KONTAKTUTVALGET FOR VASSDRAGSREGULERINGER
UNIVERSITETET I OSLO
POSTBOKS 1066
BLINDERN
OSLO 3



DEL I:

GUNNAR HALVORSEN

FERSKVANNSBIOLOGISKE UNDERSØKELSER I JORA-VASSDRAGET, OPPLAND, 1980

DEL II:

INGGARD ARNE BLAKAR

KJEMISK-FYSISKE FORHOLD I JORAVASSDRAGET (DOVRE-FJELL) MED HOVEDVEKT PÅ IONERELASJONER

OSLO 1982

RAPPORT 38

DEL I:

FERSKVANNSBIOLOGISKE UNDERSØKELSER I JORAVASSDRAGET, OPPLAND, 1980

AV

GUNNAR HALVORSEN

F O R O R D

Undersøkelsene i Joravassdraget er utført i forbindelse med prosjektet "10-års vernede vassdrag", og er delvis finansiert av Miljøverndepartementet.

En rekke personer har deltatt i arbeidet. Cand.mag. Bjørn Walseng og cand.mag. Freddy Engelstad har utført undersøkelsene i felt, og Bjørn Walseng har stått for sorteringen av bunn- og littoralprøvene. Vit.ass. Inggard Blakar har analysert og bearbeidet vannprøvene. Limnologisk institutt har stilt nødvendig analyseutstyr til disposisjon.

Følgende personer har artsbestemt materialet av enkelte dyregrupper: Dr.philos. John Brittain (døgnfluer), amanuensis Svein J. Saltveit (steinfluer) og vit.ass. Jan E. Raastad (knott). Disse har også gitt kommentarer til resultatene.

Tegningene er utført av cand.real. Kari S. Halvorsen, og hun har også vært behjelpelig ved sammenstillingen av materialet. Kontorfullmektig Tove Nordseth har maskinskrevet rapporten.

Jeg ønsker herved å takke alle de nevnte personer for velvillig bistand.

Rapporten er delt i to avdelinger, en biologisk og en fysisk-kjemisk. Inggard Blakar har hatt ansvaret for den fysisk-kjemiske presentasjonen av materialet. Av praktiske grunner er denne plassert bakerst i rapporten.

Oslo, februar 1981

Gunnar Halvorsen

I N N H O L D

Side

Forord

1. Innledning 1

2. OMRÅDEBESKRIVELSE 2
   2.1. Beliggenhet 2
   2.2. Klima 2
   2.3. Geologi/kvartærgeologi 5
   2.4. Vegetasjon 7

3. BESKRIVELSE AV DE ENKELTE LOKALITETER 9
   3.1. Rennende vann 10
   3.2. Stillestående vann 12

4. MATERIALE OG METODER 15
   4.1. Plankton og littorale krepsdyr 15
   4.2. Bunndyr 17

5. RESULTATER OG DISKUSJON 19
   5.1. Bunndyr i rennende vann 19
   5.1.1. Døgnfluer (Ephemeroptera) 22
   5.1.2. Steinfluer (Plecoptera) 24
   5.1.3. Knott (Simuliidae) 25
   5.2. Profundale bunndyr 26
   5.3. Littorale bunndyr 27
   5.3.1. Døgnfluer (Ephemeroptera) 33
   5.3.2. Steinfluer (Plecoptera) 34
   5.4. Krepsdyr (Crustacea) 35
   5.4.1. Registrerte arter 35
   5.4.2. Planktoniske krepsdyr 38
      a) Samfunnenes artssammensetning og struktur ... 38
      b) Tetthetsforhold 44
      c) De enkelte arter 45

Bosmina longispina 45
Cyclops scutifer 46
5.4.3. Littorale krepsdyr 48
5.5. Planktoniske hjuldyr (Rotatoria) 52

6. SAMMENDRAG 53

7. LITTERATUR 55

1. INNLEDNING

Jora-vassdraget ble i 1981, etter forslag fra Sperstad-utvalget (NOU 1976), gitt midlertidig vern frem til 1985. Hensikten med vernevedtaket var at de naturvitenskapelige og andre interesser skulle nærmere utredes før endelig vedtak. Dette utredningsarbeidet startet i 1977, og omfatter både de vassdrag som var gitt midlertidig vern i 1973 og de som var foreslått midlertidig vernet av Sperstadutvalget (NOU 1976).

Feltarbeidet i Jora ble foretatt sommeren 1980, og følger de normer for undersøkelser som er vedtatt i forbindelse med prosjektet "10-års vernede vassdrag". Undersøkelsene er forsøkt standardisert for å lettere kunne sammenligne de enkelte vassdrag.

Det foreligger kun få publiserte data fra Jora-vassdraget. I forbindelse med prosjektet "10-års vernede vassdrag" er det utført fiskeribiologiske undersøkelser av 4 vann innenfor nedbørfeltet (Qvenild 1978, Kildal & Qvenild 1978). Dessuten foreligger det enkelte data fra Aursjøen, rett vest for vann-skillet ved Sjongsvatn (Jensen 1979).

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1. Beliggenhet

Joravassdraget ligger i Oppland fylke, innenfor kommunene Dovre og Lesja. Kommunene Sunndal, Møre og Romsdal, og Oppdal, Sør-Trøndelag, berører så vidt nedbørfeltet helt i nord. Ca. 15 km^2 i nord ligger innenfor Dovrefjell nasjonalpark (Krogh 1975). Nedbørfeltets avgrensning, og geografisk beliggenhet fremgår av fig. 1. Avgrensningen mot Svånådalen er vanskelig da Svånåi muligens også har en viss drenering mot øst.

Jora deler seg rett nord for utløpet i Lågen i to grener, hvor den vestligste fortsatt går under navnet Jora, mens den nordøstligste kalles Grøna. Jora ovenfor samløpet og Grøna drenerer omtrent like store nedbørfelt. Grøna er svakt bre-påvirket. Ifølge NOU (1976) er breprosenten ca. 0,1%, og disse breene drenerer i sin helhet til Grøna.

Nedbørfeltet er relativt rikt på innsjøer, med et innsjøareal på ca. 3% (NOU 1976). De fleste av disse ligger over tre-grensen, i lav og mellomalpin sone. De fleste vannene er små. Sjongsvatn er det største med et areal på 1,7 km^2, mens 3 andre har et areal på ca. 1 km^2 eller større.

2.2. Klima

Det finnes ikke meteorologiske data fra nedbørfeltet, og i fig. 2 er det benyttet data fra Fokstua og Lesjaskog. Klimaet ved disse stasjonene vil være topografisk betinget, og er neppe representative for nedbørfeltets høyereliggende

