



Statlig program for forurensningsovervåkning

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

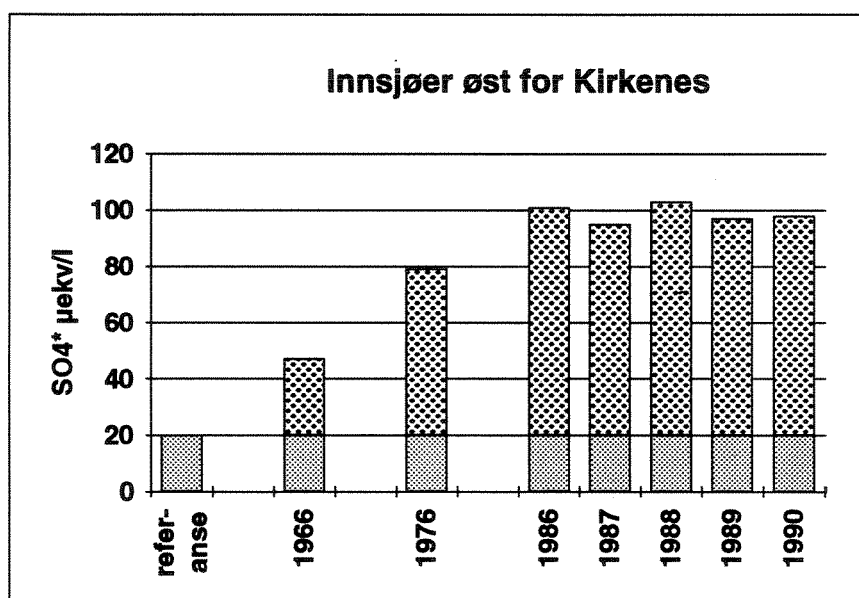
Rapport 481|92

Utførende
institusjoner

Norsk institutt for vannforskning
Fjelltjenesten i Finnmark
Institute of North Industrial
Ecology Problems (Russland)

Forsuring og tungmetallforurensning i Sør-Varanger

Fremdriftsrapport for 1990



Arbeidsgruppen for vann og miljøproblemer under den Norsk-Sovjetiske blandede kommisjon

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen
Postboks 69, Korsvoll	Televeien 1	Rute 866	Brevikven 5
0808 Oslo 8	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5035 Bergen - Sandviken
Telefon (47 2) 23 52 80	Telefon (47 41) 43 033	Telefon (47 65) 76 752	Telefon (47 5) 95 17 00
Telefax (47 2) 95 21 89	Telefax (47 41) 44 513	Telefax (47 65) 78 402	Telefax (47 5) 25 78 90

Prosjektnr.:

O-89187

Undernummer:

Løpenummer:

2687

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Forsuring og tungmetallforurensning i Sør-Varanger. Fremdriftsrapport for 1990. (Overvåkingsrapport nr. 481/92, TA 818/1992)	Dato: 6.11. 1991
Forfatter (e): Tor S. Traaen	Faggruppe: Sur nedbør
	Geografisk område: Sør-Varanger
	Antall sider: Opplag: 23

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	---

Ekstrakt: Fra 1966 til 1986 ble konsentrasjonene av sulfat i innsjøer øst for Kirkenes mer enn fordoblet. Innsjøovervåkingen fra 1986 til 1990 viser at forsuringssituasjonen har vært tilnærmet stabil i denne perioden. Pasvikelva har en betryggende høy motstandskraft mot forsuring, og det er små endringer i vannkjemien siden 1979/1980. Grense-Jakobselva er sterkere påvirket av sur nedbør enn Pasvikelva, men den resterende bufferkapasiteten er trolig høy nok til å unngå forsuringsskader. Det er forhøyede konsentrasjoner av nikkell og kobber i innsjøer og elver i Sør-Varanger. Spesielt nær grensen øst for Kirkenes er nikkellkonsentrasjonene betenkelig høye.
--

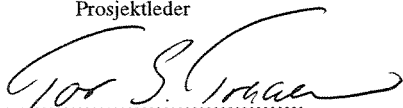
4 emneord, norske

1. Innsjøer
2. Elver
3. Forsuring
4. Tungmetaller

4 emneord, engelske

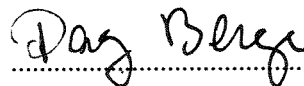
1. Lakes
2. Rivers
3. Acidification
4. Heavy metals

Prosjektleder



Tor S. Traaen

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN 82-577-2041-0



Statlig program for
forurensningsovervåking

O-89187

**FORSURING OG TUNGMETALLFORURENSNING
I
SØR-VARANGER.**

FREMDRIFTSRAPPORT FOR 1990

Oslo, november 1991

Saksbehandler: Tor S. Traaen, NIVA

Medarbeidere: Arne Henriksen, NIVA

Kjeld Stub-Jakobsen,

Fjelltjenesten i Finnmark

Tatjana Moiseenko,

INEP, Murmansk fylke,

Russland

**ARBEIDSGRUPPEN FOR VANN OG MILJØPROBLEMER
UNDER DEN NORSK-SOVJETISKE BLANDEDE KOMMISSJON.**

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

INNHOLDSFORTEGNELSE.

	Side
1. SAMMENDRAG.	3
2. OVERVÅKING AV INNSJØER.	4
2.1 FORSURING.	4
2.2 TUNGMETALLER.	9
3. OVERVÅKING AV PASVIKELVA OG GRENSE-JAKOBSELVA.	11
3.1 FORSURING.	12
3.2 TUNGMETALLER.	15
3.3 EUTROFIERING OG VANNHYGIENE.	16
LITTERATUR	17
VEDLEGG	18

1. SAMMENDRAG.

I "1000"-sjøers undersøkelsen i 1986 ble 34 innsjøer i Sør-Varanger undersøkt. 10 av disse innsjøene har senere inngått i den årlige "100"-sjøers undersøkelsen. I 1987 ble den årlige undersøkelsen utvidet med 6 småvann på Jarfjordfjellet. I forbindelse med det norsk-sovjetiske samarbeide om miljøundersøkelser i grenseområdene ble ytterligere 10 innsjøer inkludert i overvåkingsprogrammet fra 1989. Overvåking av grenseelvene Pasvikelva og Grense-Jakobselva startet i 1990.

Undersøkelsene i 1986 viste at konsentrasjonen av sjøsaltkorrigert sulfat i innsjøene øst for Kirkenes var mer enn fordoblet siden 1966. Sulfatkonsentrasjonene lå på det samme nivå som de mest belastede innsjøene i Sør-Norge, og mange innsjøer hadde mistet det meste av motstandskraften mot ytterlige forsuring. Det er senere registrert en rekke småvann med pH under 5.0 og konsentrasjoner av labilt aluminium som er giftig for fisk. Den geografiske fordeling av sjøsaltkorrigert sulfat i innsjøene viser klare gradienter ut fra smelteverkene og er i samsvar med de fremherskende vindretninger i området.

Innsjøovervåkingen frem til 1990 tyder på at forsuringsutviklingen har stoppet opp og stabilisert seg på 1986-nivået. Dette er i god overensstemmelse med utslippsdata fra Pechenganikel-kompaniet som angir svakt reduserte utslippsmengder i denne perioden.

Overvåking av Pasvikelva i 1990 viste at sulfatinnholdet øker nedstrøms samløpet med Kuetsyarv som er resipient for byen Nikel. Dette oppveies imidlertid av basiske utslipp og kalkholdig berggrunn slik at alkaliteten i Pasvikelva øker noe etter samløpet med Kuetsyarv. Vannkvaliteten i Pasvikelva i 1990 var svært lik den som ble observert i en tilsvarende undersøkelse i 1979/80. Pasvikselvas vannkvalitet er svært stabil, og forsuring representerer ingen fare i hovedvassdraget. Samløpet med Kuetsyarv øker Pasvikelvas innhold av nikkell og kobber, men konsentrasjonene er lavere enn det som er antatt å gi giftvirkninger for fisk. Det er betydelig akkumulering av nikkell og kobber i sedimentene i Pasvikelva. Det pågår undersøkelser for å avklare om metallene anrikes i næringskjeden. Pasvikelvas innhold av fosforkomponenter øker nedstrøms samløpet med Kuetsyarv, men dette synes ikke å medføre økt mengde av planteplankton. Dette kan være en indikasjon på at planteplankton kan være negativt påvirket av tungmetaller. Pasvikelva har lavt innhold av koliforme bakterier. Årsaken til dette er trolig at det kommunale avløpsvannet fra Nikel blir klorert.

Grense-Jakobselva er sterkere påvirket av sur nedbør enn Pasvikelva. Reduksjonen i alkalitet er markert, spesielt under vårsmeltingen, men den gjenværende bufferkapasiteten er stor nok til at man ikke kan forvente forsuringsskader i hovedvassdraget. Elvevannets innhold av nikkell og kobber er også høyere enn i Pasvikelva, men er vurdert til å være lavere enn det som gir giftvirkninger for fisk. Grense-Jakobselva har lave konsentrasjoner av fosforkomponenter og koliforme bakterier.

Gennomføringen av de planlagte rensetekniske tiltak ved smelteverkene vil gi en unik mulighet til å studere reversibiliteten av forsuring og tungmetallforurensning i økosystemene i grenseområdene.

2. OVERVÅKING AV INNSJØER.

I forbindelse med 100-sjøers-undersøkelsen i 1986 ble det prøvetatt 30 innsjøer i Sør-Varanger. Fra 1987 har det vært årlig prøvetaking av 10 av disse innsjøene. Fra 1987 ble programmet utvidet med årlig prøvetaking av 6 små innsjøer på Jarfjordfjellet. I 1989 ble ytterligere 10 innsjøer inkludert i den årlige overvåkingen.

2.1 FORSURING.

Undersøkelsene i 1986 (Traaen 1987) viste at innsjøene i Sør-Varanger var betydelig forsuret. Innsjøene i området mellom Kirkenes og Grense-Jakobselv var sterkest påvirket. Konsentrasjonene av sulfat i innsjøene var mer enn fordoblet siden 1966 og var på samme nivå som de mest utsatte innsjøene på Sørlandet. Selv større innsjøer hadde lite igjen av sin opprinnelige motstandskraft mot forsurening. De fleste større innsjøene hadde allikevel en gjenværende bufferkapasitet som medførte at fisk fremdeles kunne overleve. Undersøkelser i 1987 -1989 viste imidlertid at det var en rekke små innsjøer, spesielt i Jarfjordområdet, som var for sure til at det kunne leve fisk der. Konklusjonen på undersøkelsene var at store områder i Sør-Varanger ville få omfattende skader og tap av fiskebestander hvis belastningen med sur nedbør fra smelteverkene på Kola-halvøya økte ytterligere.

Beliggenheten av overvåkingsjøene i Sør-Varanger er vist i figur 1.

