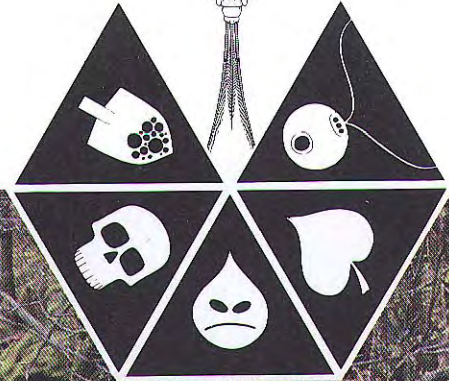
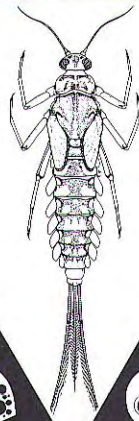




O-87119/E-88421

Nr 2B. Effekter av forurensning på
bunndyrsamfunn i elver
og bekker i Sør-Varanger
2. utgave



Bruk av
vassdragets **bunnfauna** i
vannkvalitetsklassifiseringen

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 04 30 33
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgt 55
5008 Bergen
Telefon (47) 55 32 56 40
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

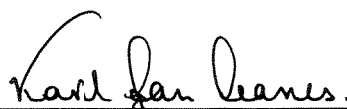
Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitets- klassifisering. Nr. 2B Effekter av forsurening på bunndyrsamfunn i elver og bekker i Sør-Varanger	Løpenr. (for bestilling) 2468	Dato 1990.08.27 (1. utg.) 1995.02.08 (2. utg.)
	Prosjektnr. Undernr. O-87119 E-88421	Sider Pris 19
Forfatter(e) Torleif Bækken Karl Jan Aanes	Fagområde Vassdrag	Distribusjon FRI
	Geografisk område	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT) Norsk institutt for vannforskning (NIVA)	Oppdragsreferanse
--	--------------------------

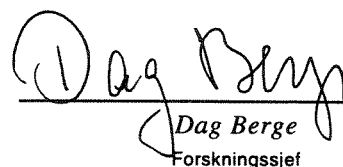
Sammendrag Lufttransporterte forurensninger fra Russland og Øst-Europa har resultert i en forsurening av vassdrag i Sør-Varanger. Høsten 1989 ble det gjennomført en inventering av bunnfaunaen på 19 stasjoner i utvalgte vassdrag mellom Kirkenes og Grense Jakobselv. Undersøkelsen var et ledd i arbeidet med å utarbeide nasjonale vannkvalitetskriterier for forsurening vha. bunnfaunaen i elver og bekker. Resultatene vurderes ut fra et norsk og et svensk klassifikasjonssystem for forsurening. I materialet ble 5 stasjoner klassifisert som sterkt forurensningskadedet hvor pH i perioder er under 4.7, mens 3 stasjoner var moderat forurensningskadedet. Resultatene viser at øvre deler av flere av vassdragene er sterkt påvirket av sur nedbør.

Fire norske emneord 1. Bunnfauna 2. Forsuring 3. Klassifisering 4. Vannkvalitet	Fire engelske emneord 1. Macroinvertebrates 2. Acidification 3. Classification 4. Water quality
--	--



Karl Jan Aanes
Prosjektleder

ISBN 82-577-1782-7



Dag Berge
Forskningsjef

Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitets-
klassifisering

NR. 2B

**Effekter av forsurening på bunndyrsamfunn i elver
og bekker i Sør-Varanger**

Forord

Statens forurensningstilsyn (SFT) har i samarbeid med Norsk institutt for vannforskning (NIVA) arbeidet med vannkvalitetskriterier for våre ferskvannlokaliteter. Håndboken "Vannkvalitetskriterier for ferskvann" ble utgitt våren 1989, og bygger på tre arbeider fra perioden 1980 til 1986 (NIVA, 1980, 1983 og 1986).

Som en videreføring av dette arbeidet ble delprosjektet: "Bruk av bunndyr (makrovertebrater) i vassdragsovervåking" etablert i juli 1987. I februar 1989 kom så rapporten: "Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen: Nr. 1. Generell del" (Aanes og Bækken 1989). NIVAs oppgave i denne utredningen var å gi en oversikt over dagens kunnskapsnivå og behov når en vil nytte vassdragets bunnfauna i det videre arbeide med å sette opp kriterier for vannkvalitet og klassifisering av vassdragsavsnitt. Videre skulle NIVA i denne rapporten gi en sammenstilling over kunnskapsnivået når det gjelder virkningen av de ulike forurensningstypene på bunnfaunaen i våre rennende vanns økosystemer.

Vassdragets bunnfauna brukt som et klassifiseringsverktøy har store muligheter i det videre arbeidet med å beskrive og overvåke vannkvaliteten i vann og vassdrag. Dette fordi bunndyrsamfunnet er i stand til, gjennom sin oppbygning, å integrere den samlede effekten av den totale miljøpåvirkningen over lang tid.

I det videre arbeide med vannkvalitetsklassifisering ble NIVA bedt om å utarbeide kriteriesett for de ulike virkningstypene. Forsuring var den miljøpåvirkning som først ble valgt. Stort sett er datagrunnlaget fra feltstudier av bunnfaunaen godt i delene av Norge hvor vi tradisjonelt har målt effekter av sur nedbør. Men et nasjonalt vannkvalitetssystem for å klassifisere virkningen av ulike miljøpåvirkninger må dekke hele landet. Dette sammen med at vi i de siste årene er blitt mer og mer klar over forsuringseffektene i Øst-Finnmark fra gruveindustriene på russisk side, gjorde det nødvendig med data om bunnfaunaen fra denne landsdelen.

Foreliggende rapport er en sammenstilling av resultatene fra en inventering av bunnfaunaen i elver og bekker i Sør-Varanger kommune høsten 1989. Dataene utgjør en del av underlaget for det nasjonale vannkvalitetssystemet som klassifiserer forurensningsvirkninger i elver. Dette er beskrevet i rapporten "Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 2A. Forsuring (Bækken og Aanes, 1990).