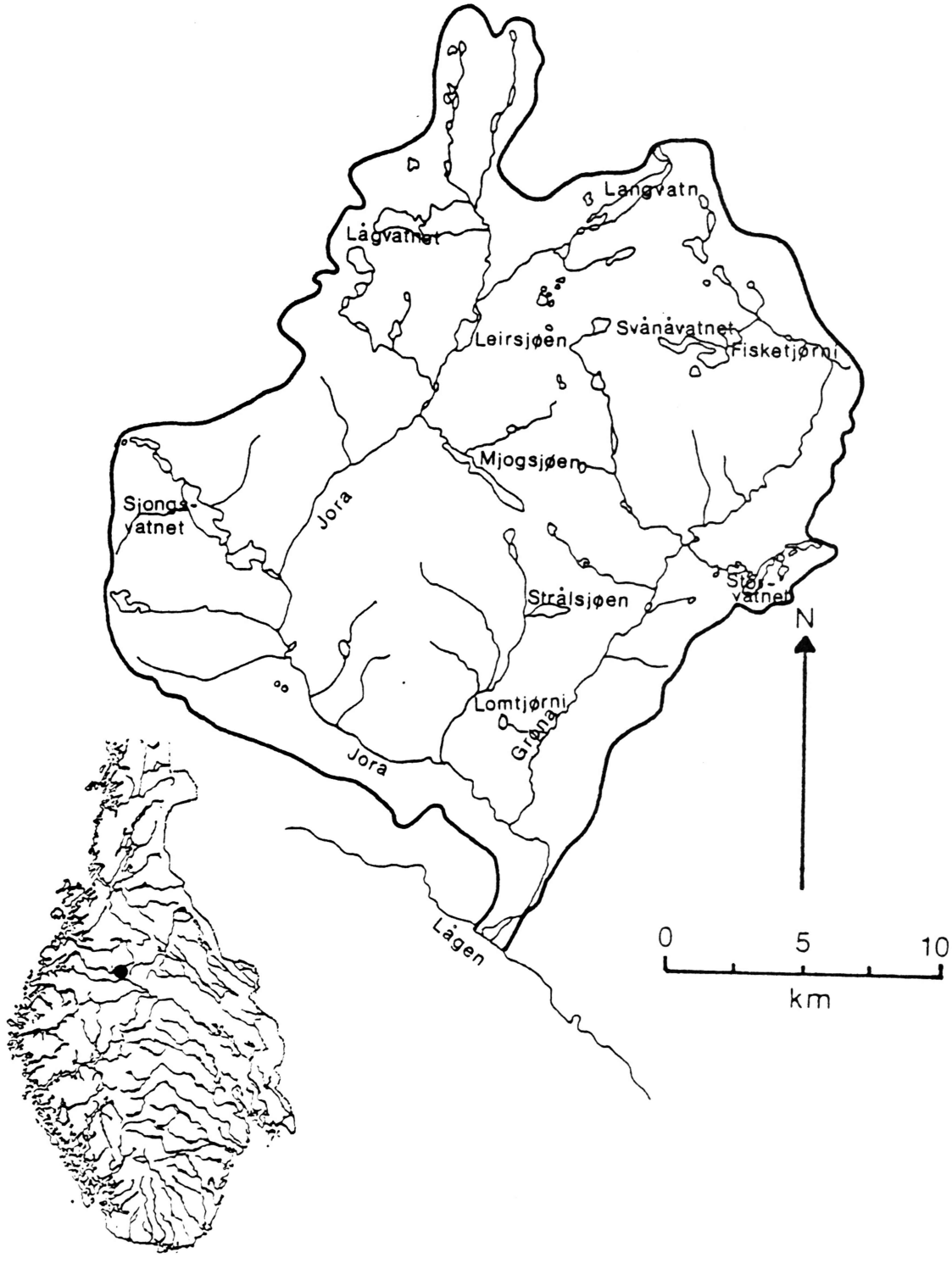


Fig. 1. Joravassdragets beliggenhet, og nedbørfeltets avgrensning.

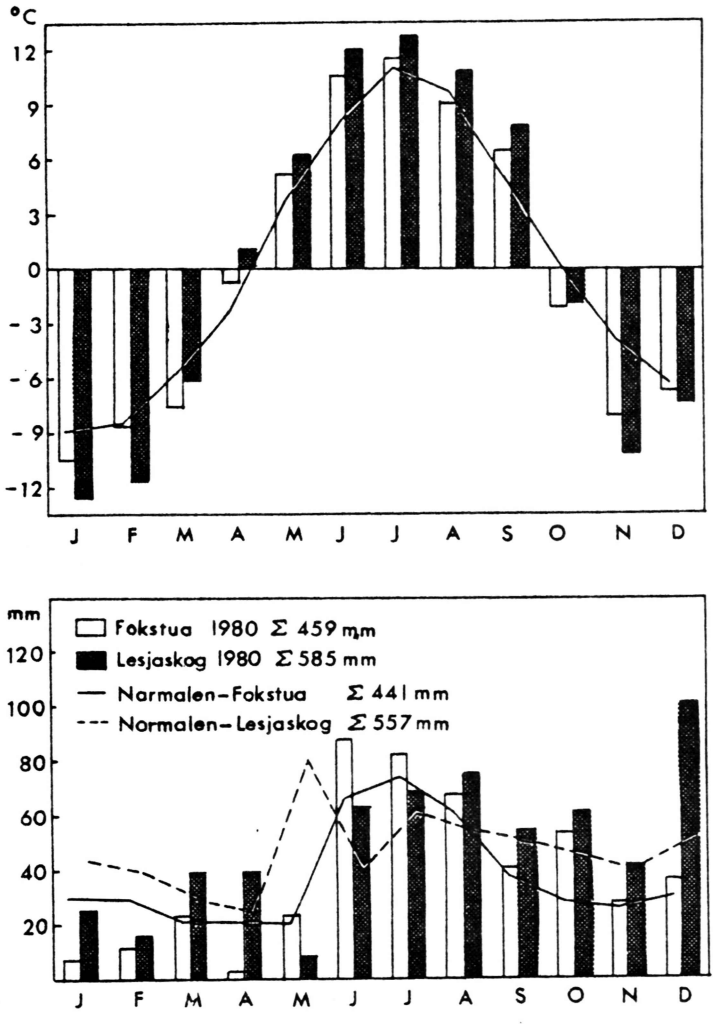


Fig. 2.

Månedsmiddeltemperaturen og månedsnedbøren for de meteorologiske stasjonene Fokstua og Lesjaskog. Temperaturnormalen (1931-1960) er gitt for Fokstua, mens nedbørnormalen er gitt for begge stasjonene (Norsk meteorologisk institutt).

deler. På grunn av vassdragets topografi vil det også være store forskjeller innenfor vassdraget. En antar imidlertid at de forskjeller en har mellom forholdene i 1980 og et normalår ved disse stasjonene, også er representativt for nedbørfeltet som helhet.

Det finnes ikke temperaturdata for et normalår for Lesja, men månedsmiddeltemperaturen for Fokstua var både i april, mai og juni høyere enn normalt. Juni var hele 2,4°C varmere enn normalt. Juli var også noe varmere enn normalt, mens august var kaldere. Middeltemperaturen vil gjennomgående være lavere innenfor nedbørfeltet enn ved disse stasjonene.

Årsnedbøren for 1980 var noe lavere enn normalt, men både juni, juli og august hadde høyere nedbør enn normalt. Nedbørmengden antas å være noe større inne i nedbørfeltet enn ved disse stasjonene, spesielt i områder influert av Snøhetta-massivet. Årlig nedbørmengde må karakteriseres som lav.

Nedbørfeltet har et utpreget innlandsklima, med en forskjell mellom kaldeste og varmeste måned på ca. 20°C. Et svakt oseanisk trekk finnes imidlertid, spesielt i vest.

2.3. Geologi/kvartærgeologi

Nedbørfeltets geologi er meget komplisert, siden kontakt-sonen mellom det vest-norske grunnfjellsområdet og Trondheims-feltet skjærer tvers gjennom feltet i SV-NØ retning.

En oversikt over berggrunnen er gitt i fig. 3, som er omtegnet etter et kart i Guezou (1978). Det opprinnelige kartet er i meget stor målestokk, og er forstørret ved inntegnelse av Joras nedbørfelt. Grensene mellom de ulike bergartstypene innenfor feltet er derfor noe usikre. Denne framstillingen er bassert på dette kartet.

Nedbørfeltet berøres i nordvest av grunnfjellsområde, som i vesentlig grad består av gneisbergarter. I sør strekker dette seg noe østover, og utgjør berggrunnen i fjellområdene mellom Joradalføret og Lågendalføret.

De sentrale deler av feltet består av sparagmitter, Snøhetta-enheten. Fjellpartiet sørvestover fra Snøhetta, over Svånå-tindan, Mjogsjøhøi og Reindølsnabben er bygd opp av disse berg-artene. Det samme er dalsidene og bunnen av Skamdalen nord-over forbi Leirsjøen og Langvatn.