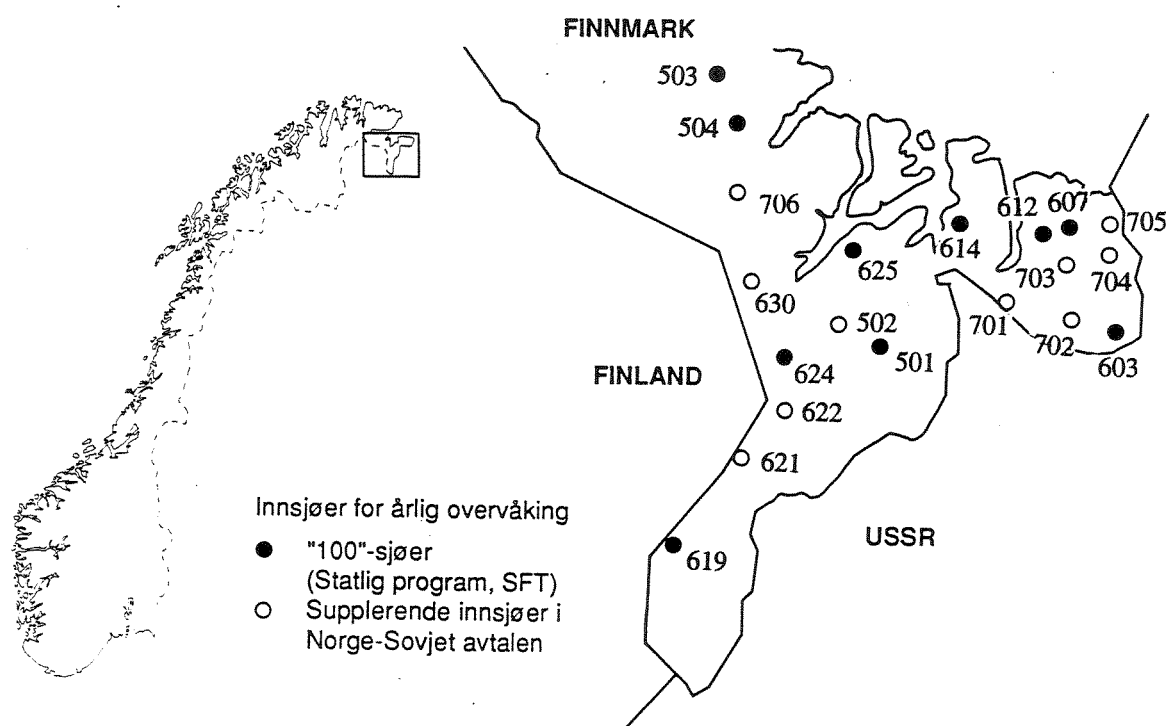
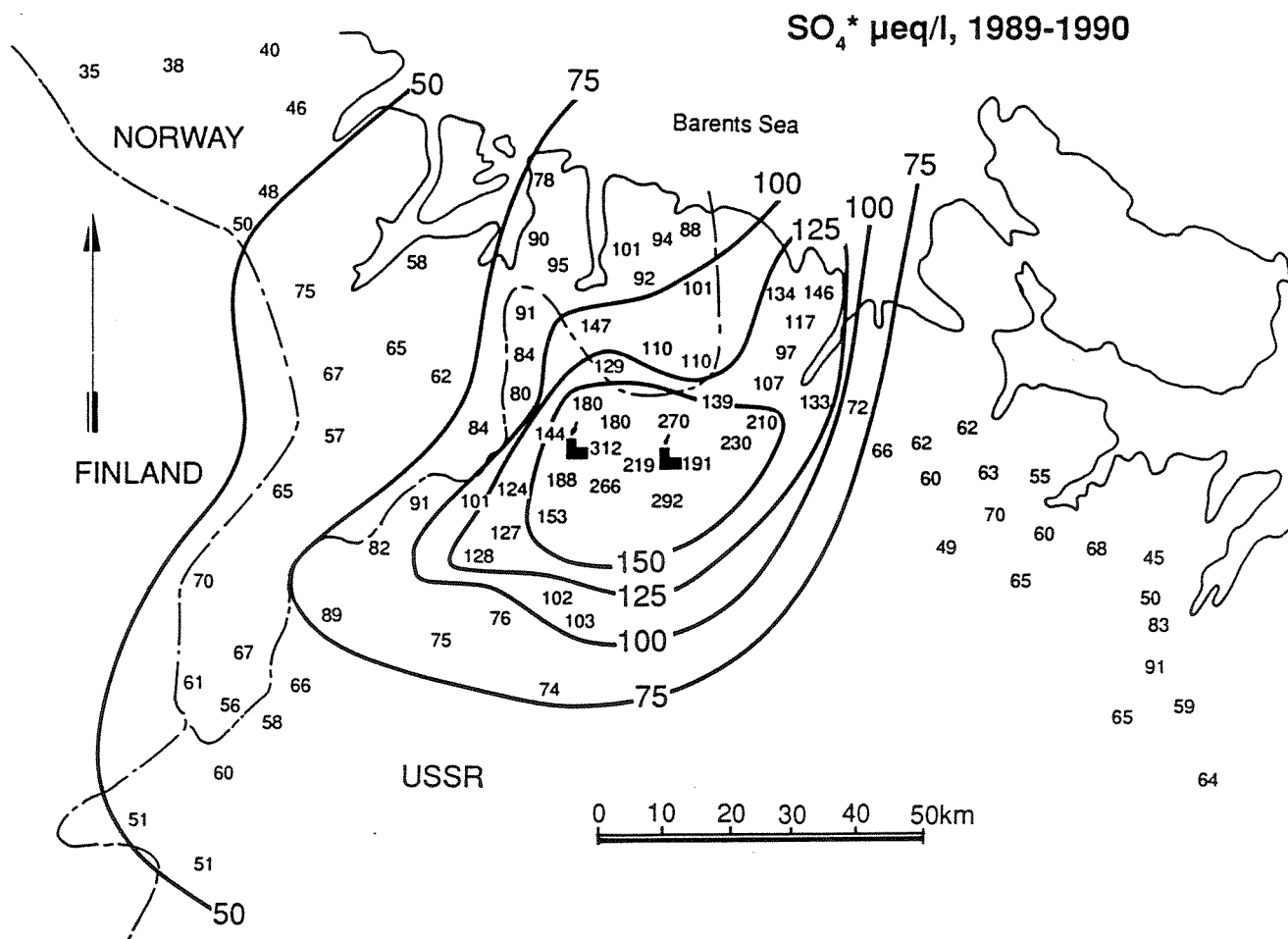


Fig.1 Beliggenhet av innsjøer i overvåkingsprogrammet i Sør-Varanger.

"100"-sjøene er prøvetatt årlig fra 1986. De øvrige innsjøene er prøvetatt årlig fra 1989. I tillegg er 6 små innsjøer på Jarfjordfjellet prøvetatt årlig fra 1987.

I en felles norsk-sovjetisk rapport som ble utarbeidet i august 1991 (Traaen, Moiseenko, Dauvalter, Rognerud, Henriken og Kudravseva 1991) ble det utarbeidet et kart over sulfat-konsentrasjonene i innsjøene i grenseområdene (figur 2). Påvirkningen av svovelnedfall gjenspeiler de fremherskende vindretninger fra smelteverkene. På norsk side er det området mellom Kirkenes og Grense-Jakobselv som er sterkest påvirket.



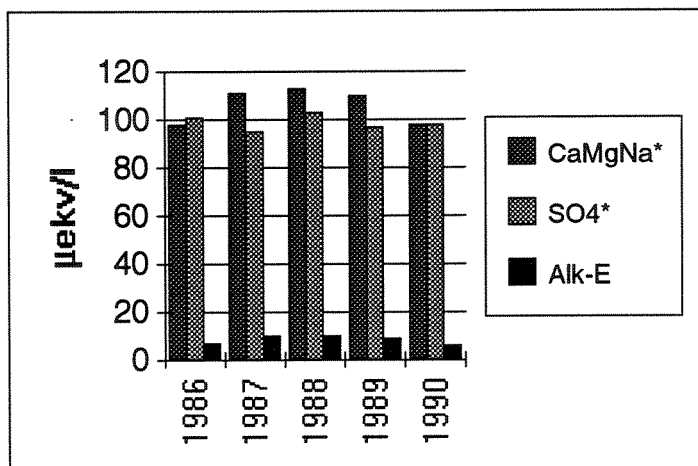
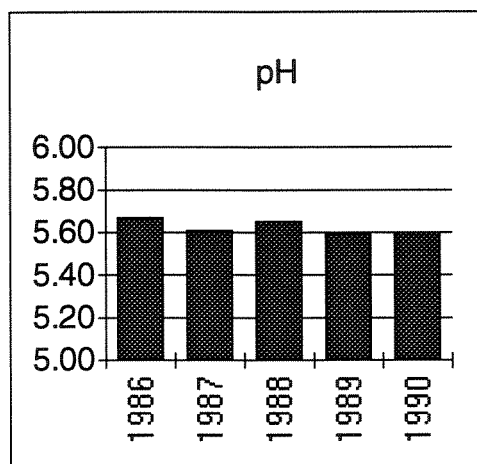
Figur 2. Konsentrasjoner av sjøsalt-korrigert sulfat i innsjøer i grenseområdene.
(Fra Traaen m.fl. 1991).

Kjemiske analyseresultater fra 1986 til 1990 er vist i vedlegg. Tabell 1 og 2 viser de viktigste forsøringsparametrene for innsjøer hhv. øst og vest for Kirkenes som har vært prøvetatt siden 1986. Under tabellene er pH, sjøsaltkorrigerte basekationer, sjøsalt-korrigert sulfat og alkalitet også vist som diagrammer.

Tabell 1. Forsøringsparametre for "100"-sjøene i Sør-Varanger øst for Kirkenes for perioden 1986 til 1990.

Middelverdier for pH, basekationer (CaMgNa*), sulfat (SO₄*), alkalitet (Alk-E), organisk karbon (TOC) og labilt aluminium (LAL) er vist. Stjerne (*) angir sjøsaltkorrigerte verdier.

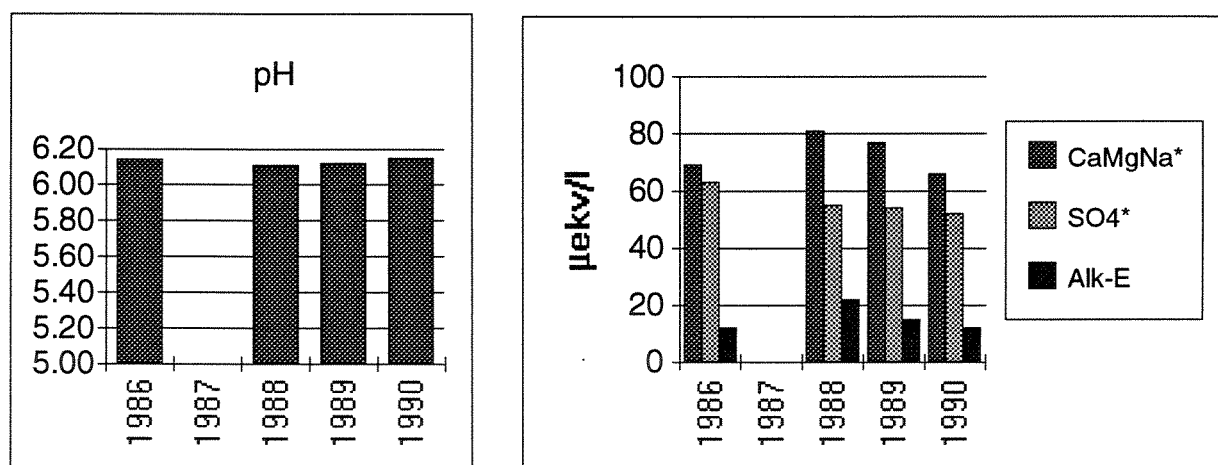
	År	pH	CaMgNa* µekv/l	SO ₄ * µekv/l	Alk-E µekv/l	TOC mg/l	LAL µg/l
Innsjøer øst for Kirkenes n=4	1986	5.67	98	101	7	1.4	11
	1987	5.61	111	95	10	1.7	15
	1988	5.65	113	103	10	1.6	14
	1989	5.59	110	97	9	1.7	12
	1990	5.60	98	98	6	1.8	9



Tabell 2. Forsuringsparametre for "100"-sjøene i Sør-Varanger vest for Kirkenes for perioden 1986 til 1990.

Middelverdier for pH, basekationer (CaMgNa*), sulfat (SO₄*), alkalitet (Alk-E), organisk karbon (TOC) og labilt aluminium (LAL) er vist. Stjerne (*) angir sjøsaltkorrigererte verdier.

	År	pH	CaMgNa* µekv/l	SO ₄ * µekv/l	Alk-E µekv/l	TOC mg/l	LAL µg/l
Innsjøer vest for Kirkenes n=6	1986	6.14	69	63	12	1.4	4
	1987						
	1988	6.11	81	55	22	1.6	3
	1989	6.12	77	54	15	1.5	2
	1990	6.15	66	52	12	1.6	2



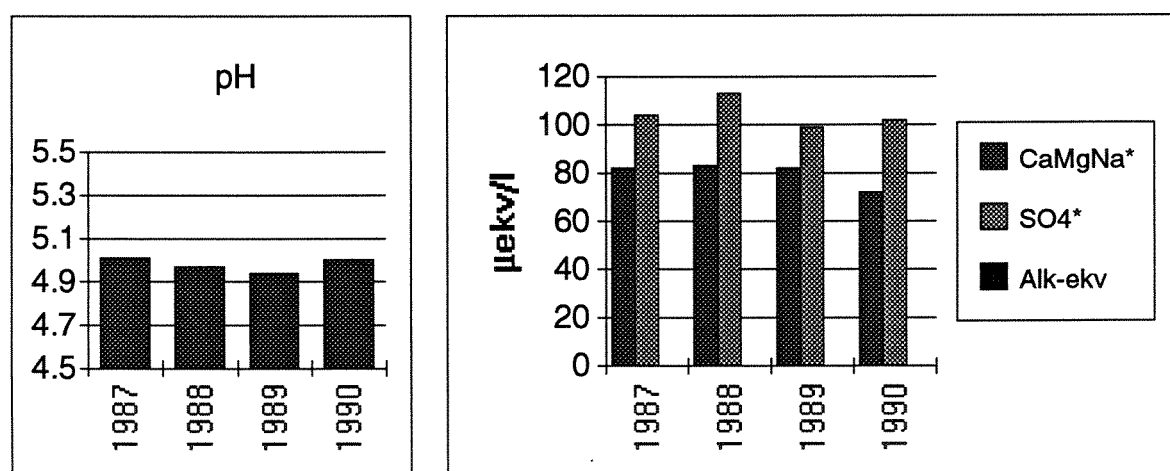
Det fremgår av Tabell 1 og 2 at vannkjemien har endret seg lite i perioden 1986 til 1990. Målingene tyder på at utviklingen mot øket forsuring som man hadde frem til 1986 nå har stoppet. Målinger i 6 småvann i det mest utsatte området på Jarfjordfjellet (Tabell 3) underbygger at forsuringssituasjonen er stabil. I følge utslippsdata fra smelteverkene er smelteverkene utslipp av svoveldioksyd redusert fra ca 400,000 tonn i 1979 til ca 260,000 tonn i 1989. Foreløpig har vi imidlertid ikke registrert noen tilsvarende reduksjon i konsentrasjonene av sulfat i innsjøene. En årsak til dette kan være at den største utslippsreduksjonen fant sted mellom 1979 og 1983, dvs før overvåkingsprogrammet i innsjøene startet. Sulfatkonsentrasjonene kan derfor ha vært høyere rundt 1980 enn i dag.