Feltarbeidet ble gjennomført av cand.real. Torleif Bækken og cand.real. Karl Jan Aanes, NIVA. Kjemiske analyser er utført av NIVAs analyselaboratorium, Oslo. Bunndyrmaterialet er bearbeidet og beskrevet av Torleif Bækken som også i stor grad har sammenstilt og utarbeidet rapporten.

Oslo, mai 1990

Karl Jan Aanes

2. utgave

Etter at rapporten har vært "utsolgt" en stund har det, etter flere henvendelser, vist seg at interessen for dette arbeidet fremdeles er til stede. For å tilfredsstille ønsket om nye kopier av rapporten, ble det bestemt at den trykkes opp i en ny utgave. I annet opplag er det bare gjort mindre rettelser av språklig karakter. Litteraturlisten er oppdatert så langt det har vært mulig på fagområdet som dekkes i rapporten og som er relevant for denne regionen.

Oslo, februar 1995

Karl Jan Aanes
prosjektleder

Innhold

SAMMENDRAG	6
1. INNLEDNING	7
2. METODER OG MATERIALE	8
3. RESULTATER OG DISKUSJON	10
4. LITTERATUR	15

SAMMENDRAG

Sør-Varanger i Finnmark har i lang tid mottatt lufttransporterte forurensninger fra Russland og Øst-Europa. Dette har ført til en forsuring av enkelte områder. I et samarbeidsprosjekt mellom SFT og NIVA ønsker man å vurdere hvordan bunndyr kan brukes til å klassifisere vannkvaliteten, blant annet surheten, i et vassdrag. På 19 stasjoner i utvalgte vassdrag mellom Kirkenes og Grense Jacobselv ble det tatt bunndyrprøver og foretatt feltmålinger av vannets pH og konduktivitet.

På én stasjon, nederst i Dalelva, har NIVA kontinuerlige målinger av blant annet pH. Dette ga muligheten til å sammenligne forventet surhetsgrad, basert på bunndyrsamfunnets sammensetning, med de målte verdiene i de sure periodene. pH-verdiene på denne stasjonen var i størstedelen av året omkring pH 6. I snøsmeltings-perioden sank surhetsgraden raskt til pH 4.7-4.8 to påfølgende dager, men ellers lå pH i området 5.0 til 5.5 i denne perioden. Disse pH-verdiene bekreftet at faunaen på denne stasjonen var forholdsvis pH tolerant.

Både *Gunnar Raddum*, Universitetet i Bergen og *Eva Engblom/Pär-Erik Lingdell*, Limnodata A/B, Sverige, har foreslått indekssystem for bruk i Norden der forsuringen angis ved hjelp av bunndyrene i vassdraget. Indeksene er i prinsippet like, og har som basis informasjon om pH-toleranse hos bunndyrene. Slike data er stort sett hentet fra feltundersøkelser. For enkelte viktige arter avviker de toleransegrensene som er angitt av Raddum fra

de som brukes av Engblom/Lingdell. Ulikhetene kan skyldes at pH-toleransen også er avhengig av den øvrige vannkvaliteten i vassdraget.

I prinsippet vil resultatene fra enkeltstasjoner også gjelde for hele eller deler av det ovenforliggende vassdraget. Slik at når faunaen på en stasjon er skadet av forsuring, betyr det at hele eller deler av de ovenforliggende områdene av vassdraget også er forsuringsskadede. På flere av de stasjonene som ble besøkt i denne undersøkelsen var det tydelige tegn på forsuringsskader; forsuringfølsomme bunndyr som f.eks. de fleste døgnflueartene, hadde forsvunnet. Ved bruk av Raddums system ble 5 av stasjonene klassifisert som sterkt forsuringsskadede. På disse stasjonene ble det forventet at pH i perioder ville være lavere enn 4.7. Resultatene viste videre at tre av stasjonene var moderat forsuringsskadede. To av disse stasjonene lå i Dalelva der NIVA har kontinuerlig overvåking med pH-målinger. De forventede verdiene fra bunndyrundersøkelsen stemte bra med de virkelige pH-verdiene. Med Raddums system var det forventet at pH i sure perioder ville ligge mellom 5.0 og 5.5. Med Engblom og Lingdells system ville det forventede pH-intervallet være 4.6-4.9. På de øvrige stasjonene ble det ikke registrert forsuringsskade på faunaen. Resultatene viser at man bør fortsette den biologiske overvåkingen av disse områdene for å følge effektene av den tiltagende forsuringen.

1. INNLEDNING

Sør-Varanger i Finnmark har i lang tid mottatt lufttransporterte forurensninger fra Russland og Øst-Europa. Dette har ført til en forsurening av enkelte områder. En begynnende forsureningsutvikling var markert allerede i 1966 (Traaen 1987). Årsmiddelkonsentrasjonen av svoveldioksid i luft i Finnmark var i 1987 blant de høyeste i landet (SFT 1988). Det er grunn til å anta at hovedkilden til forurensningene i Sør-Varanger er smelteverkene i Nikel ca 3.5 mil sør for Kirkenes (Scholdager 1979, Nordic Council of Ministers 1987). En kartlegging av dominerende vindretninger på norsk side av grensen ved Nikel har vist at området mellom Grense Jacobselv og Kirkenes er spesielt utsatt for luftforurensninger fra Nikel (Scholdager et al. 1983). Traaen (1987) viste at flere småvann i Jarfjordområdet var forsureningsfølsomme. Flere av vannene var så forsuret at fisk ikke kunne leve der. Det ble videre påpekt at forsureningsgraden i Sør-Varanger nå er så høy at man kan forvente sure episoder i elver og bekker som vanligvis har god vannkvalitet.