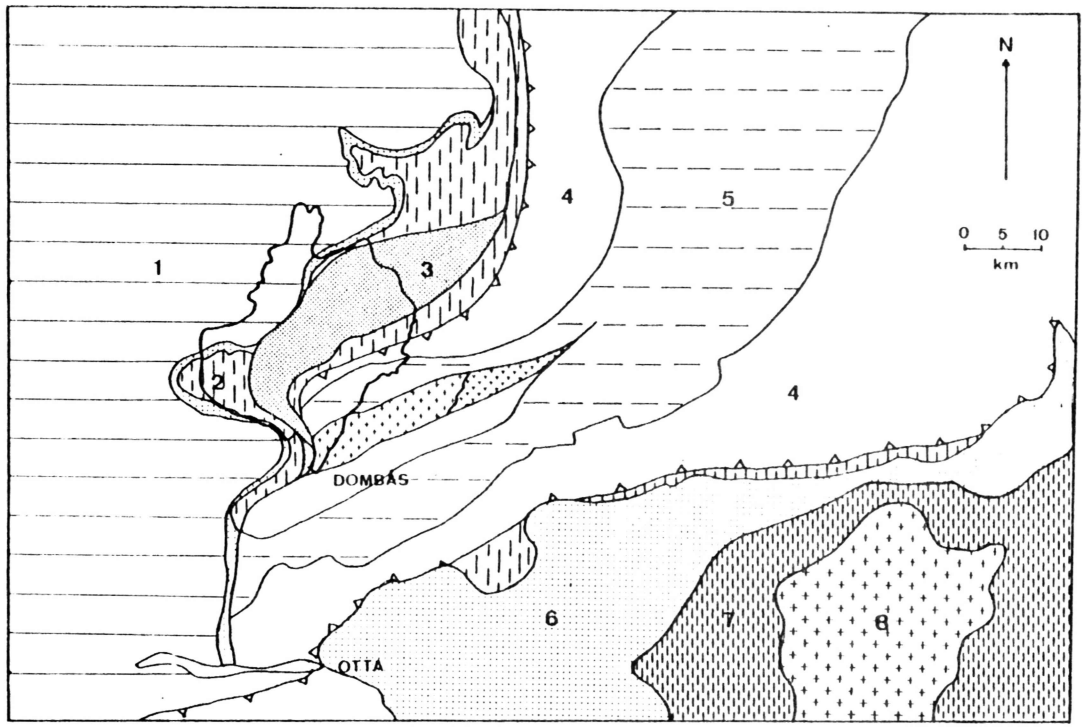


Fig. 3. Geologisk kart over Joravassdraget, med tilgrensende strøk. 1. Vestnorske grunnfjellsområde, 2. Anbergshøi-komplekset, 3. Eokambrisk sparagmitt, 4. og 5. Trondheimsfeltet, 6. og 7. Sparagmittbergarter (6. Kvitvola-Muen enheten, 7. Sollia-enheten), 8. Grunnfjell (Atnasjøvinduet). Omtegnet etter Guezou (1978).

Både grunnfjells- og sparagmittområdene er preget av fattig jordsmonn.

Nedbørfeltet har også innslag av rikere bergarter. Andbergshøi-komplekset danner berggrunnen i Sjongsvatnområdet, og i dalbunnen i de øvre deler av Svartdalen. Dette bergartskomplekset kommer også inn i det nordøstre hjørnet av feltet, og følger dalsiden på østsiden av Grøndalen syd til omtrent Buahøin.

Trondheimsfeltet utgjør berggrunnen i de midtre og nedre deler av Grøndalen og Jora. Sterkt omvandlede kambro-siluriske bergarter dominerer i de midtre deler av Grøndalen, syd for Buahøin. Disse gir et rikt jordsmonn.

Helt i syd berøres feltet av Trondheimsfeltets kaledonske intrusivbergarter, og bygger blant annet opp Svartdalsfjellet og Grønhøi. Disse bergartene kan inneholde kalkførende lag og gir jordsmonn av varierende rikhet.

Løsavsetningene er vel så viktig som de berggrunnsgeologiske forhold for de vannkjemiske forhold i et nedbørfelt. Løsmasseforekomstene er ikke undersøkt, men disse er i vesentlig grad konsentrert til dalbunnene. De høyereliggende områder har et relativt sparsomt morenedekke. Blokkmark er vanlig nord i feltet.

2.4. Vegetasjon

Vegetasjonen er i likhet med berggrunnen svært variert og artsrik. Den rikeste vegetasjonen er knyttet til bergartene tilhørende Andbergshøikomplekset og Trondheimsfeltet. Områdene rundt Sjongsvatn og Grøndalen er derfor vegetasjonsmessig de rikeste.

Grunnfjells- og sparagmittområdene har en fattig flora, og domineres av fattige vegetasjonstyper.

Skoggrensa ligger på ca. 1000 m o.h., og bjørkebeltet er relativt velutviklet. Bjørka er det dominerende treslag i de lavereliggende deler av vassdraget, men her er det også et relativt spredt innslag av furu. Nederst, på Joras vifte er det lyngfuruskog.

Svartdalen og de nederste deler av Skamdalen er dominert av engbjørkeskog, med sterkt beitepreg. De sydvendte liene i Svartdalen har en rik utforming, med relativt stort innslag av høgstaudebjørkeskog. Blåbær-småbregnebjørkeskog er også vanlig.

I områdene over tregrensa, opp til ca. 12-1300 m o.h. dominerer vier og dvergbjørk i fuktige dråg. På tørrere, mer avblåste partier dominerer krekling-greplyngheiene på fattig berggrunn, mens bergstarrheier med reinrose dominerer på rikere berggrunn.

Innslaget av myr er lite, men spiller en relativt stor rolle i Grøndalen. Både mellom- og rikmyr er vanlig forekommende, og avspeiler tydelig bergartsgrensene.

Snøleievegetasjon forekommer sparsomt i de sørlige deler av området, men blir mer vanlig mot nord, rundt Snøhettaområdet.

Over 1300 m o.h. dominerer lavrik rabbevegetasjon, mens de høyeste områdene rundt Svånåtindane og Snøhetta har et betydelig innslag av blokkmark.

Vannvegetasjonen er dårlig undersøkt, særlig vegetasjonen på litt dypere vann. Helofyttvegetasjonen består nesten utelukkende av flaskestarr, men både elvesnelle, sumpsivaks og sylblad er så vidt påvist i vassdraget. Flytebladvegetasjonen er meget sparsomt utviklet. De eneste påviste artene er rusttjønnaks og flotgras. Hesterumpe og småvasshår er de vanligst forekommende langskuddplanter. Stivt brasmegras er også påvist, men ble ikke funnet i bunnprøvene i noen av lokalitetene.

Elvekantene under 12-1300 m o.h. har en brem med viervegetasjon.

3. BESKRIVELSE AV DE ENKELTE LOKALITETER

I tabell 1 er det gitt en liste over de undersøkte lokaliteter, med angivelse av en del karakteristiske data. Beliggenheten fremgår av fig. 4. UTM-koordinatene for innsjøene er gitt for det sted hvor prøvene for vannkjemi og plankton er tatt. Areal og nedbørfeltets areal er planimetrert ut fra