Figur 3 illustrerer utviklingen av konsentrasjonen av sjøsaltkorrigert sulfat i innsjøer øst for Kirkenes fra 1966 til 1990.

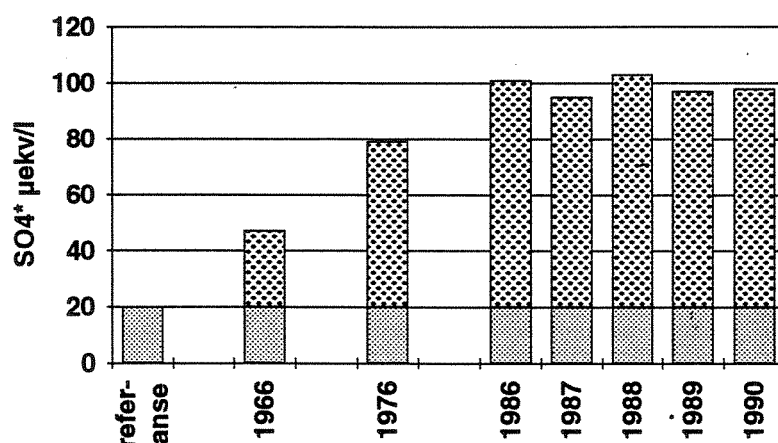
Tabell 3. Forsuringsparametre for 6 småvann på Jarfjordfjellet i 1987-1990.

Middelverdier for pH, basekationer (CaMgNa*), sulfat (SO₄*), alkalitet (Alk-E), organisk karbon (TOC) og labilt aluminium (LAL) er vist. Stjerne (*) angir sjøsaltkorrigerede verdier.

Innsjøgr.	År	pH	CaMgNa* µekv/l	SO ₄ * µekv/l	Alk-ekv µekv/l	TOC mg/l	LAL µg/l
Jarfjord- fjellet n=6	1987	5.01	82	104	0	0.8	68
	1988	4.97	83	113	0	0.8	75
	1989	4.94	82	99	0	0.8	70
	1990	5.00	72	102	0	1.0	51



Innsjøer øst for Kirkenes



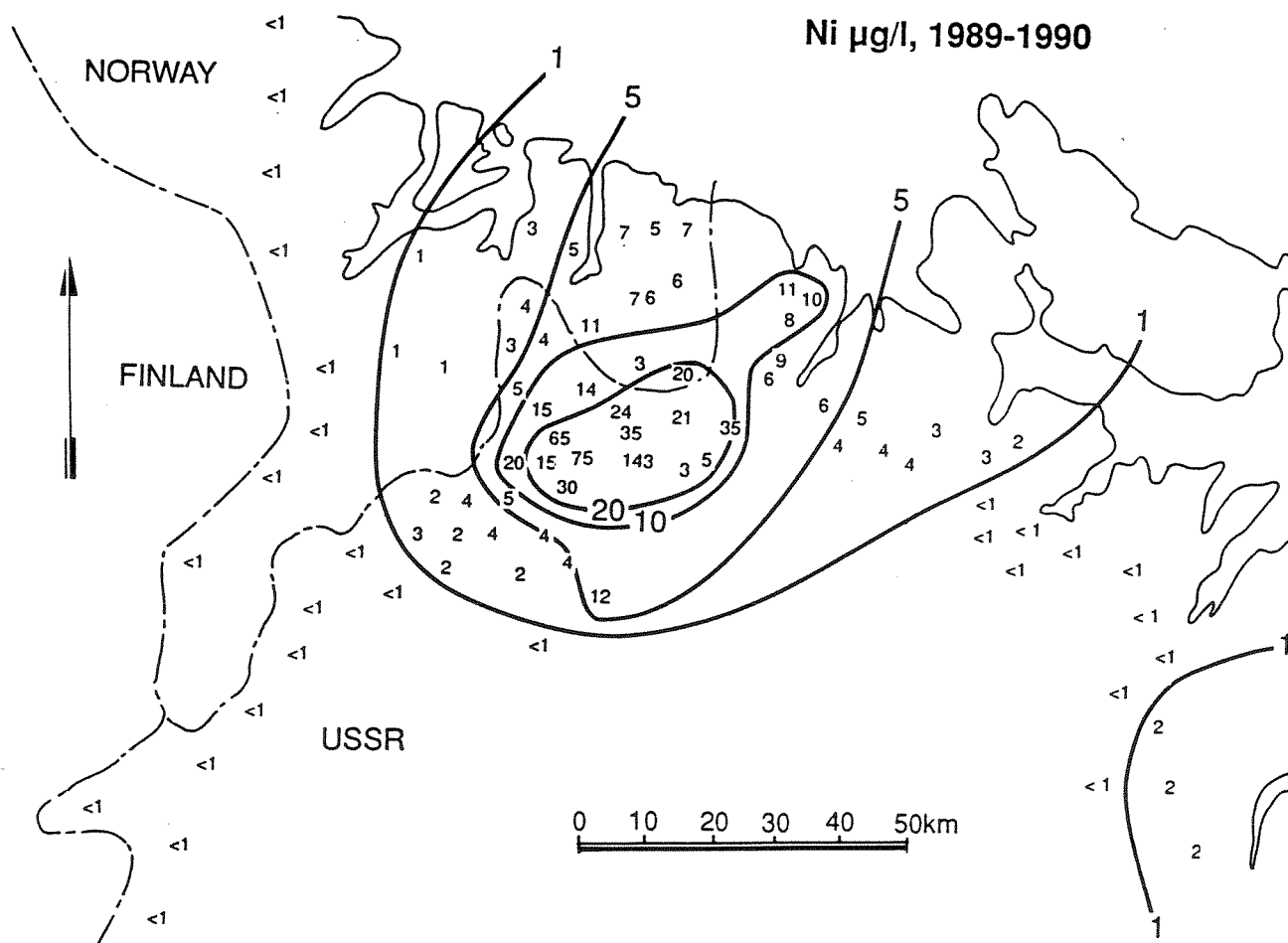
Figur 3. Tidsutviklingen av konsentrasjoner av sjøsaltkorrigeret sulfat i innsjøer i Sør-Varanger øst for Kirkenes.

Middelverdier basert på data fra 5 innsjøer i 1966 og 1976. Fra 1986 er brukt data fra 4 overvåkingsjøer ("100"-sjøer).

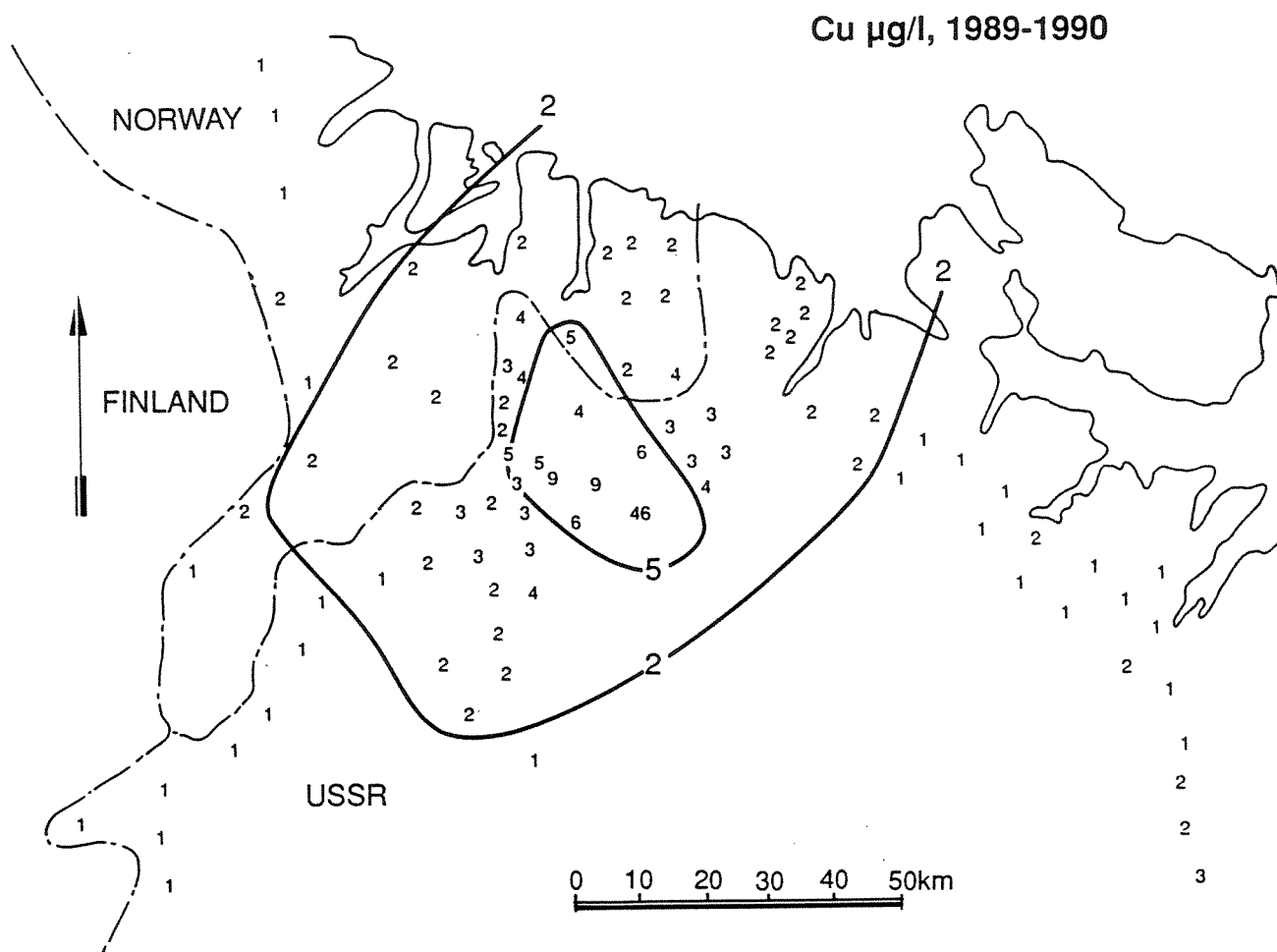
2.2 TUNGMETALLER.

I 1989 ble det analysert på kobber, nikkell, sink, bly og kvikksølv i overvåkingssjøene. Av disse metallene var det bare nikkell og kobber som hadde konsentrasjoner over vanlige bakgrunnsnivåer. I 1990 ble derfor bare kobber og nikkell analysert. Anlyseresultatene er vist i vedlegg.

Den geografiske utbredelsen av tungmetallforurensning fulgte samme mønster som for sulfat, men konsentrasjonene av nikkell og kobber avtok raskere fra utslippskildene (figur 4 og 5). Konsentrasjonene var nede på bakgrunnsnivåer når avstanden var over ca 50 km fra utslippene. De høyeste konsentrasjonene på norsk område ble funnet mellom Kirkenes og Grense-Jakobselva. I vann nær grensen ble det registrert opp til 20 $\mu\text{g Ni/l}$ og 5 $\mu\text{g Cu/l}$. Prøvene ble tatt sent om høsten. Man har indikasjoner på at konsentrasjonene av tungmetaller kan være høyere på ettvinteren og våren. Dette vil bli undersøkt nærmere i en utvidet overvåking av Dalelv-vassdraget fra 1991.



Figur 4. Utbredelse av nikkellkonsentrasjoner i innsjøer i grenseområdene. Prøvene er tatt sent i september 1989 og 1990. Figuren er fra Traaen, Moiseenko, Dauvalter, Rognerud, Henriksen og Kudravseva 1991.



Figur 5. Utbredelse av kobberkonsentrasjoner i innsjøer i grenseområdene.

Prøvene er tatt sent i september 1989 og 1990. Figuren er fra Traaen, Moiseenko, Dauvalter, Rognerud, Henriksen og Kudravseva 1991.