I et samarbeidsprosjekt mellom SFT og NIVA ønsker man å vurdere hvordan bunndyr kan brukes

til å klassifisere vannkvaliteten (Aanes og Bækken 1989). Det er viktig å merke seg at pH-klassene brukt ved forurensning med hensyn på forsurening i "Vannkvalitetskriterier for ferskvann" (SFT 1989) ikke passer til å angi forsikringsskader på bunnfaunaen. Bunnfaunaen har derfor blitt delt inn i egne pH-klasser (se Bækken og Aanes 1990). Et slikt system bygger på det faktum at bunndyrene har forskjellig toleranse overfor forurensninger, blant annet surt vann. De mest følsomme dyreartene dør ut i en tidlig fase av forsureningen, mens tolerante arter kan leve i surt vann. Undersøkelser av bunnfaunaen viser derfor i hvilken grad eventuelle sure episoder har vært til skade for normalfaunaen i vassdraget, og den faunaen som er igjen kan fortelle noe om hvor surt vannet har vært. Det legges i denne rapporten fram resultater fra en undersøkelse av bunnfaunaen i en del større og mindre vassdrag i Sør-Varanger kommune. Resultatene er brukt til å angi forurensningsgrad med hensyn på forsurening, eller graden av forsuringsskader i vassdragene.

2. METODER OG MATERIALE

Alle bunndyrprøvene ble tatt etter standard prosedyrer; 3 min. sparkeprøve og håv med 250 µm maskevidde (Norsk Standard: 4719). Prøvene ble konservert i 70% etanol. Bearbeidelsen av bunndyrprøvene med sortering, opptelling og bestemmelser ble foretatt ved NIVAs laboratorium, Oslo. Fysisk kjemiske forhold som: temperatur, pH og ledningsevne ble målt i felt.

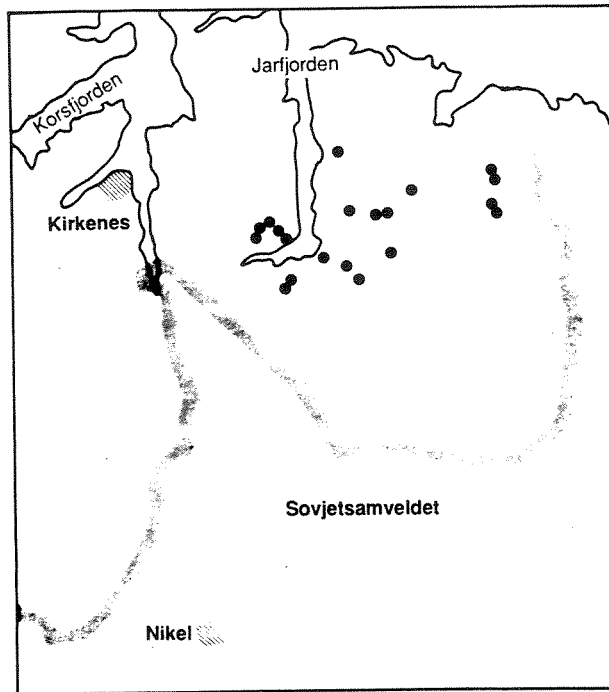
De 19 undersøkte stasjonene lå mellom Kirkenes og Grense Jacobselv (figur 1). Stasjonene ble til dels valgt ut i fra vannkjemiske data fra tidligere undersøkelser av NIVA (Traaen 1987, Henriksen og Traaen upubl.). Videre ble det lagt vekt på å få

med et karakteristisk utsnitt av elver og bekker i dette området.

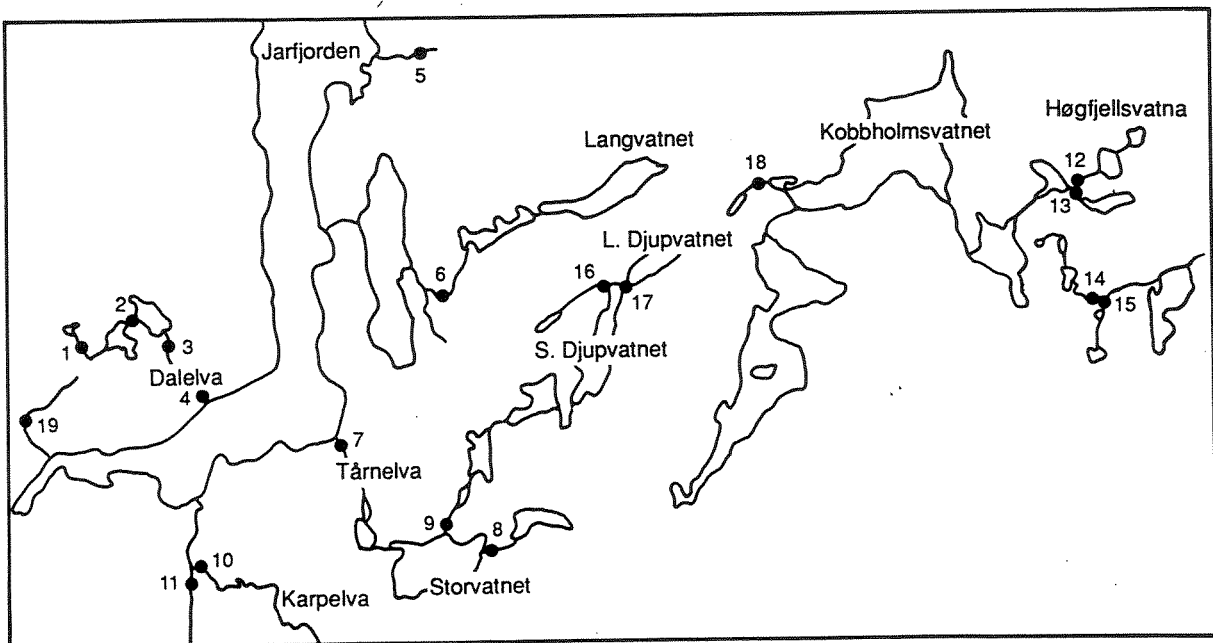
Plasseringen av stasjonene er vist på figur 2. Bredden på bekkene og elvene ved prøvestasjonene varierte mellom 0.5 og 7 m (tabell 1). pH-verdiene varierte mellom 4.5 og 7.0 og vannets ledningsevne lå fra 2.9 til 4.6 mS/m. De fire første stasjonene (1-4) ble plassert i Dalelvvassdraget. Nederst i dette vassdraget, ved stasjon 4, har NIVA en permanent målestasjon med kontinuerlig registrering av flere kjemiske parametre. Dette gir mulighet til å sammenligne vannkjemiske data med biologiske data.