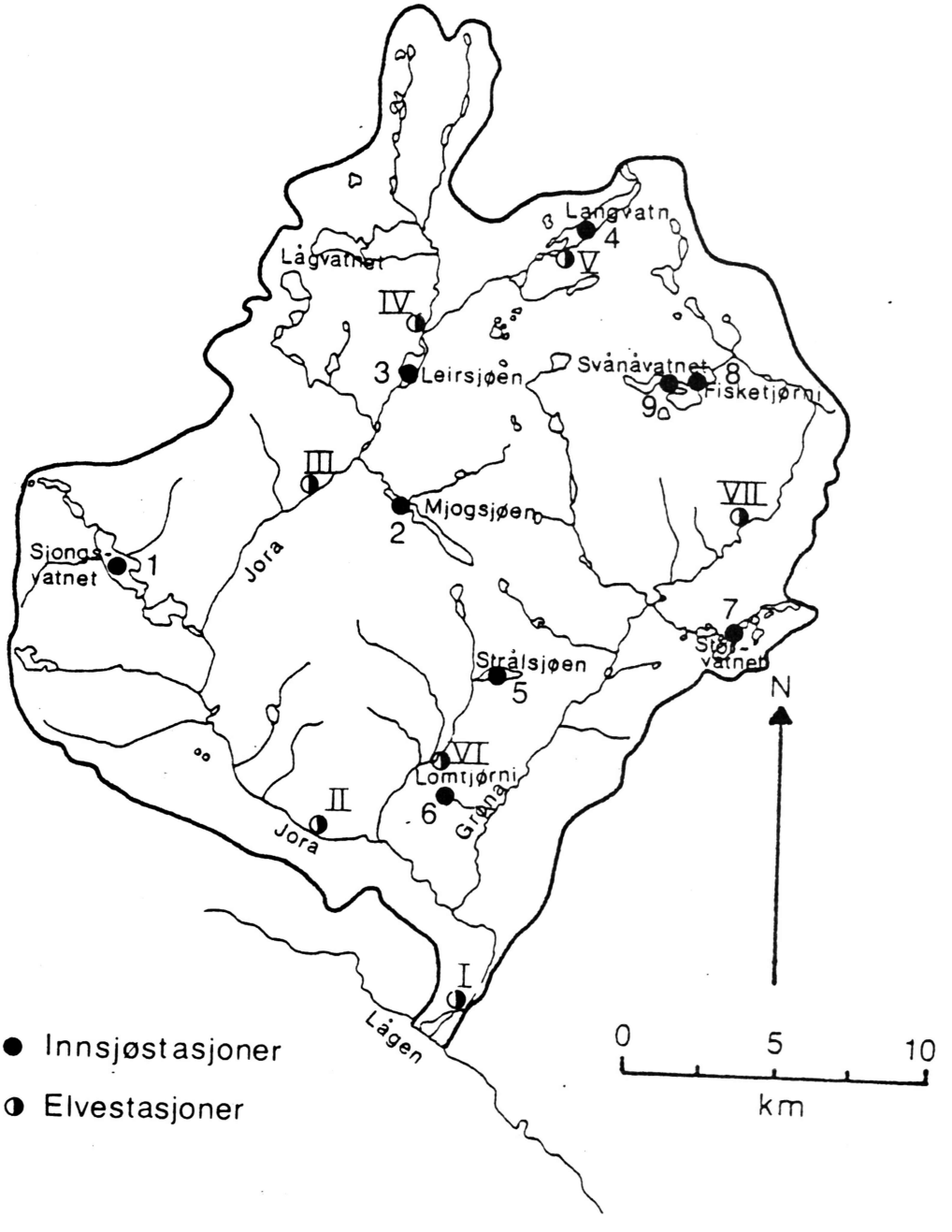


Fig. 4. Beliggenheten av de undersøkte innsjøer (lok.nr. 1-9) og elvestasjoner (lok.nr. I-VII).

M 711-kartene (1:50 000) og må derfor betraktes som omtrentelige verdier. De angitte dyp er også svært usikre da det ikke foreligger dybdekart for noen av lokalitetene. I følge lokalkjente er de aller fleste innsjøene betydelig dypere enn angitt (cf. Blakar 1982).

3.1. Rennende vann

Tabell 2 gir en kortfattet beskrivelse av de enkelte elvestasjonene. Undersøkelsen omfatter 7 lokaliteter, beliggende mellom 670-1410 m o.h. (tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over de undersøkte innsjøer (lok.nr. 1-9) og elvestasjoner (lok.nr. I-VII), med noen karakteristiske data.

Lok. nr.	Lokalitet	UTM-koordinater	Høyde m o.h.	Areal da	Største reg. dyp, m	Nedbørfeltets areal, km^2
1	Sjongsvatn	MP 930977	837	1720	13	31
2	Mjogsjøen	NQ 018006	1232	980	3,5	20,6
3	Leirsjøen	NQ 023048	1182	500	1-2	88
4	Langvatn	NQ 085100	1411	1380	-	12,5
5	Strålsjøen	NP 058948	1229	300	5,5	1,6
6	Lomtjørni	NP 040905	1047	50	1,5	0,8
7	Storvatn	NQ 130958	1225	440	3,5	8,6
8	Fisketjørni	NQ 121051	1444	270	23,5	10,9
9	Svånåvatn	NQ 108048	1500	1170	-	6,9
I	Jora I	NP 053838	570	-	-	490
II	Jora II	NP 001894	785	-	-	270
III	Jora III	MQ 988005	970	-	-	143
IV	Jora IV	NQ 027065	1190	-	-	45
V	Langvassbekken	NQ 072088	1410	-	-	12,5
VI	Reinåi	NP 033918	1020	-	-	25,9
VII	Grøna	NQ 135002	1180	-	-	63

De tre nederste stasjonene i Jora ligger under tregrensen. Den nederste stasjonen er omgitt av lyngfuruskog, mens Jora II er omgitt av relativt tett bjørkeskog med et visst innslag av furu. Stasjonen ved Skamdalssetrin (Jora III) er omgitt av en setervoll, med en vegetasjon sterkt preget av beiting.

Tabell 2. Kort beskrivelse av prøvestasjonene i rennende vann.

Lok. nr.	Lokalitet	Dominerende bunnsubstrat	Detritus	Vannvegetasjon/ påvekstalger	Strandvegetasjon
I	Jora I	Grus, stein 20-30 cm, blokker	Noe	Lite påvekstalger, noe mose	Lavfuruskog
II	Jora II	Grus, stein 10-40 cm	Lite	Lite påvekstalger, noe mose	Bjørk, vier, furu
III	Jora III	Grus, stein 10-30 cm, blokker	Noe	Lite påvekstalger, noe mose	Beitemark, vier, einer, bjørk
IV	Jora IV	Sand, grus, stein 2-20 cm	Lite	Lite påvekstalger, noe mose	Lavvokst vier
V	Langvassbekken	Grus, stein 10-30 cm	Lite	Lite påvekstalger, svært mye mose	Lavheivegetasjon, mose
VI	Reinåi	Grus, stein 5-30 cm	Noe	Lite påvekstalger, noe mose	Vier, småvokst bjørk, heivegetasjon
VII	Grøna	Sand, grus stein 10-40 cm	Lite	Lite påvekstalger, mye mose	Lavvokst vier, heivegetasjon

Reinåi, Jora IV og Grøna ligger i den lavalpine sone. I likhet med Jora II og III er disse relativt sterkt preget av vier langs elvebreddene. Reinåi, som ligger like ovenfor tregrensa, er også noe influert av spredt, småvokst bjørk.

Den eneste stasjonen i mellomalpin sone er lok. V, Langvassbekken, og denne er omgitt av lavheier.

Det foreligger ikke vannføringsdata fra noen av stasjonene, men vannføringen må karakteriseres som relativt stor i begge periodene. Både juni og august 1980 hadde i overkant av normal nedbør, samtidig som middeltemperaturen lå høyere eller nær det normale. I følge beregninger ved NVE - Hydrologisk avdeling har Jora ved utløp i Lågen en middelvannføring på 12,5 m^3/s.

Bunnsubstratet er relativt ensartet på alle stasjonene, med dominans av større stein. Innslaget av sand og grus er lite, og innholdet av dødt organisk materiale er meget beskjedent.

Samtlige lokaliteter hadde liten begroing av påvekstalger, og innslaget av mose var også beskjedent på de fleste stasjoner. Grøna (lok. VII) og spesielt Langvassbekken (lok. V) hadde imidlertid en relativt rik mosebegroing.

Den eneste lokaliteten med stor påvirkning av driv fra ovenforliggende innsjø var lok. V, som ligger i utløpet av Langvatn.

3.2. Stillestående vann

Det foreligger materiale fra 9 innsjøer (tabell 1, fig. 4).