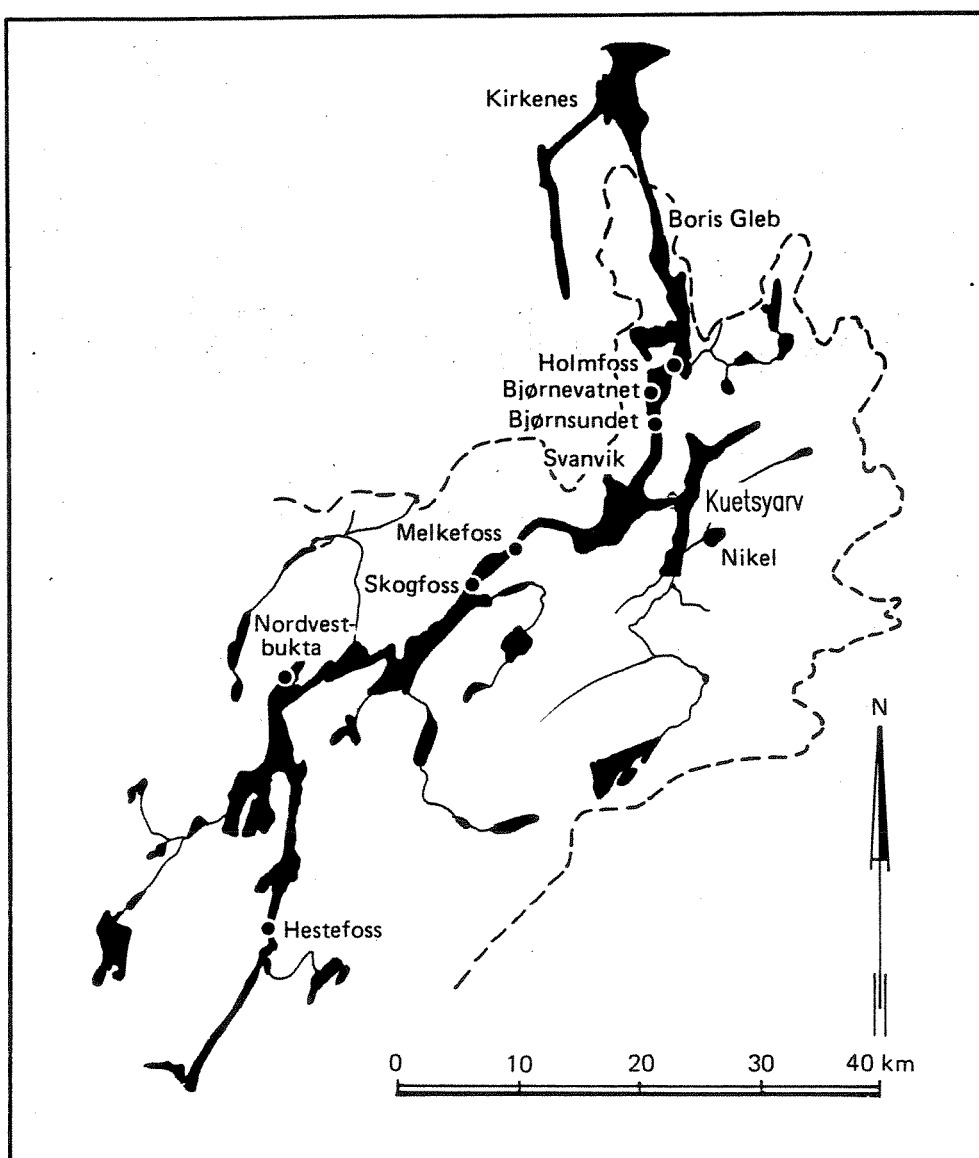
Konsentrasjonene av nikkel og kobber i innsjøsedimentene fulgte et lignende mønster som sulfat i vann. Dette er rapportert mer detaljert i den felles rapporteringen med sovjeterne (Traaen, Moiseenko, Dauvalter, Rognerud, Henriksen og Kudravseva 1991). Sedimentundersøkelsene på norsk side er også rapportert i forbindelse med en undersøkelse i 1989 om forurensning og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger (Traaen, Rognerud og Henriksen 1990) og i forbindelse med en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk (Rognerud og Fjeld 1990).

Analyser av tungmetaller i innsjøene startet i 1989. Det er derfor for tidlig å si om det er noen endringer på gang i konsentrasjonene av nikkel og kobber. Utslippsdata fra Pechenganickel tyder imidlertid på at nikkelutslippene har økt i siste halvdel av 80-årene. Det er derfor viktig å følge med i utviklingen.

Tungmetallenes spredning fra luft til nedbørfelt og videre til vann og akkumulering i planter, dyr og sedimenter styres av kompliserte prosesser. Det er derfor foreslått mer omfattende undersøkelser av disse forhold i 1992 langs en gradient fra smelteverkene og inn på norsk område.

3. OVERVÅKING AV PASVIKELVA OG GRENSE-JAKOBSELVA.

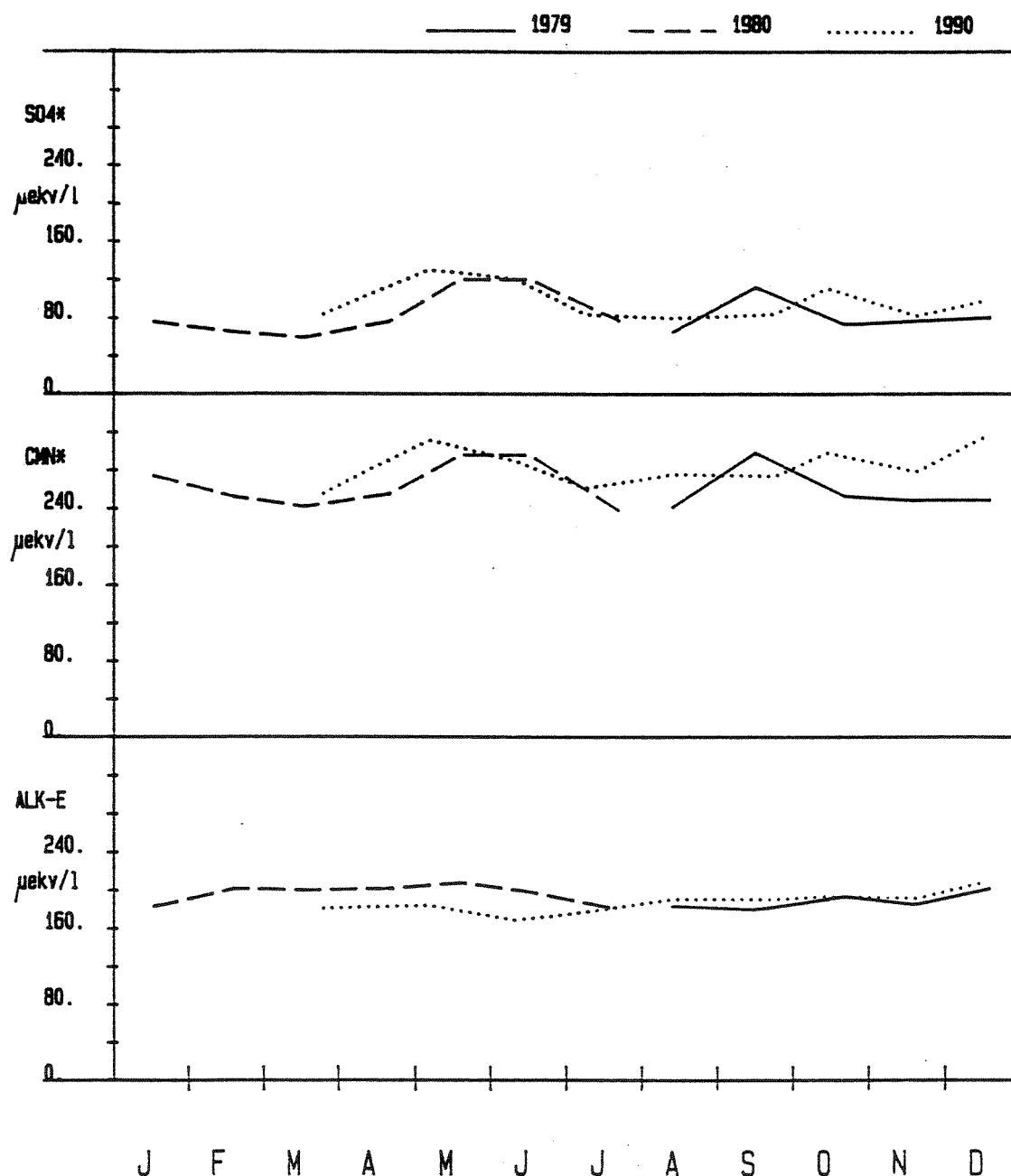
I mars 1990 startet en vannkjemisk og bakteriologisk overvåking på 2 stasjoner i Pasvikelva og 1 stasjon i Grense-Jakobselva. I Pasvikelva er øverste stasjon lagt ved Skogfoss (stasjonsbetegnelse PAS1) og nederste stasjon ved Bjørnsundet (PAS2) nedstrøms samløpet med Kuetsyarv som er resipient for Nikel. I Grense-Jakobselva er prøvene tatt ca 5km fra elvas utløp i havet. Prøver blir tatt 1 gang i måneden. I Pasvikelva ble det foretatt en tilsvarende overvåking på de samme stasjonene fra august 1979 til juli 1980 (Traaen 1980). Figur.6 viser en kartskisse av Pasvikelva. Analyseresultatene er vist i vedlegg.



Figur 6. Kartskisse av Pasvikelva.

3.1 FORSURING.

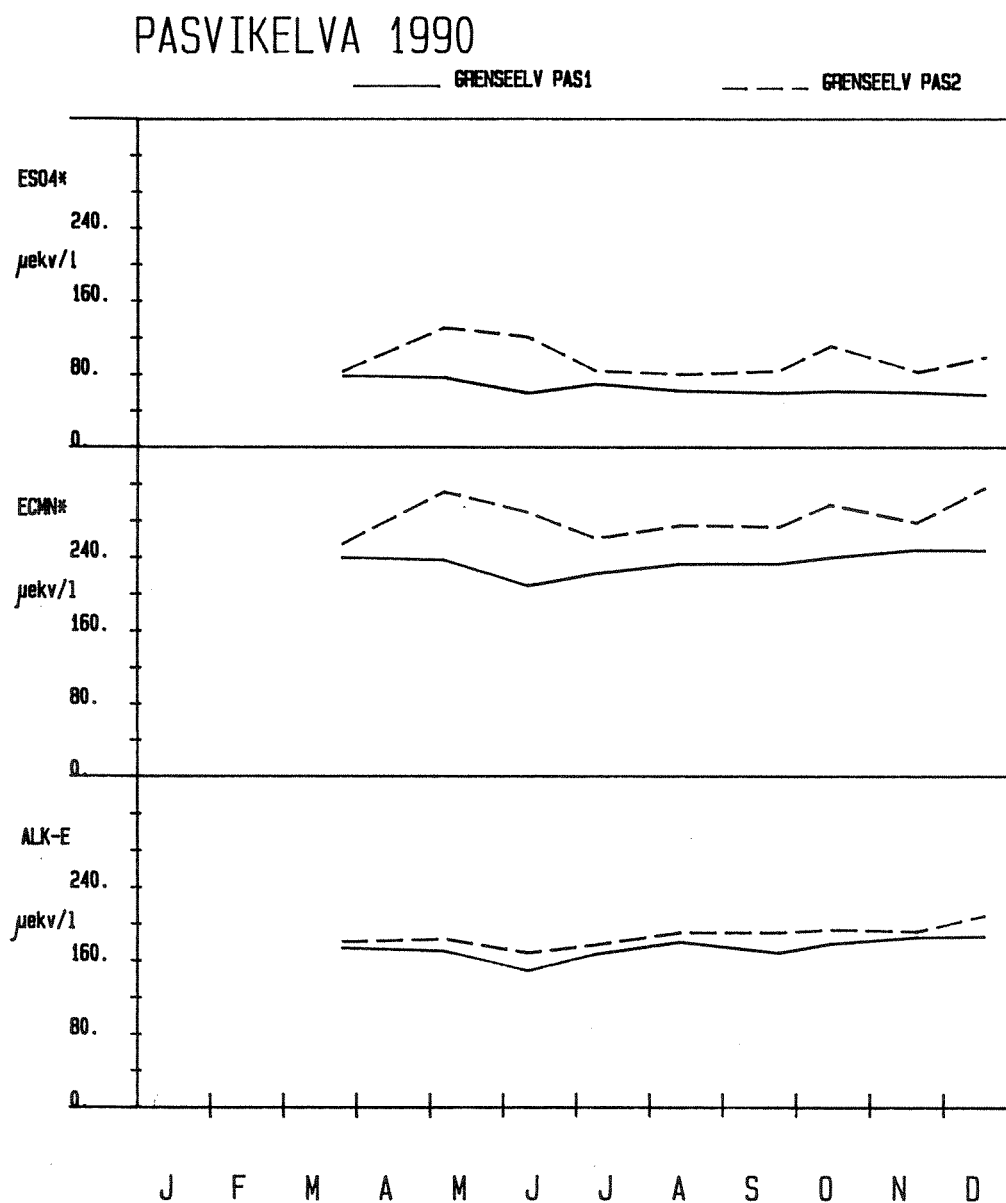
Figur 7 viser konsentrasjonene av sjøsaltkorrigert sulfat, sjøsaltkorrigerede basekationer og alkalitet ved Bjørnsundet (st.PAS2) i 1979/80 og 1990. Vannkjemien er meget stabil over året. Årsaken til dette er at Enaresjøen virker utjevnedende på vannkvaliteten. Dette forsterkes ved at innsjøen er regulert slik at vannføringen er uvanlig stabil over året. Det synes ikke å være noen markerte endringer i vannkjemien fra 1979/80 til 1990.



