/85 U.	4,3				
22/05/85 U.	4,3				
27/05/85 U.	4,0				
29/05/85 U.	4,0				
02/06/85 U.	4,6				
05/06/85 U.	5,2				
07/06/85 U.	5,7				
16/06/85 U.	5,7				
21/06/85 U.	5,3				
15/06/94 In.	5,56	70	0,95	1,0	0,011
15/06/94 I.	5,51	80	1,03	1,7	0,013
01/08/96 U.	6,33		3,6		0,153
01/08/97 U.	6,23	53	1,6	1,9	0,079

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3820-98

ISBN 82-577-3398-9