Lokalitetene er relativt store, og 4 har et areal på nær 1 km^2 eller mer. Det er registrert relativt moderate dyp. Den dypeste lokaliteten er Fisketjønn, men flere av de andre kan også være dypere enn registrert. Lomtjønn og Leirsjøen er de grunneste. Lomtjønn er også den minste av lokalitetene. Nedbørfeltets areal tatt i betraktning viser at Leirsjøen må ha en meget rask gjennomstrømning.

Sjongsvatn er den eneste lokaliteten som ligger under tregrensen, omgitt av bjørkeskog med et lite innslag av furu. Tre av lokalitetene, Langvatn, Fisketjønn og Svånåvatn, ligger i den mellomalpine sone, mens de resterende ligger i lavalpin sone.

Innsjøenes størrelse og terrengets form medfører at lokalitetene er relativt sterkt vindeksponert.

En kort beskrivelse av prøvestasjonene i littoralsonen er gitt i tabell 3. Samtlige lokaliteter er dominert av eksponerte steinstrender, uten vegetasjon, og de fleste prøvene er tatt i denne strandtype. I de lokaliteter hvor det forekom spredte bestander av helofytter er det også tatt prøver fra denne strandtype. Innslaget av grovt organisk materiale var stort i helofyttbeltene, mens eksponerte steinstrender var fattig på organisk materiale. Det vesentligste av det organiske materiale var av autocton opprinnelse.

Tabell 3. Kort beskrivelse av prøvestasjonene i stillestående vann. L = littoraltrekk med stor 90 µm håv. R = sparkeprøve.

Lok. nr.	Lokalitet	Stasjon	Vindeksponering	Bunnsubstrat	Vannvegetasjon	Dominerende vegetasjon langs bredden
1	Sjongsvatn	R.I-II, L.I R.III, L.II	V (sterk) N (liten)	Grus, stein 5-30 cm Grovt org. materiale	- Flaskestarr, tusenblad	Vier, bjørk, furu
2	Mjogsjøen	R.I-III, L.I-II	SØ(sterk)	Fint org. materiale, sand, stein 10-30 cm	-	Vier, lavheier, stivstarrheier
3	Leirsjøen	R.I-III, L.I-V	N (sterk)	Fint org. materiale, sand, grus, stein 5-15 cm	-	Vier, fuktheier, stivstarrhei
4.	Langvatn	R.I-III, L.I-II	NØ(sterk)	Grus, stein 5-30 cm	-	Polygonmark, mose, lav, stivstarrhei
5	Strålsjøen	R.I-II, L.I R.III, L.II	N (sterk) Ø (moderat)	Fint, org. materiale, grus, stein 5-15 cm Grovt org. materiale	- Flaskestarr, duskull	Vier, lavhei, fuktheier
6	Lomtjønn	R.I-II, L.I R.III, L.II	V (sterk) NV(moderat)	Fint org. materiale, sand, stein 5-40 cm Grovt org. materiale	- Flaskestarr, duskull	Myr, fuktheier, fjellbjørk
7	Storevatn	R.I-II, L.I R.III, L.II	S (sterk) S (moderat)	Fint org. materiale. leire,sand,stein 10-30 cm Leire, sand, grovt org. materiale	- Flaskestarr	Myr, fuktheier, tuevegetasjon
8	Fisketjønn	R.I-II, L.I R.III, L.II	S (sterk) S (moderat)	Grus, stein 10-40 cm Grovt org. materiale	Mose, grønnalger Flaskestarr, duskull, grønnalger	Lav, mose, polygonmark, stivstarrhei
9	Svånåtindvatn	L.I-III	S (sterk)	Stein 10-40 cm	-	Lav, mose, blokkmark, myrull

Helofyttvegetasjonen var dominert av flaskestarr, men i enkelte lokaliteter forekom også et visst innslag av duskull.

Vannvegetasjonen på litt dypere vann er dårlig undersøkt, men enkelte observasjoner er gjort i forbindelse med bunnklippene. I Mjogsjøen, Leirsjøen, Storevatn og Fisketjønn er det registrert mose, i Fisketjønn helt ned til 24 m. Det er imidlertid noe uklart hvorvidt dette var levende mose, eller om den var drevet ut fra grunnere vann. På 6 m var det en tett matte av den samme mosen. I de andre lokalitetene er det ikke registrert mose under 3,5 m.

Bunnsubstratet på dypere vann besto av fint, gråbrunt-grått slam, som lett gikk gjennom en duk med maskevidde 500 µm. Innslaget av grovt materiale var lite, selv på grunt vann, og slammet må karakteriseres som typisk gytje. En viss jernutfelling i slammet ble observert i Fisketjønn. Størst innhold av organisk materiale hadde slammet i Lomtjønn.

Det foreligger ingen oversikt over fiskefaunaen i de undersøkte vann, men antagelig forekommer det ørret i samtlige lokaliteter, med unntak av Lomtjønn. Denne er antagelig for grunn, samtidig som at det er reduserende forhold under isen om vinteren. Sjongsvatn hadde også en bestand av røye (Qvenild 1978).

4. MATERIALE OG METODER

Innsamlingen av materialet foregikk i to perioder, 25. juni - 2. juli og 25. august - 2. september 1980. I den videre behandlingen av materialet benevnes prøveperiodene som juni og august selv om prøvene er tatt i begynnelsen av juli eller september. Med unntak av Svånåvatn, ble samtlige lokaliteter undersøkt i begge periodene. I Svånåvatn ble det kun tatt prøver i august.

Innsamlingsmetodikk og analyseprosedyre for de fysisk-kjemiske parametre er gitt av Blakar (1982). Denne delen er også spesielt behandlet av han.

4.1. Plankton og littorale krepsdyr

I de lokaliteter hvor det var båt tilgjengelig, ble det tatt planktonhåvtrekk på det antatt dypeste sted. Håven ble trukket med jevn hastighet fra bunn til overflate, ca. 12 m pr. minutt. Det ble benyttet to håvtyper, en liten med maskevidde 90 µm, diameter 12 cm og dybde 50 cm, og en stor med maskevidde 90 µm, diameter 27 cm og dybde 57 cm. Fra hver periode foreligger det 2 prøver med liten og 1 med stor håv fra samme lokalitet.

I Leirsjøen, Langvatn og Svånåvatn er planktonprøvene tatt fra land. Disse er tatt ved å kaste de to håvene fra eksponert strand, uten vegetasjon, og helst der hvor det var brådypt. Disse prøvene er senere behandlet på samme måte som plankton-prøvene.

Littorale krepsdyr er innsamlet med stor håv. Den ble kastet ut fra land et varierende antall meter, og trukket inn til land så nær bunnen som mulig uten at den tok med seg for mye av det finere bunnmaterialet. Det foreligger to prøver fra hver innsamling i samme lokalitet. Den ene er tatt på eksponert strand uten vegetasjon, mens den andre er tatt i vannvegetasjon der denne forekom.

Ved opptelling av materialet har det vært nødvendig å fraksjonere en del av prøvene, dels på grunn av mye detritus og dels på grunn av stort antall individer. Prøvene ble fortynnet til 50 eller 100 ml, og et bestemt volum ble tatt ut for opptelling. Denne metoden er tidligere testet av Spikkeland (1977), som fant den fullt brukbar for denne type undersøkelser. Hvis mulig, ble minst 200 individer opptelt, og fordelt til art og utviklingsstadium. Prøver med lite dyr eller detritus er totalopptelt.

Rotatoriene (hjuldyrene) er ikke opptelt, og kun de vanligste dominerende arter er notert. Materialet gir derfor ingen god oversikt over forekomsten av denne gruppen.

Cladocerene (vannloppene) er bestemt ved hjelp av Flössner (1972). For å få et mål for utviklingsforløpet hos de enkelte artene er individene skjønnsmessig gruppert til juvenile, adulte hunner med og uten egg og adulte hanner. Hos de arter som har et velutviklet ryggskjold er skillet mellom juvenile og adulte individer vurdert ut fra hvorvidt de har rett henholdsvis buet rygg (cfr. Melåen 1972). Hos de andre artene er unge og voksne individer skilt ut fra størrelsen. Forekomsten av unge individer (juvenile) representerer derfor et minimum.