Tabell 1. Enkelte morfometriske og fysisk-kjemiske egenskaper ved stasjonene. Alle målinger er gjort i felt 89.10.03. Dyp angir det dypet bunndyrprøven er tatt på.

Stasjonsnr.	h.o.h. m	Bredde m	Dyp m	pH	K ₂₀ mS/m	Vanntemp. °C
1	200	0,5	0,1	4,5	3,2	2,4
2	133	1	0,2	5,6	2,9	3,7
3	120	2	0,2-0,3	5,9	2,9	5,8
4	5	1,5	0,3-0,4	6,0	3,3	5,1
5	40	1	0,2	6,8	4,6	3,6
6	40	3	0,2-0,3	6,8	3,5	5,7
7	20	5	0,3-0,4	6,9	3,2	5,1
8	102	2	0,3	6,8	3,2	4,8
9	102	2	0,2-0,3	6,4	3,0	4,9
10	20	7	0,3-0,4	7,0	3,8	4,4
11	20	2	0,2-0,3	-	3,7	4,1
12	200	1	0,2-0,3	5,5	3,3	4,1
13	200	1	0,2-0,3	6,5	4,1	4,1
14	160	1	0,2	6,9	4,1	3,0
15	165	0,5	0,1-0,2	6,2	3,3	3,5
16	200	1	0,1-0,2	5,6	-	3,1
17	210	2	0,2-0,3	4,9	3,2	6,5
18	120	1	0,1-0,2	6,1	3,2	2,9
19	50	1	0,2-0,3	-	-	-



Figur 1. Plassering av prøvetakingsstasjoner i området mellom Kirkenes og den russiske grensen (Grense Jacobselv) i Sør-Varanger kommune, Finnmark.



Figur 2. Stasjonens plassering i utvalgte vassdrag i Sør-Varanger kommune.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

Sammensetningen av bunndyrsamfunnene varierte en del mellom de ulike stasjonene. Stasjon 10 (Karpelva) hadde et forholdsvis rikt sammensatt bunndyrsamfunn. Her ble det funnet 13 hovedgrupper (klasse, orden og familienivå) av bunndyr. Dette var den eneste stasjonen der det ble funnet snegl (*Lymnea peregra*). Flere av de andre stasjonene hadde også en rik fauna med 10 eller flere hovedgrupper. Antall registrerte arter av døgn-, stein- og vårfluer var også størst på disse stasjonene. Flest arter i disse gruppene ble funnet på stasjon 11 og 8 med henholdsvis 11 og 13 arter (app. tabell 1).

Stasjon 16, ved Store Djupvatn, hadde derimot et lite variert bunndyrsamfunn. Her ble det registrert bare 6 hovedgrupper. Av vanlige grupper manglet både døgnfluer, fåbørstemark og vannmidd. En art av slekten *Nemoura* var den eneste steinfluearten. Det ble registrert to vårfluearter; *Plectrocnemia conspersa* og *Rhyacophila nubila*. På de andre artsfattige stasjonene manglet også døgnfluene. På stasjonene 1, 2 og 17 var steinfluer fra slekten *Nemoura* og vårfluen *P. conspersa* de eneste artene i disse gruppene.

Det var tydelig at døgnfluene stort sett var å finne i vann med høy pH (tabell 2). I de mest sure

vannforekomstene var steinflueslekten *Nemoura* og vårfluen *P. conspersa* alltid til stede og ofte var disse de eneste artene fra disse gruppene. På stasjoner der pH lå i mellomsjiktet kunne en finne døgnfluen *Ameletus inopinatus*. Her var det også vanlig med flere arter av steinfluer, blant annet *Diura nanseni* og *Capnia atra*. Steinfluen *Leuctra hippopus* ble funnet på de fleste stasjoner med unntak av de mest sure.

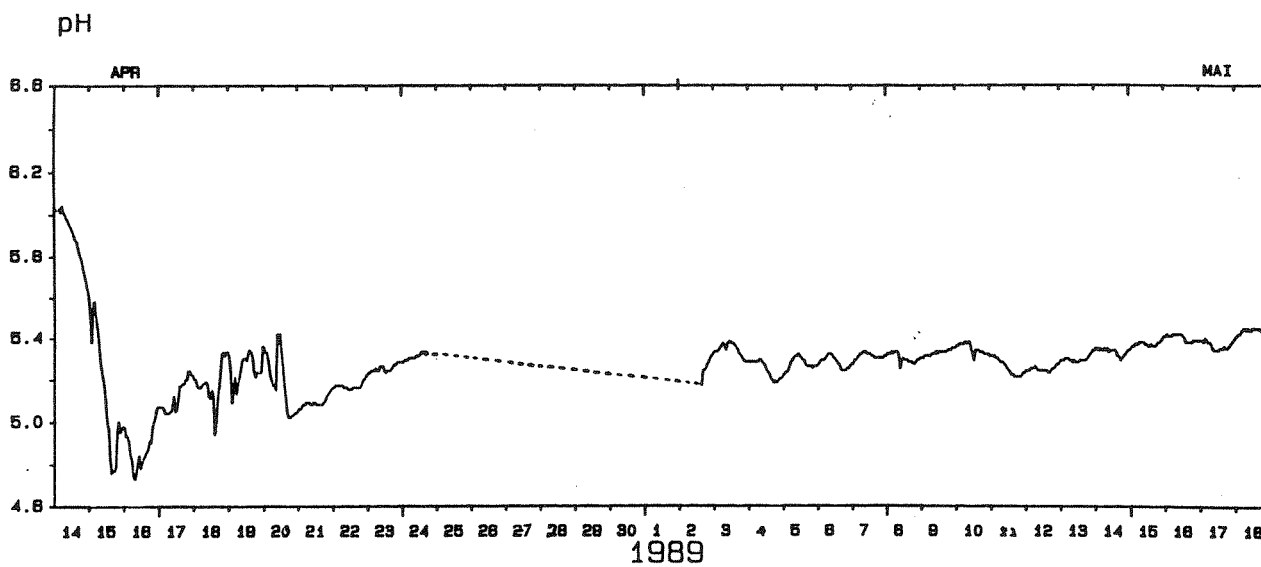
Innsamlingen av materialet foregikk i oktober etter en periode med lite nedbør. Det var derfor liten overflateavrenning. Mye av vannet i vassdragene var derfor grunnvannstilsig. Det er rimelig å anta at pH-verdiene målt i innsamlingsperioden var en del høyere enn det som kan forventes i nedbørrike perioder og under snøsmeltingen. Det er nettopp de sistnevnte periodene som er bestemmende for hva slags dyreliv som kan eksistere i bekkene og elvene. De foreliggende data gir samlet en indikasjon på hva som normalt kan finnes i bekker og elver i Sør-Varanger. Videre gir materialet et bilde på toleranseforholdet artene imellom. Disse resultatene er stort sett i overensstemmelse med en rekke tidligere arbeider omkring forsuring og bunndyr fra Sør- og Vestlandet og fra Sverige (Raddum et al. 1988, SFT 1988, Engblom & Lingdell 1983, 1987).