Figur 7. Vannkjemi i Pasvikelva ved Bjørnsundet i 1979/80 og 1990.

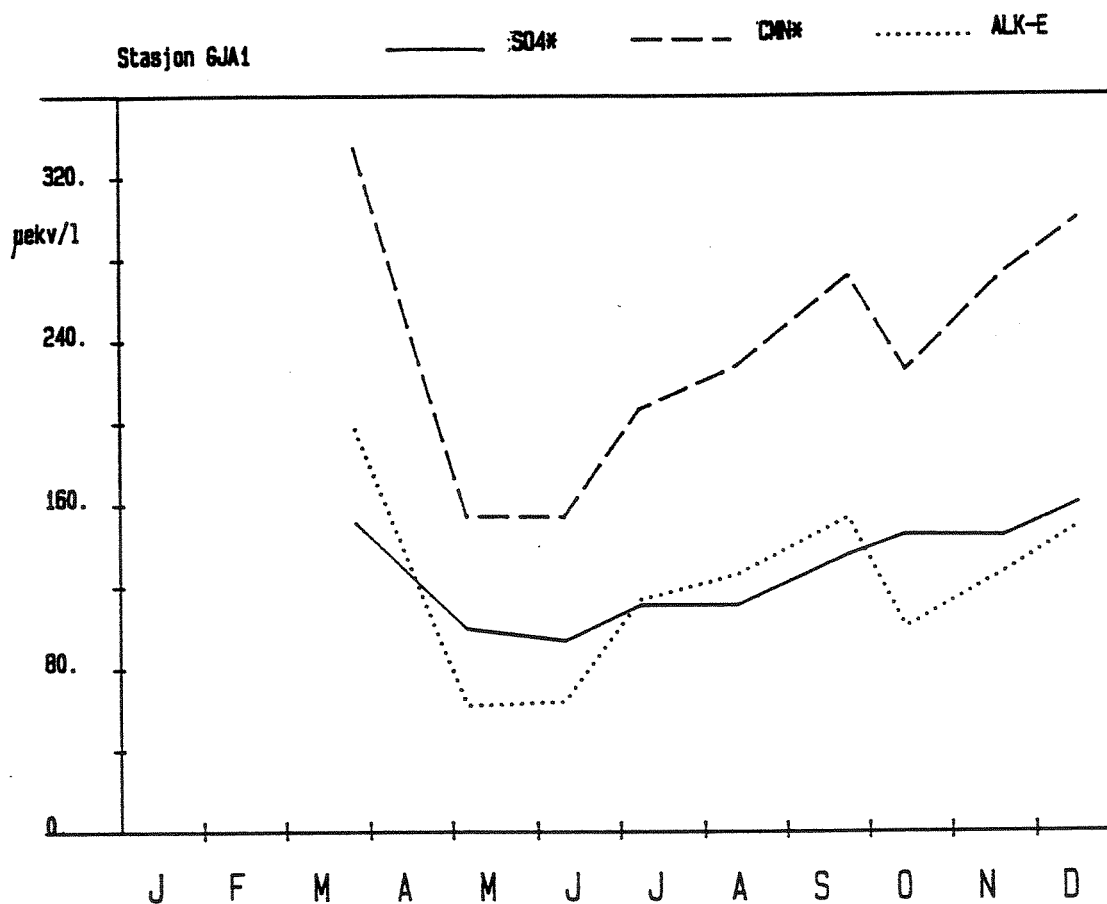
SO₄*: sjøsaltkorrigert sulfat. CMN*: sjøsaltkorrigerede basekationer og ALK-E: alkalitet.

Endringene i forsuringparametrene fra Skogfoss (PAS1) til Bjørnsundet (PAS2) i 1990 er vist i figur 8. Konsentrasjonene av både sulfat og basekationer øker markert fra Skogfoss til Bjørnsundet. Basekationene øker noe mer enn sulfat. Dette resulterer i en liten økning i alkaliteten. Innblanding av vann fra Kuetsyarv som drenerer Nikel-området fører også ikke til noen forsuring av Pasvikelva, men til økt alkalitet. Dette er i overenstemmelse med data fra den felles norsk-sovjetiske rapporten som viser at Kuetsyarv har omlag dobbelt så høy alkalitet som Pasvikelva. I 1979/80 ble det ikke registrert noen økning i alkalitetsverdiene fra Skogfoss til Bjørnsundet. Det er derfor sannsynlig at alkaliteten i Kuetsyarv har økt siden 1979/80. Alkaliteten ved Skogfoss var noe lavere i 1990 enn i 1979/80. Finske undersøkelser i Enaresjøen (Kinnunen pers. medd.) har også vist en tendens til nedgang i alkalitet de siste årene. Alkaliteten er imidlertid fremdeles betryggende høy i hele Pasvikelva.



Figur 8. Endringer i vannkjemi fra Skogfoss (PAS1) til Bjørnsundet (PAS2) i 1990. SO_4^* : sjøsaltkorrigert sulfat. CMN^* : sjøsaltkorrigerte basekationer og ALK-E: alkalitet.

Vannkjemien i Grense-Jakobselva (figur 9) viser større variasjoner over året enn Pasvikelva. Årsaken til dette er at elva er uregulert og ikke har store innsjøer ved kildene. Det ble registrert et markert fall i konsentrasjonene av basekationer og alkalitet under vårmeltingen. Påvirkningen av sur nedbør er betydelig større i Grense-Jakobselva enn i Pasvikelva. Konsentrasjonene av basekationer er omtrent like i de to elvene, men fordi sulfatkonsentrasjonene er omtrent dobbelt så høye i Grense-Jakobselva, blir alkaliteten markert lavere. Restalkaliteten om våren var imidlertid høy nok til at man ikke kan forvente forsurende skader.



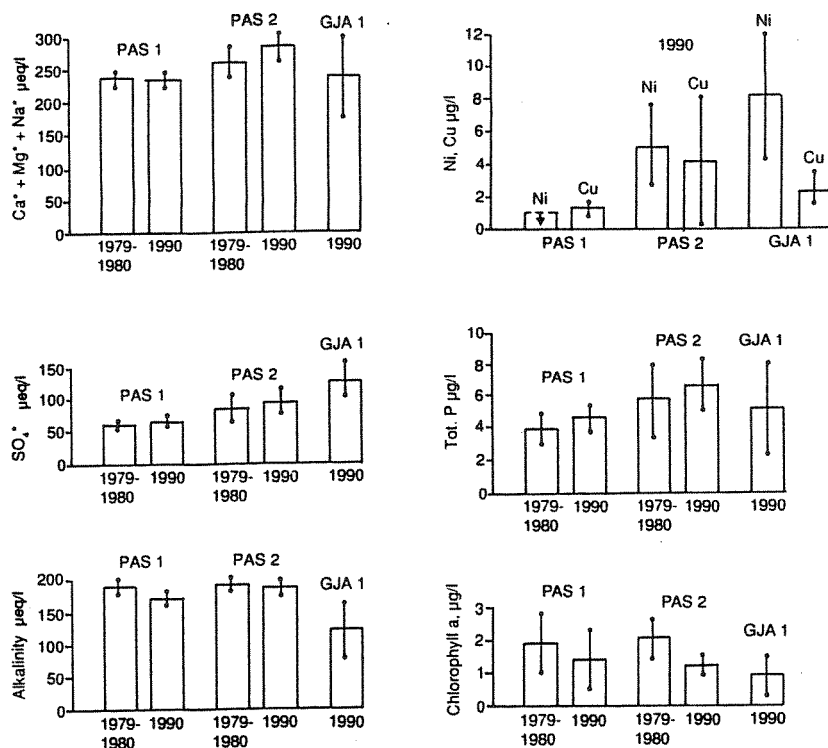
Figur 9. Vannkjemi i Grense-Jakobselva (st.GJA1) i 1990.

SO₄*: sjøsaltkorrigert sulfat. CMN*: sjøsaltkorrigerte basekationer og ALK-E: alkalitet.

3.2 TUNGMETALLER.

Middelverdien av nikkelskonsentrasjonene i 1990 økte fra mindre enn 1 µg/l ved Skogfoss (PAS1) til 5 µg/l ved Bjørnsundet (PAS2). Middelverdien for kobber økte fra 1 µg/l til 4 µg/l (figur 10). Påvirkningen av samløpet med Kuetsyarv er følgelig markert. Konsentrasjonene av nikkel og kobber kan imidlertid ikke forventes å ha direkte toksisk virkning på fisk. I følge SFT's vannkvalitetskriterier vil Skogfoss komme i klasse 1 (lite/ubetydelig påvirket), mens Bjørnsundet vil komme i klasse 2 (moderat påvirket). Sedimentundersøkelser i Bjørnevatn (Rognerud 1990) viste imidlertid stor forurensning av nikkel og markert forurensning av kobber. Det pågår undersøkelser for å klarlegge anriking av tungmetaller i næringskjeden. Akkumulering av tungmetaller i fisk blir undersøkt av INEP og NINA. Man kan ikke utelukke at tungmetallene kan ha toksiske virkninger på andre organismer enn fisk. Økningen av fosforbindelser fra PAS1 til PAS2 uten noen tilsvarende økning i klorofyllverdiene kan være en indikasjon på at produksjonen av planktonalger er hemmet.

Middelverdien og maksimalverdien av nikkel i Grense-Jakobselva var hhv 8 og 12 µg/l. Årsaken til at verdiene var høyere enn i Pasvikelva er trolig at en større del av nedbørfeltet til Grense-Jakobselva ligger i det mest utsatte området for nedfall fra smelteverkene. Nikkelskonsentrasjonene i Grense-Jakobselva er allikevel lavere enn det som er antatt å kunne gi skadelige effekter på fisk. I følge SFT's vannkvalitetskriterier vil Grense-Jakobselva ligge i klasse 2 (moderat påvirket). Det er usikkert om nikkel i disse konsentrasjonene kan gi skader på andre komponenter i økosystemet. Midlere kobberkonsentrasjon i Grense-Jakobselva var bare 2 µg/l, og må antas å være uten skadevirkninger.



Figur 10. Vannkjemi i Pasvikelva (PAS1 og PAS2) og Grense-Jakobselva (PAS1). Middelerverdier og standardavvik for 1979/80 og 1990 er vist.

3.3 EUTROFIERING OG VANNHYGIENE.

Kuetsyarv er resipient for byen Nikel med ca 50,000 innbyggere. På norsk side bor det bare ca 300 innbyggere, de fleste i Svanvikområdet.

Konsentrasjonen av totalfosfor øker fra 4.5 til 6.5 $\mu\text{g/l}$ fra Skogfoss (PAS1) til Bjørnsundet (PAS2), jfr figur 10. Dette medfører imidlertid ingen tilsvarende økning i klorofyllverdiene. Dette kan være en indikasjon på at planteplanktonet er hemmet av tungmetaller. Det kan heller ikke utelukkes at den manglende økningen i klorofyllverdier kan skyldes nitrogenbegrensning fordi nitratkonsentrasjonen går ned mot null om sommeren. Årsaken kan også være at beiting av dyreplankton forhindrer biomasseøkning av planteplankton, selv om primærproduksjonen skulle ha økt. Dette kan avklares nærmere med primærproduksjonsmålinger i vassdraget og giftighetstester på planteplankton i laboratoriet. Slike undersøkelser er foreslått utført i 1992.

Pøvetakingsstasjonen i Grense-Jakobselva ligger mange km nedstrøms nærmeste innsjø i hovedvassdraget, Jakobsvatnet. Det er derfor sannsynlig at algene i vannmassene domineres av løsrevet begroing og ikke planktonalger. Dette medfører at mengden av alger i vannmassene vil variere med vannføringen. På stigende vannføring vil man få økt løsrivning.