Copepodene (hoppekreps) gjennomløper 11 klart definerte utviklingsstadier fra egg til voksent stadium, 6 naupliestadier og 5 copepodittstadier. Forekomsten av de enkelte arter er

bestemt til nauplier, copepoditt I-V, adulte hanner og hunner med og uten eggsekk. Da det kan være vanskelig å skille de enkelte arters nauplier og små copepoditter, er disse behandlet under ett uavhengig av hvilke arter de tilhører. Copepodene er artsbestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978).

Nomenklaturen følger Illies (1978).

4.2. Bunndyr

For innsamling av littorale bunndyr og bunndyr i rennende vann er sparkemetoden benyttet (Frost et al. 1971). Håven som ble brukt var kvadratisk (24,3 x 24,3 cm), med en maskevidde på 500 µm. Normalt ble det sparket 1 minutt ved hver prøve, men både kortere og lengre tid har vært benyttet avhengig av substrat og individtetthet.

Ved hver innsamling ble det tatt 3 prøver i forskjellig substrat, både i strandsonen og i rennende vann. De viktigste substrattyper ble forsøkt representert i materialet. Av praktiske grunner er materialet fra samme lokalitet og dato slått sammen i den videre behandlingen.

Profundale bunndyr er innsamlet med en van Veen-grabb, som dekker et bunnareal på 0,02 m^2. Fra hver lokalitet foreligger det prøver fra 2-4 dyp, avhengig av dybden. Hver prøve består av 5 bunnklipp. Bunnsubstratet ble filtrert gjennom en duk med maskevidde 500 µm.

Prøvene ble renplukket for dyr i felt, mens sorteringen til dyregruppe er foretatt inne på laboratoriet. Materialet er sortert til orden eller familie nivå, mens enkelte dyregrupper er artsbestemt. Dette gjelder kun steinfluer, døgnfluer

og knott, som er artsbestemt av henholdsvis amanuensis Svein Jakob Saltveit, dr.philos John Brittain og vit.ass. Jan E. Raastad.

Nomenklaturen følger Illies (1978).

5. RESULTATER OG DISKUSJON

5.1. Bunndyr i rennende vann

Tabell 4 gir en oversikt over forekomsten av de viktigste dyregrupper. Tettheten, målt som antall individer pr. min. prøve er gitt i fig. 5. Prøvene fra samme dato og lokalitet er slått sammen.

Den anvendte metode er ikke kvantitativ, og de angitte verdier må derfor vurderes med forsiktighet. I og med at det er samme person som har tatt prøvene skulle resultatene indikere

Tabell 4. Forekomsten av de viktigste bunndyrgruppene i rennende vann i Joravassdraget 1980.

Dyregruppe / Lok.nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Dato	27/6	2/7	25/6	1/7	1/7	27/6	27/6
Oligochaeta (fåbørstemark)	1	1	5	2	-	1	8
Hydracarina (vannmidd)	40	7	34	49	-	39	146
Ephemeroptera (døgnfluer)	356	118	93	57	-	367	2
Plecoptera (steinfluer)	14	36	27	16	9	73	7
Trichoptera (vårfluer)							
Husbyggende	3	5	4	1	8	2	5
Frittlevende	6	-	20	6	-	37	17
Tipulidae (stankelbeinlarver)	-	-	-	-	-	-	1
Chironomidae (fjæremygg)							
Larver	147	70	495	147	730	63	194
Pupper (+ andre dipt.pupper)	4	8	4	-	3	4	5
Simulidae (knott)							
Larver	72	751	52	2	1522	44	64
Pupper	1	94	3	-	-	-	-
Andre grupper	11	1	6	6	-	13	20
Σ individer	655	1091	743	286	2272	643	468
Ant. indiv. pr. min. prøve	164	364	248	191	1298	214	117

Dato	30/8	25/8	2/9	29/8	28/8	26/8	30/8
Oligochaeta (fåbørstemark)	14	8	3	4	-	-	3
Hydracarina (vannmidd)	33	16	15	50	-	18	23
Ephemeroptera (døgnfluer)	1431	229	655	331	-	1133	456
Plecoptera (steinfluer)	63	21	59	76	6	42	317
Trichoptera (vårfluer)							
Husbyggende	7	1	2	4	13	10	16
Frittlevende	7	5	26	9	-	30	9
Tipulidae (stankelbeinlarver)	2	-	1	1	-	-	1
Chironomidae (fjæremygg)							
Larver	31	14	3	636	1096	34	2263
Pupper (+ andre dipt.pupper)	7	-	1	3	-	6	3
Simulidae (knott)							
Larver	3	-	1	2	740	14	148
Pupper	-	-	-	-	96	-	-
Andre grupper	5	14	1	16	3	10	6
Σ individer	1603	308	767	1132	1954	1297	3245
Ant. indiv. pr. min. prøve	401	103	256	755	1563	432	811

tetthetsmessige forskjeller mellom lokalitetene. Den eneste lokaliteten som klart skiller seg ut er lok. V med stor tetthet. Denne ligger i utløpet av Langvatn, og er derfor preget av en utløpseffekt hvor store mengder næring tilføres fra vannet. Ingen av de andre lokalitetene vil være spesielt influert fra innsjøer. Antall dyregrupper var imidlertid lavt ved lok. V, og den store tettheten skyldes spesielt stor forekomst av fjærmygg og knott. Tettheten var størst i august, med unntak av lok. II, mens lok. III hadde samme tetthet i begge periodene. Den viktigste årsak til denne forskjellen var et betydelig større innslag av døgnfluer i august enn i juni.

Sammenligner vi tettheten i Joravassdraget med tilsvarende tettheter i andre områder i Sør-Norge, viser det seg at Joravassdraget har fra middels til høy tetthet (Halvorsen 1981,

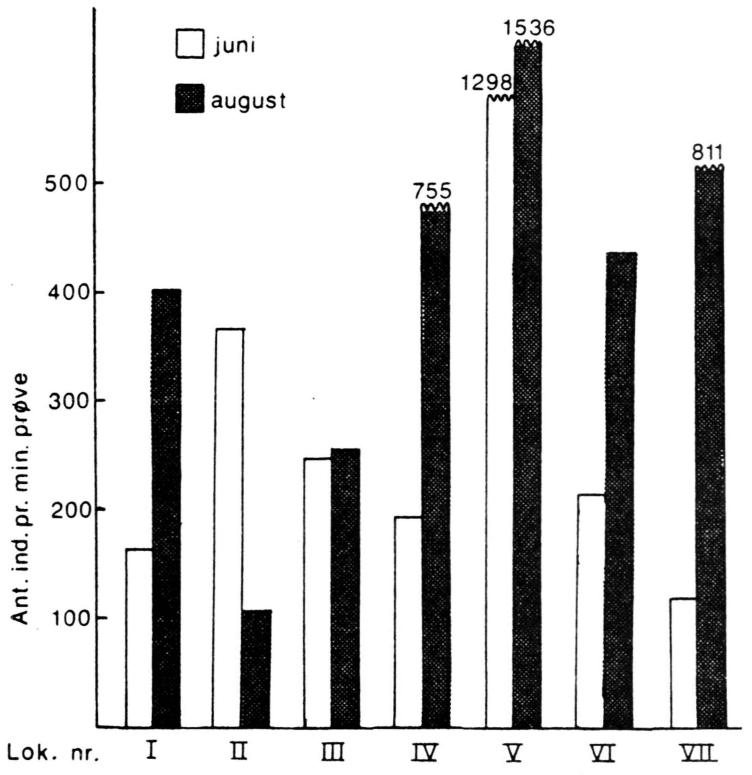


Fig. 5. Antall individer pr. min. prøve i rennende vann i Joravassdraget 1980. Lok.nr. se fig. 4.