Ved NIVAs målestasjon i Dalelvvassdraget var pH-verdiene omkring 6 det meste av året. Under snøsmeltingen, fra midten av april, ble det imidlertid registrert langt lavere verdier. Den 15. april sank pH fra 5.6 til 4.8 i løpet av noen få timer. pH økte til ca 5.0 om natten, men sank til ca 4.7 den påfølgende dag (figur 3). Etter noen dager med pH-svingninger mellom 5.0 og 5.4, lå pH i området 5.2 til 5.5 fram til 20. mai. Deretter var ikke pH lavere enn 5.6. Vår måling av pH i felten (pH 6.0), stemte bra med data fra de kontinuerlige målingene i samme periode. En slik enkeltmåling viser imidlertid ikke hvor lav pH kan bli i de sureste periodene under snøsmeltingen.

I vassdrag der det ikke er andre vesentlige forurensningskilder vil bunndyrsamfunnets sammensetning gjenspeile pH-forholdene i de sureste periodene. På stasjonene 3 og 4 i Dalelven ble det funnet både døgnfluer, steinfluer og vårfluer. Av døgnfluer ble bare arten *Ameletus inopinatus* funnet, mens det ble registrert flere steinfluearter. Det er sannsynlig at disse artene tåler pH mellom 5.5 og 5.0 i en måneds tid i tillegg til korte pH-fall ned mot 4.7. Det ligger en usikkerhet i materialet ved at det er hentet etter en lang periode med pH-verdier omkring 6. Det har derfor vært muligheter for kolonisering av dyr fra omkringliggende, upåvirkede bunndyrsamfunn i løpet av sommeren og høsten. Data om bunndyrs pH-toleranse fra Engblom & Lingdell (op.cit.)

bekrefter imidlertid at det bunndyrsamfunnet som ble registrert i Dalelva i oktober ikke inneholdt pH-følsomme arter. Prøver tatt før og etter snøsmeltingen ville vist eventuelle endringer i bunndyrsamfunnets sammensetning i løpet av smelteperioden.

Både Raddum og Engblom/Lingdell har foreslått et indekssystem der forsuren angis ved hjelp av en del nøkkelarter i bunnfaunaen. Prinsippene i oppbyggingen av indeksene er like; fravær/tilstedeværelse av arter er bestemmende. Som basis for indeksene har en rekke vanlige bunndyr fått en indeksverdi etter deres toleranse overfor surt vann. Toleransegrensene er bestemt ut i fra felldata. Stort sett er toleransegrensene overensstemmende for de to indeksene. Men det er imidlertid en del **viktige** forskjeller. For flere viktige arter angir Engblom/Lingdell toleranse for surere vann enn det Raddum gjør. Dette gjelder blant annet en av de viktigste artene i indekssystemene; døgnfluen *Baetis rhodani*. I Engblom/Lingdells system er dette en art som finnes i vann med en pH ned mot 4.6, mens den i Raddums system bare finnes i vann med pH over 5.5. Denne uoverensstemmelsen kan skyldes at pH-toleransen er avhengig av den øvrige vannkvaliteten. Blant annet kan humusinnholdet påvirke pH-toleransen (Bækken og Aanes 1990). Svenske vassdrag har ofte mye humus. Raddum har foreløpig begrenset bruksområdet for sine toleranseverdier til vann med ledningsevne lavere



Figur 3. pH-verdier fra NIVAs målestasjon nederst i Dalelvvassdraget (st. 4). Figuren dekker perioden fra 13. april til 19. mai 1989. Snøsmeltingen foregår i denne perioden. Stiplet linje angir en periode der dataene foreløpig er usikre, men der det ikke har vært store variasjoner i pH-verdiene.

enn 3.0 mS/m. Engblom/Lingdell har ikke angitt noen begrensninger. Dette er problemer som vil bli belyst eksperimentelt ved NIVAs laboratorium for rennende vanns økologi i løpet av våren 1990.