Middelkonsentrasjonen av totalfosfor i Grense-Jakobselva var 5.1 $\mu\text{g/l}$. Dette er trolig hovedsaklig elvas naturgitte fosforinnhold. Bosettingen består bare av små spredte militære grenseposter. Klorofyllverdiene var gjennomgående lavere enn i Pasvikelva. For å avklare om de relativt høye nikkelskonsentrasjonene hemmer begroingen må man foreta begroingsundersøkelser i vassdraget.

Ut fra SFT's vannkvalitetskriterier for eutrofiering vil de undersøkte stasjonene i Pasvikelva og Grense-Jakobselva ligge i klasse 1 (lite/ubetydelig påvirket). Det må allikevel tas forbehold om mulige giftvirkninger på primærproduktene,

Det var lave konsentrasjoner av koliforme bakterier både i Pasvikelva og Grense-Jakobselva. De høyeste verdiene av termotabile koliforme ble som ventet observert ved Bjørnsundet (PAS2). En registrert maksimalverdi på 8 termotabile koliforme pr. 100 ml. og medianverdi på 1 er allikevel lavere enn man skulle forvente når det ligger en by på ca 50,000 innbyggere oppstrøms. Hovedårsaken til de lave verdiene er at det kommunale avløpsvannet fra Nikel blir klorert. Oppholdstiden i Kuetsyarv vil også redusere bakterieantallet før vannet renner ut i Pasvikelva. Ved Skogfoss (PAS1) og Grense-Jakobselva (GJA1) var registrerte maksimalverdier for termotabile koliforme hhv 3 og 2 pr.100 ml. I SFT's vannkvalitetskriterier er grenseverdien for klasse 1 (lite/ubetydelig forurenset) satt til 5 termotabile koliforme pr. 100 ml (vurdert ut fra 90-persentilen). Tilsvarende grenseverdi for klasse 2 (moderat påvirket) er 50 pr. 100 ml. Ut fra dette vil både Pasvikelva ved Skogfoss og Grense-Jakobselva være i klasse 1, mens Pasvikelva ved Bjørnsundet vil være i klasse 2.

LITTERATUR.

- Rognerud, S. 1990. Sedimentundersøkelser i Pasvikelva høsten 1989. Statlig Program for Forurensningsovervåking. SFT-rapport 401/90.
- Rognerud, S og E. Fjeld 1990. Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjø sedimenter og kvikksølv i fisk.-Statlig Program for Forurensningsovervåking. SFT-rapport 426/90, TA 714/1990.
- Traaen, T.S. 1987. Forsuring av innsjøer i Finnmark.- Statlig Program for Forurensnings overvåking. SFT-rapport 299/87.
- 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., 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. In prep.

VEDLEGG

	Side
Kjemiske analyseresultater fra overvåkingssjøene 1986 -1990 .	19
Kjemiske og bakteriologiske analyseresultater fra Pasvikelva og Grense-Jakobselva i 1979/80 og 1990	22

1000 sjivers undersökelse. Kommunnummer 1000 -
KOMM VANN AR DATO DYP

KOMM	VANN	AR	DATO	PH	K25	CA	MG	NA	K	CL	SULF	NO3N	ALK-E	TOC	RAL	ILAL	LAL	NI	CU	ZN	CD	PB
2030	501	1986	0925	6.41	2.19	1.13	.45	1.66	.16	3.1	3.8	M 1.	14.2	1.96	12	M 10	2					
2030	501	1987	0922	6.31	3.45	1.16	.45	1.64	.20	3.1	3.9	1	20.7	2.05	10	M 10	0					
2030	501	1988	0929	6.21	2.12	1.19	.46	1.63	.24	2.7	3.1	4	28.2	2.18	12	M10	0					
2030	501	1989	0920	6.36	2.22	1.07	0.46	1.79	0.17	2.8	3.2	M 1	20.7	1.94	M 10	M 10	0	1.9	1.4	M 10	M 1	M 5
2030	501	1990	0920	6.43	2.38	1.07	0.41	1.78	0.20	3.0	3.0	1	21.8	2.00	M 10	M 10	0	1	1.6			
2030	502	1986	0925	6.33	2.32	1.32	.46	1.69	.16	3.1	3.8	9	17.5	1.46	38	M 10	18					
2030	502	1989	0920	6.26	2.29	1.22	.47	1.81	0.20	2.9	3.3	9	26.1	1.64	34	M 10	24	1.0	1.4	M 10	M 1	.5
2030	502	1990	0920	6.40	2.55	1.26	.43	1.83	0.21	3.0	3.3	3	26.1	1.84	22	M 10	12	1	2.2			
2030	503	1986	0926	5.94	1.78	.62	.33	1.52	.11	2.7	2.3	26.	2.9	.65	14	M 10	4					
2030	503	1987	0925	5.87	3.1	.63	.33	1.56	.12	2.7	2.3	28	5.3	.80	10	M 10	0					
2030	503	1988	1009	5.83	1.74	.64	.33	1.6	.13	2.6	2.3	34	6.4	.91	14	M 10	0					
2030	503	1989	0920	5.88	1.76	0.61	0.34	1.58	0.12	2.6	2.2	24	1.6	0.83	13	M 10	3	M 1	.8	M 10	M 1	M 5
2030	503	1990	0920	5.88	1.92	0.63	0.30	1.57	0.14	2.7	2.3	27	4.1	1.41	10	M 10	0	M 1	1.3			
2030	504	1986	0926	5.91	1.88	.68	.35	1.62	.15	2.9	2.6	18.	5.3	.78	13	M 10	3					
2030	504	1987	0924	5.89	2.73	.72	.36	1.65	.14	2.8	2.6	21.	5.3	.66	10	M 10	0					
2030	504	1988	0929	5.87	1.84	.76	.37	1.67	.13	2.7	2.7	29	5.3	.58	10	M 10	0					
2030	504	1989	0920	5.91	1.86	0.68	0.36	1.67	0.14	2.7	2.5	12	4.1	0.92	10	M 10	0	M 1	.7	10	M 1	.6
2030	504	1990	0920	5.96	1.96	0.67	0.31	1.61	0.15	2.7	2.5	9	6.4	1.16	M 10	M 10	0	M 1	1.1			
2030	601	1986	0926	6.75	2.27	1.49	.6	1.51	.2	2.	2.3	2.	78.5	1.96	20	M 10	9					
2030	602	1986	0925	6.89	3.04	2.58	1.24	2.91	.31	4.2	7.1	M 1.	96.1	2.5	12	M 10	13					
2030	603	1986	0925	6.08	3.28	1.51	.84	2.24	.21	3.7	6.1	M 1.	12.0	2.18	10	M 10	0					
2030	603	1987	0924	6.08	2.92	1.36	.73	2.05	.17	2.7	5.4	M 1.	17.5	2.64	14	M 10	4					
2030	603	1988	0929	5.86	2.9	1.44	.78	1.99	.18	2.7	6.5	M 1	9.8	2.33	15	M 10	5					
2030	603	1989	0921	6.11	3.34	1.26	0.74	2.80	.29	4.4	5.0	29	15.3	1.25	13	M 10	3	17.7	3.2	M 10	M 1	M 5
2030	603	1990	0920	6.09	3.15	1.27	0.74	2.14	.20	3.1	5.7	M 1.	13.1	2.48	M 10	M 10	0	21	4.0			
2030	604	1986	0925	6.71	4.24	1.88	.83	2.5	.29	3.7	5.1	M 1.	70.2	1.44	M 10	M 10	0					
2030	605	1986	0925	6.9	4.	2.25	1.14	3.06	.29	4.7	5.7	M 1.	93.0	2.49	M 10	M 10	0					
2030	606	1986	0925	6.65	3.55	1.68	.89	2.78	.28	4.8	5.3	M 1.	45.1	1.41	M 10	M 10	0					
2030	607	1986	0925	6.29	3.16	1.29	.74	2.65	.29	5.2	4.6	31.	14.2	1.07	12	M 10	2					
2030	607	1987	0926	6.24	3.27	1.28	.71	2.77	.28	4.2	5.	33.	15.3	1.39	10	M 10	0					
2030	607	1988	1008	6.15	3.12	1.31	.74	2.94	.32	4.3	5.1	37	18.7	1.44	12	M 10	2					
2030	607	1989	0921	5.92	3.14	1.28	0.80	2.23	.19	3.2	5.8	1	13.1	2.55	10	M 10	0	5.4	1.6	M 10	M 1	M 5
2030	607	1990	0920	6.28	3.50	1.30	0.73	2.69	.31	4.5	5.1	19	20.7	1.38	M 10	M 10	0	5	1.9			
2030	608	1986	0925	6.6	4.09	1.93	1.02	3.39	.33	6.2	5.7	M 1.	48.3	1.69	M 10	M 10	0					
2030	609	1986	0925	6.48	4.23	2.09	.89	3.37	.34	6.2	6.8	46.	21.8	.75	10	M 10	0					
2030	610	1986	0926	6.52	4.16	2.12	.84	3.29	.32	6.1	6.4	48.	28.2	.85	M 10	M 10	0					
2030	611	1986	0926	6.43	3.85	1.96	.92	2.75	.31	5.	6.4	6.	26.1	1.4	19	M 10	4					
2030	612	1986	0926	5.22	3.24	1.03	.71	2.65	.24	4.9	5.7	14.	.39	.41	M 10	M 10	31					
2030	612	1987	0925	5.17	4.11	1.02	.67	2.78	.23	4.5	5.4	10.	.52	.50	M 10	M 10	40					
2030	612	1988	0929	5.27	3.46	1.12	.71	2.79	.31	4.7	5.5	14	.62	.40	M 10	M 10	30					
2030	612	1989	0920	5.17	3.45	1.01	0.70	2.88	.23	4.6	5.5	3	0.0	0.53	36	M 10	26	7.1	1.7	M 10	M 1	M 5
2030	612	1990	0920	5.14	3.65	1.01	0.66	2.67	.25	4.7	5.6	2	0.89	.37	M 10	M 10	27	7	2.4			
2030	613	1986	0925	7.	4.17	3.03	1.01	2.69	.51	3.6	6.7	1.	112.7	2.14	M 10	M 10	0					
2030	614	1986	0926	5.93	3.2	1.31	.78	3.18	.22	5.6	5.7	9.	2.9	2.	37	M 10	0					
2030	614	1987	0922	5.76	3.37	1.31	.76	2.81	.22	4.7	4.7	8.	7.6	2.37	28	M 10	13					
2030	614	1988	0929	5.8	3.09	1.31	.78	2.72	.24	4.8	5	7.	9.8	2.05	32	M 10	14					
2030	614	1989	0920	5.83	3.42	1.26	0.80	2.99	.23	4.9	5.2	5	6.4	2.33	31	M 10	11					
2030	614	1990	0920	6.92	3.57	1.27	0.75	2.81	.25	5.1	4.8	1	10.9	2.42	20	M 10	10	2.9	1.4	M 10	M 1	M 5
2030	615	1986	0925	6.91	3.22	2.61	.85	1.86	.56	1.4	2.9	8.	150.7	5.29	10	M 10	11					
2030	616	1986	0925	6.86	2.88	2.33	.73	1.59	.55	1.3	3.1	2.	99.2	4.09	M 10	M 10	0					
2030	617	1986	0925	6.86	2.43	1.77	.57	1.55	.31	1.3	3.4	12.	116.8	6.6	21	M 10	3					
2030	619	1986	0925	6.52	1.87	1.4	.42	1.06	.22	1.4	4.	4.	28.2	1.84	22	M 10	0					
2030	619	1987	0921	6.40	2.38	1.35	.42	1.06	.24	1.2	3.2	5	31.4	2.00	M 10	M 10	0					
2030	619	1988	0929	6.33	1.75	1.27	.41	1.07	.26	1.3	3.3	6	35.7	2.14	10	M 10	0					
2030	619	1989	0919	6.45	1.79	1.20	0.40	1.12	.24	1.3	3.3	3	32.5	2.10	M 10	M 10	0	M 1	1.1	M 10	M 1	M 5
2030	619	1990	0920	6.44	1.92	1.16	0.35	1.13	.25	1.3	3.2	1	34.6	2.23	M 10	M 10	0	M 1	1.1			
2030	620	1986	0925	6.73	2.47	2.08	.5	1.22	.34	1.2	4.7	1.	30.4	1.91	M 10	M 10	0					
2030	621	1986	0925	6.53	1.85	1.09	.45	1.1	.27	1.3	3.7	2.	42.0	2.43	M 10	M 10	0	M 1	1.8	M 10	M 1	M 5
2030	621	1989	0928	6.60	1.92	.98	.43	1.14	.30	1.3	2.9	2			M 10	M 10	0	M 1				