Sandlund & Halvorsen 1980, Saltveit 1980). Sammenlignet med Trøndelagsvassdrag hadde Joravassdraget relativt høy tetthet (Arnekleiv & Koksvik 1980, Koksvik & Haug 1981, Nøst 1981).

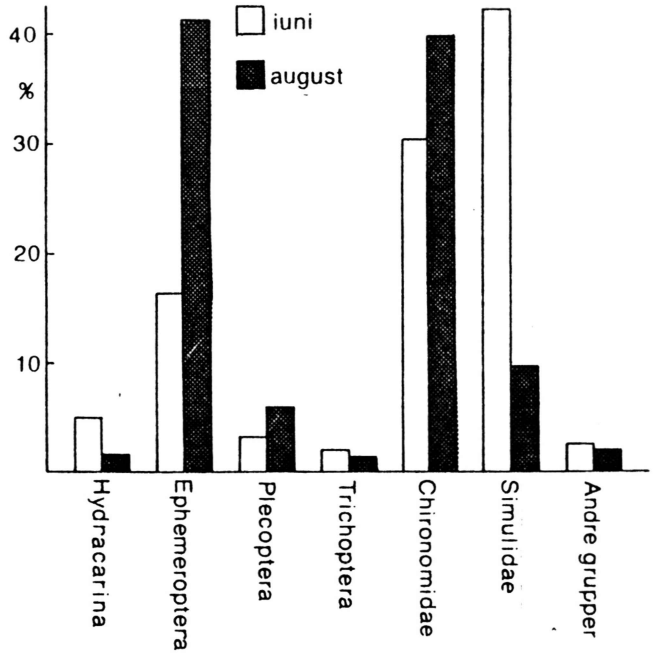


Fig. 6.
Prosentvis forekomst av de viktigste dyregrupper i Joravassdraget.

Døgnfluer, fjærmygg og knott var de dominerende dyregrupper både i juni og i august, og utgjorde tilsammen ca. 90% av det totale individantall (fig. 6). Knottlarvene hadde sterkt redusert forekomst i august i forhold til i juni på de fleste stasjoner. Fjærmygglarvene økte sin andel noe i august, men dette skyldes spesielt stort antall i Grøna. På flere av stasjonene var fjærmygglarvenandelen lavest i august. Størst forskjell mellom juni og august var det i antall døgnfluer. Det store antall i august skyldes utviklingen av en ny generasjon, med små individer.

Steinfluene hadde også økt noe i antall i august. Vårfluene, både husbyggende og frittlevende, spilte en relativt beskjeden rolle både i juni og i august.

Gruppen andre bestod både i juni og i august i vesentlig grad av klegglarver, men også enkeltindivider av flimmermark, igler, vannskorpion og sviknott ble registrert.

Forskjellene mellom de enkelte lokaliteter, og mellom juni og august har sannsynligvis sin årsak i høydeforskjellene mellom lokalitetene. De forekommende arter kan være forskjellige samtidig som artene har kommet forskjellig langt i sin utvikling.

Det vil være vanskelig å sammenligne faunasammensetningen i forskjellige vassdrag på grunnlag av et materiale som er såpass grovt bearbeidet. Joravassdraget viser imidlertid relativt stor likhet med Kynnavassdraget (Sandlund & Halvorsen 1980) med hensyn til hvilke grupper som dominerer. Enkelte forskjeller er det imidlertid, blant annet hadde fjærmygglarver en langt mer dominerende rolle i Joravassdraget, mens innslaget av vårfluer var mindre.

5.1.1. Døgnfluer (Ephemeroptera)

Døgnfluene er artsbestemt av dr.philos. John E. Brittain, og artssammensetningen framgår av tabell 5.

Døgnfluene utgjorde sammen med fjærmygglarver og knottlarver de dominerende dyregrupper i rennende vann. Spesielt tallrik var døgnfluefaunaen i august.

Tabell 5. Forekomsten av de enkelte døgnfluerater i rennende vann i Joravassdraget 1980.

	Jora I I	Jora II II	Jora III III	Jora IV IV	Reinåi VI	Grøna VII
Ameletus inopinatus Etn.	4	2	10	5	3	
Baetis rhodani Pictet	1747	333	738	693	1490	455
B. scambus Etn.	1	10				
B. subalpinus Bgtss.	9	1			7	3
Heptagenia darlecarlica Bgtss.	1					
Ephemerella aurivillii Bgtss.	25	1				

Det ble i alt påvist 6 arter døgnfluer, med flest arter på de to nederste stasjonene, henholdsvis 6 og 5 arter. Reinåi hadde 3 arter, mens det på de andre kun ble påvist 2. Den høyestliggende lokalitet, Langvassbekken, manglet helt døgnfluer.

Samtlige arter har en relativt vid utbredelse i høyereliggende deler av Sør-Norge. Artssammensetningen viser relativt stor likhet med den tilsvarende i Grimsa (Eie 1982), og også i Atna (Eie pers.medd.) og Driva (Nøst 1981). Samtlige arter er også påvist i elver og bekker i områdene omkring Øvre Heimdalsvatn (Lillehammer & Brittain 1978). Antall arter ble her redusert fra 13 i subalpin sone til 4 i mellomalpin sone. Det relativt beskjedne artall arter i Jora kan sannsynligvis tilskrives det lave antall lokaliteter under tregrensen.

B. rhodani var den absolutt dominerende art, og forekom tallrik på alle lokaliteter unntatt Langvassbekken. *B. rhodani* dominerte både i juni og i juli, men antallet var gjennomgående størst i august. Arten har sverming i slutten av juni, begynnelsen av juli og populasjonen i august bestod av den nye generasjonen. Den sterke dominansen av *B. rhodani* har Jora tilfelles med både Øvre Heimdalen (Lillehammer & Brittain 1978), Driva (Nøst 1981) og Grimsa (Eie 1982).

Den nest vanligste arten var *A. inopinatus* som forekom i 5 av lokalitetene. Kun ett individ av denne arten ble påvist i august. *B. scambus* og *B. subalpinus* er kun påvist i august, mens *E. aurivillii* forekom med ett individ i juni og de andre i august. *H. darlecarlica* ble påvist med ett individ i juni. Artenes forekomst stemmer godt med artenes livssyklus.

5.1.2. Steinfluer (Plecoptera)

Forekomsten av de enkelte steinflueartene fremgår av tabell 6. Materialet er artsbestemt av amanuensis Svein Jakob Saltveit.

Det er påvist tilsammen 16 arter, som alle er vanlig forekommende i Sør-Norge (Lillehammer 1974). Den nederste stasjonen, lok. I, hadde flest arter (10), mens lok. III og IV hadde henholdsvis 8 og 9 arter. Lavest artsantall hadde lokaliteten i utløpet av Langvatn.

Samtlige arter forekommer også i Øvre Heimdalen og i de nordlige deler av Østerdalen (Lillehammer 1974). Antall arter er ikke spesielt høyt. De to nevnte områdene inneholdt henholdsvis 21 og 27 arter. Lillehammer inndelte artene i 3 zoogeo-

Tabell 6. Forekomsten av steinfluer i rennende vann i Joravassdraget i 1980. Øverste og nederste tallrekke angir antall individer i henholdsvis juni og august.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	Ant. lok.
Brachyptera risi Morton		1						1
Taeniopteryx nebulosa L.	13		6			1		3
Amphinemura sp.		1						1
A. borealis Morton	3 1			1				2
A. standfussi Ris.		1		1 1		6		3
A. sulcicollis Steph.	1					3		2
Nemoura cinerea Retz.			1					1
Nemurella picteti Klp.					3			1
Protonemura meyeri Pictet	1		1			1	2 3	4
Leuctra sp.						1		1
L. fusca L.	2		1			3		3
L. hippopus Kmp.		1				2		2
Caphnia atra Mort.	5		29	44		1	303	5
Arcynopteryx compacta Mcl.					6 4		2	2
Diura nanseni Kmp.	5 38	31 20	7 20	18	2	4 23	26	7
Isoperla sp.	1	1	2	7		5 13	3	6
I. grammatica Poda	2	1	5					3
I. obscura Zett.	1		14	15		48	5	5
Siphonoperla burmeisteri Pictet	1							1
Antall arter	10	5	8	5	3	9	5	

grafiske grupper, 1) nordøstlige arter som mangler i Vest-Europa, 2) nordøstlige arter med mer spredt forekomst i sentrale og vestlige deler av Europa og 3) arter som er vidt utbredt i Vest-Europa, ofte med en sørlig dominans. I Jora-vassdraget tilhører *Diura nanseni* gr. 1, *Amphinemura borealis*, *Capnia atra*, *Arcynopteryx compacta* og *Siphonoperla burmeisteri* gr. 2, mens de andre artene tilhører gr. 3. Dette er i samsvar med resultatene til Lillehammer (1974).