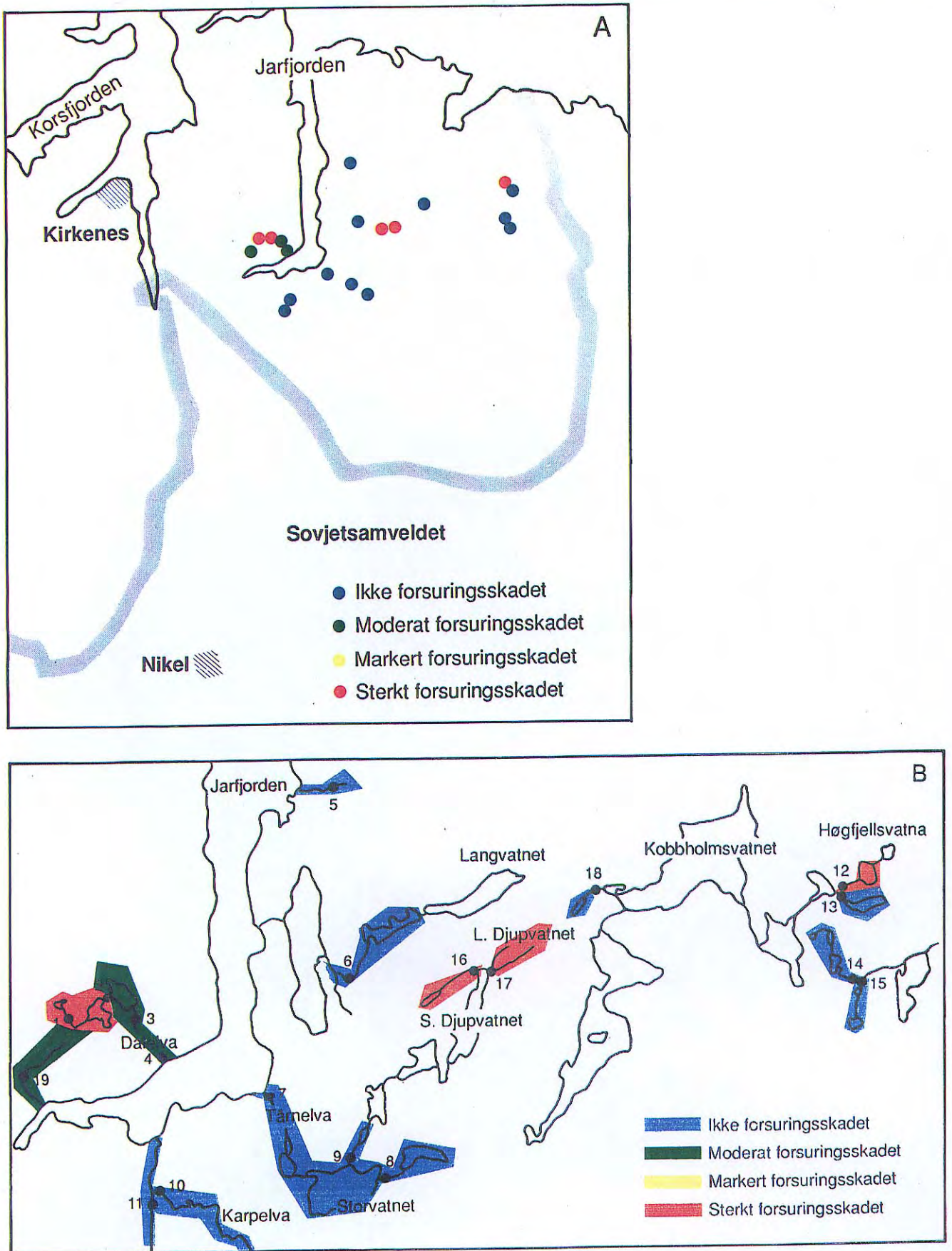
Våre målinger av vannets ledningsevne lå bare i liten grad over begrensningene på 3.0 mS/m (tabell 1). Dessuten er det grunn til å anta at verdiene vil være lavere under perioder med nedbør og i smelteperioder med økt sjanse for forsurening. Vi har derfor valgt å prøve ut toleranseverdiene som Raddum har brukt i sitt system til å angi surhetsgraden på stasjonene i Sør Varanger.

Forsuringsskadene er størst på de øverste stasjonene i Dalelv-vassdraget på Raudfjellet, ved Djupvatna på Jarfjordfjellet og ved Høgfjellsvatna ved Reinsjøfjellet. I disse områdene kan det forventes at pH i perioder vil være lavere enn 4.7 (figur 4). På stasjonene lengre nede på Raudfjellet (3, 4, 19) er ikke dyrelivet så utsatt. Her vil pH-verdiene i perioder forventes å ligge i området 5.0-5.5.

På de to nederste stasjonene i Dalelv-vassdraget (3 og 4) hadde vi muligheter til å kontrollere hvordan pH-verdiene, slik de blir antydnet ved

bunndyrsamfunnets oppbygning, stemte med de målte verdiene. For hele smelteperioden, fra midten av april til midt i mai, viste det seg at toleransenivåene angitt av Raddum ga et godt bilde av den generelle surhetssituasjonen i vassdraget (5.0-5.5). De to sureste episodene ble imidlertid **ikke** fanget opp. Ved bruk av Engblom/Lingdell's toleranseverdier ville disse periodene vært bestemmende og det forventede pH-området hadde blitt angitt til 4.6-4.9.

På de andre stasjonene var det ingen tegn på forsureningsskader. Flere prøvetakinger til andre årstider (vår og høst) vil gi et sikrere bilde av forsureningsskadene i Øst-Finnmark. Området ligger utsatt til for tilførsler av sur nedbør og tungmetaller. Det er grunn til å holde et øye med utviklingen, og den fysisk-kjemiske overvåkingen som foregår i dag bør suppleres med et biologisk prøvetakingsprogram der bunndyrsfaunaen inngår som en viktig del. Bunndyrsamfunnet integrerer gjennom sin funksjonelle og strukturelle oppbygning den samlede effekten av luftforurensningene i vannforekomstene. Samtidig vil denne type undersøkelser gi viktige data om næringsforholdene for fisken i området.



Figur 4. Forsuringssituasjonen i utvalgte vassdrag i Sør-Varanger kommune i Finnmark. a) gir et oversiktsbilde og b) viser den delen av vassdraget som med sikkerhet dekkes av undersøkelsen. Resultatene er basert på kunnskap om pH-toleranse hos bunndyr.

4. LITTERATUR

Aanes, K.J. & Bækken, T. 1989: Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 1 Generell del. NIVA/SFT Rapport 2278.

Bækken, T. & Aanes, K.J. 1990: Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 2a. Forsuring. NIVA/SFT.

Engblom, E. & Lingdell, P.E. 1983: Bottenfaunaens anvendbarhet som pH-indikator. SNV rapport 1741.

Engblom, E. & Lingdell, P.E. 1987: Vilket skydd har de vattenlevande smådjuren i landets naturskyddsområden? En studie av försurnings- og fororeningsforholden. SNV rapport 3349.

NIVA, 1980: Vurderingssystem for vannkvalitet og bruksformer for vann. O-80007. R4/80.