KODM	VANN	AR	DATO	PH	K25	CA	MG	NA	K	CL	SULF	NO3N	ALK-E	TDC	RAL	ILAL	LAL	NI	CU	ZN	CD	PB
2030	621	1990	0920	6.49	1.93	0.98	0.40	1.27	0.35	1.7	2.6	2	34.6	2.52	M 10	M 10	0	M 1	2.7			
2030	622	1986	0925	6.57	2.1	1.41	.45	1.3	.24	1.8	3.7	M 1	39.9	2.89	M 10	M 10	4					
2030	623	1989	0927	6.63	2.14	1.29	.43	1.36	.24	1.8	2.3	1	77.5	1.01	M 10	M 10	0	M 1	1.2	M 10	M 1	M 5
2030	624	1990	0920	6.65	2.27	1.35	0.41	1.48	0.30	2.1	2.6	1	57.7	2.77	M 10	M 10	0	M 1	2.7			
2030	625	1986	0925	6.68	2.64	1.63	.53	1.85	.25	2.8	4.2	M 1	52.5	2.31	M 10	M 10	0					
2030	624	1986	0925	6.13	1.92	1.08	.38	1.21	.16	2.2	3.9	M 1	6.4	1.6	M 10	M 10	11					
2030	624	1987	0921	6.27	2.67	1.09	.38	1.20	.20	2.0	3.3	M 1	9.8	1.64	M 10	M 10	9					
2030	624	1988	0929	6.39	1.82	1.10	.38	1.19	.24	1.8	3.4	1	15.3	1.68	M 10	M 10	9					
2030	624	1989	0920	6.15	1.90	1.01	0.39	1.31	0.19	1.9	3.2	M 1	13.1	1.80	M 10	M 10	5	M 1	1.2	M 10	M 1	M 5
2030	624	1990	0920	6.35	2.02	1.05	0.34	1.35	0.20	2.1	3.0	1	17.7	1.76	M 10	M 10	7	M 1	1.6			
2030	625	1986	0925	6.3	2.68	1.2	.51	2.37	.19	4.5	3.8	25	14.2	1.33	M 10	M 10	11					
2030	625	1987	0923	6.40	2.76	1.30	.53	2.06	.20	3.1	3.1	9	29.3	2.05	M 10	M 10	5					
2030	625	1988	0929	6.46	2.55	1.52	.51	2.03	.22	3.3	3.1	2	40.9	2.02	M 10	M 10	2					
2030	625	1989	0920	6.31	2.69	1.08	0.52	2.43	0.22	3.8	3.1	13	19.7	1.30	M 10	M 10	3	1.1	1.1	M 10	M 1	M 5
2030	625	1990	0920	6.33	2.74	1.17	0.46	2.26	0.23	3.9	3.3	6	20.7	1.59	M 10	M 10	0	M 1	1.9			
2030	626	1986	0926	6.38	3.87	1.94	.82	3.07	.32	5.9	6.2	24	20.7	1.14	M 10	M 10	6					
2030	627	1986	0926	6.32	3.81	1.62	.88	3.54	.33	6.5	5.1	40	28.2	1.87	M 10	M 10	23					
2030	628	1986	0926	6.64	3.49	1.7	.75	3.21	.28	6	4	25	42.0	1.83	M 10	M 10	6					
2030	629	1986	0926	6.82	2.73	1.54	.58	2.42	.23	4.2	3	61	59.8	1.12	M 10	M 10	0					
2030	630	1986	0925	6.6	2.61	1.6	.58	1.82	.21	2.8	4.4	6	48.3	1.99	M 10	M 10	15					
2030	630	1989	0920	6.63	2.57	1.53	.60	1.87	.24	2.5	3.5	5	57.7	2.29	M 10	M 10	3	M 1	.9	M 10	M 1	.5
2030	630	1989	0920	6.63	2.73	1.56	0.56	1.83	0.25	2.7	3.6	2	57.7	2.43	M 10	M 10	0	M 1	2.2	M 10	M 1	M 5
2030	701	1989	0920	6.14	3.67	1.82	.78	2.71	.37	3.9	7.6	2	13.1	1.52	M 10	M 10	0	11.0	3.9	M 10	M 1	M 5
2030	701	1990	0920	6.12	3.88	1.85	.76	2.54	.53	4.0	7.4	1	17.5	1.85	M 10	M 10	0	10	5.1	M 10	M 1	M 5
2030	702	1989	0920	6.90	3.85	2.09	0.99	2.95	.34	3.6	5.8	1	114.7	1.15	M 10	M 10	0	3.9	1.8	M 10	M 1	M 5
2030	702	1990	0920	6.96	4.10	2.26	1.01	2.70	.37	3.7	5.0	1	117.8	1.35	M 10	M 10	0	2	2.8	M 10	M 1	M 5
2030	703	1989	0920	5.89	3.13	1.11	.68	2.72	.24	4.1	5.0	6	4.1	1.19	M 10	M 10	0	7.6	1.7	10	M 1	M 5
2030	703	1990	0920	6.01	3.19	1.12	.63	2.52	.23	4.3	5.1	1	10.9	1.30	M 10	M 10	0	6	2.4	M 10	M 1	M 5
2030	704	1989	0920	6.24	3.33	1.37	.75	2.76	.20	3.9	5.4	M 1	17.5	1.71	M 10	M 10	0	4.5	1.5	M 10	M 1	M 5
2030	704	1990	0920	6.34	3.33	1.43	.70	2.51	.22	3.9	5.2	1	22.9	1.66	M 10	M 10	0	5	1.7	M 10	M 1	M 5
2030	705	1989	0920	5.22	3.37	.90	.69	2.97	.21	4.8	4.9	M 1	0.0	.78	M 10	M 10	24	7.1	1.6	M 10	M 1	M 5
2030	705	1990	0920	5.21	3.58	.94	.65	2.73	.24	4.9	5.0	33	0.0	.81	M 10	M 10	27	7	1.9	M 10	M 1	M 5
2030	706	1989	0920	6.52	2.34	1.27	.45	1.72	.20	2.7	2.7	19	37.8	1.78	M 10	M 10	0	M 1	1.0	M 10	M 1	M 5
2030	706	1990	0920	6.54	2.34	1.28	.40	1.70	.22	2.8	2.8	11	36.7	1.93	M 10	M 10	0	M 1	1.0	M 10	M 1	M 5
2030	707	1990	0920	6.71	3.67	1.72	.84	2.71	.32	3.8	5.2	1	66.0	2.16	M 10	M 10	11	3	3.5			
2030	JAR-01	1987	0926	6.45	3.82	1.73	0.92	3.08	.2	4.6	5.9	M 1	35.7	2.09	M 10	M 10	5					
2030	JAR-02	1987	0925	5.25	3.32	1.13	0.66	2.61	0.21	4.1	5.6	1	0.0	1.16	M 10	M 10	11	42				
2030	JAR-03	1987	0925	5.38	3.23	1.03	0.64	2.64	.26	4.3	5.1	M 1	0.0	1.06	M 10	M 10	13					
2030	JAR-04	1987	0929	5.43	3.22	1.09	0.71	2.59	.23	4.1	5.5	M 1	0.0	1.15	M 10	M 10	20					
2030	JAR-05	1987	0929	5.09	2.96	.9	.57	2.27	.19	3.8	5.2	M 1	.86	.86	M 10	M 10	45					
2030	JAR-05	1988	0929	5.13	2.97	1.05	.62	2.16	.21	3.8	5.7	1	1.12	1.12	M 10	M 10	40					
2030	JAR-05	1989	0920	5.06	3.13	0.83	0.58	2.45	0.15	3.8	4.9	M 1	0.88	0.88	M 10	M 10	39					
2030	JAR-05	1990	0920	5.03	3.33	.86	.58	2.37	.17	4.1	5.1	1	.97	.97	M 10	M 10	29	B	2.7			
2030	JAR-06	1987	0929	4.74	3.28	.7	.52	2.26	.16	3.7	5.2	M 1	.73	.73	M 10	M 10	100					
2030	JAR-06	1988	0929	4.68	3.43	.77	.55	2.2	.18	4.1	5.7	1	.81	.81	M 10	M 10	122					
2030	JAR-06	1989	0920	4.68	3.46	0.66	0.54	2.49	0.14	4.1	4.9	M 1	0.72	0.72	M 10	M 10	112					
2030	JAR-06	1990	0920	4.68	3.72	.65	.50	2.36	.15	4.3	4.9	1	.87	.87	M 10	M 10	103	11	3.3			
2030	JAR-07	1987	0927	5.26	3.07	1.09	.58	2.36	.2	3.8	5.5	1	.84	.84	M 10	M 10	25					
2030	JAR-07	1988	0929	5.25	3.14	1.29	.66	2.25	.17	4	6.1	2	.87	.87	M 10	M 10	44					
2030	JAR-07	1989	0920	5.17	3.11	1.02	0.59	2.48	0.16	3.9	5.0	1	0.77	0.77	M 10	M 10	35					
2030	JAR-07	1990	0920	5.45	3.29	1.20	.58	2.45	.15	4.3	5.3	3	0.0	.95	M 10	M 10	18	7	1.9			
2030	JAR-08	1987	0926	5.04	3.4	1.12	.61	2.47	.22	4.2	5.9	13	.47	.47	M 10	M 10	67					
2030	JAR-08	1988	1008	5.02	3.26	1.13	.62	2.63	.23	4.2	5.8	13	.63	.63	M 10	M 10	83					
2030	JAR-08	1989	0920	5.00	3.47	1.05	0.61	2.60	0.23	4.3	5.6	6	0.46	0.46	M 10	M 10	73					
2030	JAR-08	1990	0920	5.01	3.64	1.06	.58	2.46	.23	4.4	5.7	7	.60	.60	M 10	M 10	71	11	2.7			
2030	JAR-09	1987	0926	5.95	3.37	1.51	.7	2.66	.23	4.7	6.3	M 1	7.6	1.13	M 10	M 10	9					
2030	JAR-10	1987	0926	6.58	4.19	2.22	.93	3.28	.3	4.9	6.3	1	64.0	1.71	M 10	M 10	6					
2030	JAR-11	1987	0926	5.69	3.52	1.32	.76	2.85	.3	4.3	6.3	4	0.0	1.03	M 10	M 10	102					
2030	JAR-12	1987	0926	4.85	3.27	.79	.53	2.35	.17	3.9	5.2	M 1	.75	.75	M 10	M 10	102					
2030	JAR-12	1988	0929	4.75	3.4	.87	.54	2.2	.18	4.2	5.7	1	.6	.6	M 10	M 10	128					

KOMM VANN AR DATO DYP

KOMM	VANN	AR	DATO	PH	K25	CA	MG	NA	K	CL	SULF	NO3N	ALK-E	TOC	RAL	ILAL	LAL	NI MYB/L	CU
2030	JAR-12	1989	0920	4.74	3.52	0.78	0.55	2.53	0.18	4.2	5.2	1		0.72	143	M 10	133		
2030	JAR-12	1990	0920	4.86	3.66	.80	.60	2.50	.22	4.4	5.5	6		1.27	102	11	91	14	3.5
2030	JAR-13	1987	0926	5.52	3.19	1.4	.67	2.36	.19	3.5	6.2	M 1.		1.06	32	11	21		
2030	JAR-13	1988	0929	5.45	3.16	1.48	.72	2.3	.2	3.8	7			1.01	45	11	34		
2030	JAR-13	1989	0920	5.42	3.38	1.34	0.71	2.60	0.18	3.9	6.2	3		1.37	38	11	27		
2030	JAR-13	1990	0920	5.63	3.45	1.46	.66	2.37	.19	4.1	6.4	1		1.24	15	M 10	5	9	2.4
2030	JAR-14	1987	0926	5.61	3.32	1.21	.72	2.66	.22	4.2	5.9	M 1.		1.01	16	M 10	6		

STNUM	AR	DATE	FH	COND	CA	MG	NA	K	CL	SULF	NO3N	NHAN	ALK-E	TOC	PERM	RAL	ILAL	LAL	TOTN
GJAI	1990	0328	7.10	6.07	3.63	1.59	4.27	.65	5.3	8.0	61	B	196.9	1.15		M 10	M 10	0	203
GJAI	1990	0508	6.67	4.13	2.13	1.07	3.25	.43	5.9	5.6	14	10	61.9	2.44		M 10	M 10	3	239
GJAI	1990	0612	6.80	3.94	1.81	.98	3.65	.33	4.3	5.1	4	12	64.0	1.97		M 10	M 10	0	126
GJAI	1990	0710	7.02	4.48	2.31	1.11	3.33	.45	4.7	6.0	4	6	113.7	1.72		M 10	M 10	0	284
GJAI	1990	0814	6.97	4.90	2.49	1.19	3.46	.46	4.7	6.0	1	6	124.0	2.32		M 10	M 10	2	87
GJAI	1990	0924	7.13	5.50	2.96	1.45	3.51	.62	4.8	7.2	2	5	153.9	1.63		M 10	M 10	0	104
GJAI	1990	1015	7.03	4.92	2.56	1.29	3.35	.60	5.0	7.7	7	7	100.3	2.09		M 10	M 10	0	107
GJAI	1990	1120	6.83	5.42	3.00	1.45	3.85	.52	5.3	7.7	20	7	127.1	1.35		M 10	M 10	0	204
GJAI	1990	1217	7.02	5.81	3.26	1.57	4.07	.39	5.5	8.5	33	19	149.7	1.42	3.02	M 10	M 10	0	190
PAS1	1979	0814	7.25	2.88	2.77	.92	1.30	.39	1.0	3.1	M	10	184.6		3.21				170
PAS1	1979	0916	7.11	2.87	2.69	.95	1.41	.44	1.0	3.2	10	10	191.7		3.48				200
PAS1	1979	1022	7.03	3.04	2.74	.93	1.38	.42	1.1	3.1	20	20	189.7		3.01				140
PAS1	1979	1119	7.06	3.06	2.9	.90	1.38	.41	1.1	3.2	30	30	184.6		2.31				130
PAS1	1979	1218	6.94	3.22	2.70	.90	1.39	.40	1.3	3.2	40	40	189.7		2.80				170
PAS1	1980	0117	6.88	3.21	3.04	.89	1.40	.36	1.5	3.0	40	40	174.3		2.40				170
PAS1	1980	0219	6.86	3.26	2.91	.87	1.43	.39	1.1	2.9	50	50	198.9		2.28				200
PAS1	1980	0318	6.94	3.24	3.00	.95	1.37	.40	1.1	3.0	65	65	220.4		6.3				220
PAS1	1980	0422	6.86	3.32	2.70	.97	1.35	.31	1.2	3.0	100	100	193.8		2.84				230
PAS1	1980	0520	6.89	3.39	2.36	.97	1.59	.44	1.3	3.2	55	55	194.8		3.90				170
PAS1	1980	0617	6.86	2.63	2.72	.87	1.31	.43	1.4	2.8	30	30	179.4		3.42				240
PAS1	1980	0723	7.04	2.97	2.53	.88	1.32	.41	1.2	3.0	M	10	172.3			M 10	M 10	0	168
PAS1	1990	0327	6.82	3.08	2.79	.90	1.31	.39	1.0	3.9	72	72	173.3	2.55		M 10	M 10	0	179
PAS1	1990	0508	7.02	2.93	2.80	.86	1.32	.38	1.0	3.8	52	52	170.2	2.90		M 10	M 10	0	173
PAS1	1990	0612	6.83	2.93	2.40	.83	1.26	.39	1.1	3.0	14	19	148.7	3.37		M 10	M 10	0	173
PAS1	1990	0710	7.03	2.97	2.54	.83	1.26	.39	1.1	3.0	14	19	148.7	3.37		M 10	M 10	0	173
PAS1	1990	0814	7.02	3.22	2.67	.87	1.37	.40	1.0	3.1	1	12	167.1	3.24		M 10	M 10	6	284
PAS1	1990	0924	7.02	3.13	2.67	.89	1.34	.42	1.0	3.0	1	18	180.5	3.20		M 10	M 10	0	159
PAS1	1990	1015	6.88	3.13	2.72	.92	1.31	.37	.9	3.1	9	11	168.2	2.82		M 10	M 10	0	182
PAS1	1990	1120	7.09	3.14	2.79	.95	1.37	.41	.9	3.0	10	15	178.4	2.82		M 10	M 10	0	150
PAS2	1979	0814	7.07	3.22	2.83	.97	1.40	.41	1.1	2.9	41	17	186.6	2.47		M 10	M 10	0	144
PAS2	1979	0916	7.16	3.68	3.31	1.13	1.85	.38	1.1	3.3	M	10	182.5	2.63	2.98	M 10	M 10	0	156
PAS2	1979	1022	7.00	3.42	2.95	.99	1.54	.53	1.4	3.9	M	10	179.4	2.93	2.93	M 10	M 10	0	170
PAS2	1979	1119	6.95	3.40	2.96	.96	1.49	.53	1.4	3.7	20	20	193.8	3.05	3.05	M 10	M 10	0	190
PAS2	1979	1219	6.98	3.32	3.00	.96	1.58	.45	1.6	4.1	30	30	184.6	3.36	3.36	M 10	M 10	0	230
PAS2	1980	0117	6.94	3.28	3.29	.94	1.59	.42	1.2	3.9	40	40	202.0	2.50	2.50	M 10	M 10	0	150
PAS2	1980	0219	6.88	3.39	3.03	.90	1.52	.41	1.3	3.3	50	50	182.5	2.52	2.52	M 10	M 10	0	160
PAS2	1980	0318	6.84	3.13	2.67	.99	1.46	.42	1.2	3.0	70	70	202.0	2.48	2.48	M 10	M 10	0	200
PAS2	1980	0422	6.82	3.50	2.91	1.06	1.52	.34	1.4	3.9	80	80	199.9	6.1	6.1	M 10	M 10	0	230
PAS2	1980	0520	6.90	4.15	3.6	1.16	1.97	.57	2.1	6.1	15	15	208.1	3.55	3.55	M 10	M 10	0	160
PAS2	1980	0617	7.16	3.77	3.60	1.16	1.97	.57	2.1	6.1	15	15	197.9	3.5	3.5	M 10	M 10	0	160
PAS2	1980	0723	7.30	3.11	2.79	.92	1.51	.46	1.4	3.9	M	10	179.4	2.72	2.72	M 10	M 10	0	260
PAS2	1990	0327	6.86	3.38	2.98	.94	1.45	.42	1.1	4.2	77	13	180.5	3.05	3.05	M 10	M 10	0	174
PAS2	1990	0508	7.12	3.97	3.61	1.13	1.88	.49	1.4	6.0	55	8	183.5	3.43	3.43	M 10	M 10	0	191
PAS2	1990	0612	6.96	4.19	3.16	1.15	1.84	.48	1.4	6.0	8	27	168.2	3.39	3.39	M 10	M 10	0	167
PAS2	1990	0710	7.15	3.58	2.96	.98	1.67	.45	1.3	4.2	2	10	177.4	3.47	3.47	M 10	M 10	0	102
PAS2	1990	0814	7.07	3.87	3.10	1.02	1.70	.45	1.2	4.0	M	1	190.7	2.85	2.85	M 10	M 10	0	159
PAS2	1990	0924	7.16	3.74	3.08	1.03	1.59	.46	1.1	4.2	1	9	190.7	2.85	2.85	M 10	M 10	0	188
PAS2	1990	1015	6.81	3.92	3.35	1.11	1.69	.45	1.1	5.5	9	13	193.8	2.63	2.63	M 10	M 10	0	162
PAS2	1990	1120	7.01	3.60	3.12	1.05	1.61	.45	1.1	4.1	24	21	191.7	2.74	2.74	M 10	M 10	0	195
PAS2	1990	1218	7.07	4.00	3.47	1.19	1.82	.46	1.1	4.9	41	21	209.1	2.76	2.76	M 10	M 10	0	180

Dataset: GRENSEELV GJAI: Grense-Jakobselva. PAS1: Pasvikelva, Skogfoss. PAS2: Bjørnsundet.

AR < 1991

STNUM	AR	DATE	TOTP	FO4P	KLOROF MG/L	TURE	COLI-37COLI-44	NI MYG/L	CU	ZN	CD	FB
GJAI	1990	0328	3.0	1.5		.20		4.5	1.9	M 10	M .1	1.3
GJAI	1990	0508	5.0	2.0		.6	0	13.4	3.9	M 10	M .1	.7
GJAI	1990	0612	6.0	M 1.0	1.75	.38	0	7.8	2.4	M 10	M .1	M .5
GJAI	1990	0710	12.0	M 1.0	.33	.4	2	16	1.7	M 10	M .1	M .5
GJAI	1990	0814	3.0	1	.97	.48	0	6	2.0	M 10	M .1	M .5
GJAI	1990	0924	2.0	M 1	.95	.5	34	6	2.3	M 10	M .1	M .5
GJAI	1990	1015	5.0	2.0		2.0	0	7	2.5	M 10	M .1	M .5
GJAI	1990	1120	5.0	M 1.0		.48	0	7	1.5	M 10	M .1	M .5
GJAI	1990	1217	5.0	M 1.0		.3	0	6	2.9	M 10	M .1	M .5
PAS1	1979	0814	6.0	1.0	2.96	.42	0	M 5	2.5	44	M .1	M .5
PAS1	1979	0916	4.0	1.0	1.41	.52	0	6.7	3.5	10	M .1	M .5
PAS1	1979	1022	5.0	2.5		.65	0	5	9	11		1
PAS1	1979	1119	3.0	.5		.67	0	5	8.5	M 10		1.5
PAS1	1979	1218	3.0	M .5		.24	0	M 5	2.8	M 10		3.9
PAS1	1980	0117	3.0	M .5		.16	0	M 5	3.0	M 10		.95
PAS1	1980	0219	3.0	1.0		.20	0	M 5	2.7	M 10		1.5
PAS1	1980	0318	3.5	1.0		.13	0	M 5	6.9	22		2.5
PAS1	1980	0422	4.5	M .5		.2	0	10.0	10.0	41		1.1
PAS1	1980	0520	3.5	1.5	2.40	.63	0	M 5	12.5	M 5		M .1
PAS1	1980	0617	4.5	.5		.4	0	M 5	3.0	M 10		M .1
PAS1	1980	0723	4.0	.5	.88	.35	15	8.5	2.7	M 10		M .1
PAS1	1990	0327	4.0	.5		.11	0	M 1	2.1	M 10	M .1	M .5
PAS1	1990	0508	4.0	.5		.4	0	M 1	1.2	M 10	M .1	M .5
PAS1	1990	0612	6.0	M 1.0	2.45	.42	1	M 1	1.3	M 10	M .1	M .5
PAS1	1990	0710	4.0	M 1.0	1.63	.4	1	M 1	.9	M 10	M .1	1.2
PAS1	1990	0814	6.0	M 1.0	.39	.51	0	M 1	1.3	M 10	M .1	M .5
PAS1	1990	0924	4.0	M 1.0	1.30	.33	3	M 1	1.6	M 10	M .1	M .5
PAS1	1990	1015	4.0	M 1.0		.48	2	M 1	1.0	M 10	M .1	M .5
PAS1	1990	1120	5.0	M 1.0		.2	2	M 1	1.3	M 10	M .1	M .5
PAS1	1990	1218	4.0	M 1.0		.2	5	M 1	.8	M 10	M .1	1.4
PAS2	1979	0814	6.0	.5	1.86	.54	0	6.5	7.0	M 10	M .1	M .5
PAS2	1979	0916	5.5	.5	2.47	.85	380	9.5	7.0	7.0		2.0
PAS2	1979	1022	5.0	3.0		.78	46	6.0	11	7		.5
PAS2	1979	1119	5.0	2.5		.80	27	20	5	M 10		2.0
PAS2	1979	1219	3.5	M .5		.32	17	10.5	2.8	M 10		.6
PAS2	1980	0117	3.5	1.0		.20	17	35	5.4	M 10		1.4
PAS2	1980	0219	6.0	4.5		.22	13	M 5	2.7	M 10		1.55
PAS2	1980	0318	3.5	1.5		.17	5	M 5	2.4	7		.95
PAS2	1980	0422	3.5	M .5		.30	0	M 5	10.0	43		1.70
PAS2	1980	0520	9.5	2.0	2.56	.89	12	M 5	5.8	M 10		.95
PAS2	1980	0617	9.5	2.0	1.33	1.3	4	M 5	5.8	M 10		.95
PAS2	1980	0723	8.0	2.0		.20	35	8.0	4.3	M 10		M 1
PAS2	1990	0327	4.0	1.5		.7	3	3.3	12.9	60	M .1	2.1
PAS2	1990	0508	8.0	1.5		.72	0	10.1	2.3	M 10	M .1	1.9
PAS2	1990	0612	8.0	M 1.0	1.27	.72	0	7.3	2.5	M 10	M .1	M .5
PAS2	1990	0710	8.0	M 1.0	1.50	.7	4	5	1.0	M 10	M .1	M .5
PAS2	1990	0814	8.0	M 1.0	.96	.86	20	4	3.5	M 10	M .1	M .5
PAS2	1990	0924	7.0	1.0	1.06	.8	3	2	5.7	M 10	M .1	M .5
PAS2	1990	1015	5.0	M 1.0		.76	1	5	1.7	M 10	M .1	M .5
PAS2	1990	1120	6.0	1.0		.46	9	2	.9	M 10	M .1	M .5
PAS2	1990	1218	5.0	1.0		.25	16	6	6.8	M 10	M .1	.9

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2041-0