NIVA, 1983: Vurderingssystem for vannkvalitet i innsjøer og elver. O-8000701. A423.

NIVA, 1986: Vannkvalitetskriterier. Forslag om systemutvikling og valg av delprosjekter.

Nordic Council of Ministers 1987: A survey of atmospheric heavy metal deposition monitored by moss analysis. Report NORD 1987. Nordic Council of Ministers, København.

Raddum, G.G., Fjellheim, A. & Hesthagen, T. 1988: Monitoring of acidification through the use of aquatic organisms. Verh. Int. Verein. Limnol. 23: 2291-2297.

Scholdager, J. 1979: Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978. NILU rapport 39/79.

Scholdager, J., Semb, A., Bruteig, I.E., Hanssen, J.E. & Rambæk, J.P. 1983: Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981. NILU rapport 55/83.

SFT 1988: Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1987. Overvåkn.rapport 333/88.

Traaen, T. 1987: Forsuring av innsjøer i Finnmark. SFT Overvåkn.rapport 299/87.

Litteratur kommet til i 2. utgave:

Aanes, K.J. & T. Bækken 1995. Use of macroinvertebrates to classify water quality. No 2A. Acidification. NIVA/SFT. Report 3338. 47 p.

Dauvalter, V. 1992. Lake sediments of Pechenga district Murmansk region, Russia. Vatten 48 (2), 141-145.

Halleraker, J.H. 1992. Elvemose (*Fontinalis* spp.) som bioindikator på tungmetaller i grensevassdragene Norge/Russland. - Thesis, The Agricultural University of Norway, Ås

Kalabin, G. and M. Svelle (Eds.) 1994. Water pollution in the Border Areas of Norway and Russia. Summary Report 1989-1992. SFT-report TA 1151/1994.

Kristoffersen, K. & K. Sterud 1985. Bruken av Pasvikvassdraget. En spørreundersøkelse om fisket i 1982 (The Pasvik River System, an interview study concerning fishing in 1982). - Fylkesmannen i Finnmark, Rapport Nr. 9, 1985. 39 p.

Langeland, A. (ed.) 1993. Pollution impacts on freshwater communities in the border region between Russia and Norway. II. Baseline Study 1990-1992. Norwegian Institute for Nature Research Scientific Report.

Moiseenko, T., M. Mjelde, T.E. Branderud, P. Brettum, V. Dauvalter, L. Kagan, N. Kashulin, L. Kudravtseva, A. Lukin, S. Sandimirov, T.S. Traaen, O. Vandysh og V. Yakovlev 1994. Pasvik River Watercourse, Barents Region: Pollution Impacts and Ecological Responses. Investigations in 1993. NIVA-rapport, løpenr. 3118.

Norton, S.A., A. Henriksen, P.G. Appelby, L.L. Ludwig, D.V. Vereault, T.S. Traaen 1992. Trace metal pollution in eastern Finnmark, Norway, as evidenced by studies of lake sediments. SFT-report 487/92. 42 p.

Nøst, T., V. Yakovlev, H.M. Berger, N. Kashulin, A. Langeland & A. Lukin 1991. Impact of pollution on freshwater communities in the border region between Russia and Norway. 1. Preliminary study in 1990. NINA Scientific report 26: 1-41.

- Rognerud, S. 1990. Sedimentundersøkelser i Pasvikelva. SFT-rapport 426/90. 11 p.
- Rognerud, S., S.A. Norton og V. Dauvalter 1993. Heavy metal pollution in lake sediments in the border areas between Russia and Norway. Statlig program for forurensningsovervåking. SFT-rapport 522/93. NIVA-rapport løpenr. 2869.
- Ruhling, A., L. Rasmussen, K. Pilegaard, A. Makinen and E. Steinnes 1987. Survey of atmospheric heavy metal deposition. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. 44 p.
- Scholdager, J., A. Semb., I.E. Bruteig, J.E. Hanssen & J.P. Rambæk 1983. Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981 (Content of elements in mosses and lichens, Eastern Finnmark 1981) - Norwegian Institute for Air Research (NILU) Rapport 55/83.
- Sivertsen, B. 1990. Luftkvaliteten i grenseområdene mellom Norge og Sovjetunionen, Status 1990 (Air quality in the border areas between Norway and the USSR, status 1990). - Norwegian Institute for Air Research (NILU) Rapport 13/90. 10 p.
- Sivertsen, B., L.O. Hagen, O. Hellevik og J.F. Henriksen 1991. Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990 - mars 1991. NILU OR.69/91.
- Steinnes, E., F. Franzen, O. Johansen, J.P. Rambæk & J.E. Hansen 1988. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 1985. SFT-rapport 334/88. 33 p.
- Traaen, T.S., S. Rognerud og A. Henriksen 1990. Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. - Statlig program for forurensningsovervåking. SFT-rapport 402/90.
- Traaen, T.S. 1991. Forsuring og tungmetallforurensning i Sør-Varanger. Fremdriftsrapport for 1990. Statlig program for forurensningsovervåking. SFT-rapport 481/92.
- Traaen, T.S. 1995. Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Årsrapport. SFT-rapport 604/95.
- Traaen, T.S., T. Moiseenko, V. Dauvalter, S. Rognerud, A. Henriksen and L. Kudravseva 1991. Acidification of Surface Waters. Nickel and Copper in Water and Lake Sediments in the Soviet-Norwegian border areas. - Working group for water and environmental problems under the Norwegian-Soviet environmental commission. Oslo and Apatity.
- Traaen, T.S., T. Moiseenko, V. Dauvalter, S. Rognerud, A. Henriksen and L. Kudravseva 1992. Acidification of Surface Waters. Nickel and Copper in Water and Lake Sediments in the Soviet-Norwegian border areas. 20 p.
- Traaen, T.S., Henriksen, A., Kallqvist, T. og Wright, R.R. 1993. Forsurning og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Vannkjemiske undersøkelser 1986-1992. SFT-rapport 511/93. 47 sider.
- Traaen, T.S., S. Rognerud og E. Steinnes 1994. Forsurning og tungmetall-forurensning i grenseområdene Norge/Russland. Årsrapport 1993. SFT-rapport 567/94. 30 sider.
- Wright, R.F. and T. Traaen 1992. Dalelva, Finnmark, northernmost Norway: prediction of future acidification using the MAGIC model.

Vedlegg A.

Stasjon	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D9	DA1	DA2	DA3	DA4	DA5	DA6	DA7	DA8
Nivå																			
Taxon,																			
'KLASSE,																			
GASTROPO Gastropoda	288	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
HYDROZOA Hydrozoa	32	16	48	24	8	40	8	24	56	32	.	32	184	80	.	40	176	.	.
LAMELLIB Lamellibranchiata	128	40	8	.	16	8	.	8	8	.	.	384	8	80	8	8	112	8	16
NEMATODA Nematoda																			
OLIGOCHA Oligochaeta																			
SUM	448	56	56	32	24	48	8	32	64	32		416	192	88	8	48	304	24	64
'ORDEN'																			
CHYDORID Chydoridae	16	40				16	.		16	.	128	.	176	184	.	8	176	16	192
CLADOCER Cladocera	48	.	64	120				952											4
COLEOPTLE Coleoptera								8			128								
COPEPODA Copepoda	288	104	.	16	48	16	16	8	64	96	80	32	96	48	96	56	16	60	128
EPHEMERO Ephemeroptera	880	664	0	16	176	136	0		216	0	1088	192	184	80	48	16	528	808	608
HYDRACAR Hydracarina	48	112	32	40	8	24	.	16	72	48	144	192	184	80	48	40	224	4	96
OSTRACOD Ostracoda	32									320			16					20	32
PLECOPTLE Plecoptera	128	184	256	104	40	96	132	96	334	225	320	.	376	88	368	276	192	368	72
TRICHOPT Trichoptera	464	33	16	40	10	10	10	8	8	51	33	.	200	32	32	8	80	56	284
SUM	1904	1137	368	376	338	282	158	1080	710	740	1921	224	1048	456	544	404	1264	1332	1416
'FAMILIE'																			
CHIRONOX Chironomidae	3776	1424	608	1032	536	432	252	432	1416	2224	1184	2656	3816	2312	120	1096	1744	600	2336
LIMNEPHX Limnephilidae	16	16	.	8	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLANARIX Planariidae																			
POLYCEMX Polychaetopodidae												96	.	.	.	.	.	.	.
PSYCHOMX Psychomyiidae	176	568	.	16	40	120	16	24	168	240	64	416	152	24	296	120	192	84	128
SIMULIIX Simuliidae																			
SUM	3968	2008	608	1056	576	552	268	456	1584	2465	1248	3168	3968	2336	424	1216	1936	688	2464
'SLEKT'																			
AMPHINEZ Amphinemura	24	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	16	.	.
DIURA Diura	368	16	.	.	.	.	.	.	.	16	16	.	.	.	.	.	32	.	176
HYDROPTZ Hydroptila																			
ISOPERLZ Isoperla	16	16	.	16	.	24	.	.	.	16	16	.	.	.	.	.	.	.	.
LEUCTRAZ Leuctra																			
MICRASEZ Micrasema	48	32	232	40	16	8	132	96	324	160	16	416	248	32	56	188	.	.	48
NEMOURAZ Nemoura	32	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
OXYETHIZ Oxyethira	40	.	.	32	8	8	.	8	.	16	.	.	128	32	.	.	16	.	.
PERICOMZ Pericoma sp.																			
PLECTROZ Plectrocnemia																			
SUM	448	129	232	88	24	40	132	104	334	208	80	416	376	64	56	188	64		224
'ART'																			
AMAL INO Amaletus inopinatus	16	.	.	.	24	8	.	.	144	.	96	.	.	24	.	.	.	8	32
AMPH BOR Amphinemura borealis	48	.	.	.	.	.	.	.	.	112	.	.	.	.	.	.	.	304	16
ARCT LAD Arctopsyche ladogensis																			
ARCY COM Arcynopteryx compacta	80	80	.	8	128	96	.	.	72	.	992	.	.	.	.	8	112	64	272
BAET MUT Baetis muticus	624	568	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	416	716	288
BAET RHO Baetis rhodani	24	24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32	32	32	.	.	.
CAPN ATR Capnia atra																			
CAPN SCH Capnopsis schilleri																			
CHLO BUR Chloroperla burmeisteri																			
DIUR NAN Diura nanseni										1	.	.	.	8	16	16	16	20	.
EPHE AUR Ephemerella aurivillii																8	.	.	.
HEPT SUL Heptagenia sulphurea	176	.	.	.	8	16	32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	16
ISOP DIE Isoperla difformis																			4
LEPT VE Leptophlebia vespertina																			
LEUC HIP Leuctra hippopus	64	40	24	40	16	48	.	.	8	64	144	.	.	24	152	32	144	40	48

Stasjon	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D9	DA1	DA2	DA3	DA4	DA5	DA6	DA7	DA8
Nivå																			
Taxon																			
LEUC NIG Leuctra nigra		8													8	8			
NEMO AVI Nemoura avicularis												528	128						
NEMO CIN Nemoura cinerea			16		2		2			2			72		24		16		32
PLEC CON Plectrocnemia conspersa																			12
POLY FLA Polycentropus flavomaculatu															112				
PROT MEY Protonemura meyeri	16	16														8	16	52	16
RHYA NUB Rhyacophila nubila							8				16								4
TAEN NEB Taeniopteryx nebulosa																			
SUM	1008	776	40	64	202	202	10		224	67	1361	528	200	80	336	112	736	1228	740

Design:

Forsidefoto:

Tegning av *Baetis rhodani*:

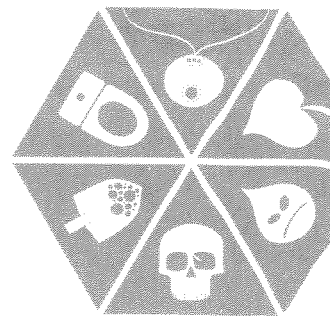
Trykk:

Petter Wang

Karl Jan Aanes

Eva Engblom

Reclamo Ryen, 1989



Vannkvalitetskriterier for ferskvann