De fleste arter opptrer fåtallig, *Diura nanseni* er klart den vanligste sammen med *Capnia atra* og *Isoperla obscura*. Dette samsvarer godt med forholdene i Øvre Heimdalen (Lillehammer 1974). De fleste artene er også påvist i Kynna (Sandlund & Halvorsen 1980), mens artsdominansen er en helt annen. Blant annet hadde *Capnia atra* en meget sparsom forekomst i Kynna. Dette stemmer imidlertid godt med resultatene fra nordlige deler av Østerdalen (Lillehammer 1974), hvor Capniidene forekom langt mer sparsomt i det østlige enn i det vestlige området.

Det er påvist flest arter i juni, og av disse er 7 kun påvist i denne perioden. Tre andre arter er bare funnet i august. Denne forskjell i opptreden skyldes artenes livssyklus. *Capnia atra* er f.eks. kun påvist i august, og dette er en av de første artene som svermer om våren. *Diura nanseni* har en noe senere sverming (Brinck 1952), og materialet fra juni består av den gamle generasjonen, mens individene i august utgjør den nye.

5.1.3. Knott (Simuliidae)

Knott var vanlig forekommende i rennende vann. Materialet er artsbestemt av vit.ass. Jan E. Raastad. Bare de prøvene som inneholdt pupper er foreløpig artsbestemt, men gir trolig et godt inntrykk av artssammensetningen i Jora (Raastad pers.medd.).

Tabell 7. Forekomsten av knottpupper i Joravassdraget 1978.

Art	Lok. nr. I	II	III	V
Prosimulium hirtipes (Fries)	+			
Cnephia (Metacnephia) fuscipes (Fries)		+		
C.(M.) tredecimata (Edw.)				+
Simulium monticola Fried.	+		+	
S. rostratum (Lundström)		+		

Det er i alt påvist 5 arter (tabell 7). Av disse er 4 arter typisk for elver i høyereliggende strøk, mens *C. tredecimata* er relativt sjelden. Den er imidlertid funnet i Jotunheimen. Forekomsten er også tydelig knyttet til utløpet av innsjøer.

Samtlige arter er kaldstenoterme. *S. monticola* og *P. hirtipes* forekom som pupper i slutten av juni, mens de andre artene opptrådte med pupper i slutten av august. *S. monticola* kan overvintre som larver, mens de øvrige overvintrer som egg.

5.2. Profundale bunndyr

Med profundale bunndyr menes her bunndyr innsamlet med van Veengrabb fra bløtbunn. Metoden er tilnærmet kvantitativ. Resultatene er gitt i tabell 8.

Bunndyrfaunaen domineres spesielt av fåbørstemark og fjærmygglarver, men også muslinger opptrer relativt tallrikt. Samtlige muslinger tilhørte slekten Pisidium spp. I de fleste lokaliteter er individtettheten størst i august, noe som har sammenheng med størst tetthet av fjærmygg i august. Resultatene stemmer godt med forholdene i Aursjøen (Jensen 1979).

Storevatn hadde klart den mest varierte bunnfauna, med 6 dyregrupper representert. Både Mjogsjøen og Fisketjønn hadde bare 3 grupper, med fåbørstemark og fjærmygglarver som helt dominerende.

Tabell 8. Bunndyrfaunaen i innsjøenes profundalsone i 1980. Bunndyrtettheten er angitt for hvert av prøvedypene i samme rekkefølge som disse.

Lok. nr.	Lokalitet	Dato	Oligochaeta (fåbørstemark)	Hirudinea (igler)	Bivalvia (muslinger)	Acari (midd)	Gammarus (vannloppe)	Sialis (mudderfluer)	Trichoptera (vårfluer)	Chironomidae (fjæremygg)	Prøvedyp m	Bunndyrtetthet Ant. indiv./m^2
1	Sjongsvatn	25/6	10	-	-	-	2	-	-	20	2,5-6-9,5	70-200-50
		27/8	14	-	13	-	3	-	1	38	1-3-6-13	280-230-110-70
2	Mjogsjøen	30/6	48	-	6	-	-	-	-	3	1-2-3,5	30-420-170
		27/8	22	-	-	-	-	-	-	26	1-2-3	100-210-170
3	Leirsjøen	30/6	135	-	3	-	-	-	-	1	1-1-1	370-260-760
		29/8	377	-	8	1	-	-	-	4	1-1-1	1500-590-1810
5	Strålsjøen	26/6	7	-	1	-	-	-	-	2	1-2,5-5,5	40-20-40
		26/8	50	-	1	-	-	-	1	38	1-2,5-4,5	280-220-400
6	Lomtjørni	26/6	-	-	4	-	1	-	-	1	1,5	60
		26/8	5	-	3	-	6	-	2	34	1,5	500
7	Storvatnet	29/6	90	-	54	-	1	5	-	32	1-2-3,5	1510-90-220
		1/9	81	12	11	-	9	2	-	185	1-2-3,5	670-690-1640
8	Fisketjørn	28/6	12	-	-	-	-	-	-	53	0,5-3,5-7,5	130-160-490
		31/8	7	-	-	-	-	-	1	219	3,5-6-12-24	640-690-680-270

De observerte bunndyrmengder ligger på omtrent samme nivå som i Etna-Dokka (Saltveit & Brabrand 1980), men betydelig høyere enn i både Kynna (Sandlund & Halvorsen 1980) og i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981). De observerte verdier må karakteriseres som lave til middels høye for denne type lokaliteter (Økland 1963, 1975). Jensen (1979) fant f.eks. tildels betydelig høyere tettheter i Aursjøen. De er også gjennomgående høyere enn tilsvarende verdier fra Trøndelagsvassdragene (Arnekleiv & Koksvik 1980, Koksvik & Haug 1981).

5.3. Littorale bunndyr

Littorale bunndyr er innsamlet ved hjelp av sparkehåv. Resultatene er gitt i tabell 9, hvor 3 parallelle prøver er slått sammen for hver innsamling. I de lokaliteter som hadde helofyttbelter i littoralsonen er det normalt tatt en prøve i dette beltet, mens de to andre er tatt på eksponert strand. Siden den sistnevnte strandtypen er den dominerende i alle lokaliteter antas materialet å være representativ for de

Tabell 9. Littorale bunndyr innsamlet med sparkemetoden i Joravassdraget sommeren 1980.

Dyregruppe	Sjongsvatn	Mjogsjøen	Leirsjøen	Langvatn	Strålsjøen	Lomtjørni	Storvatnet	Fisketjørn	
Dato	25/6	30/6	30/6	1/7	26/6	26/6	29/6	28/6	Σ
Turbellaria (flimmerormer)	1	1	1	-	6	-	15	-	24
Oligochaeta (fåbørstemark)	44	37	129	28	85	24	62	-	409
Bivalvia (muslinger)	1	1	2	-	-	-	18	-	22
Gastropoda (snegl)	4	-	-	-	-	-	3	-	7
Hydracarina (vannmidd)	21	43	21	8	16	21	32	71	233
Gammarus (vannloppe)	16	-	-	-	-	214	98	-	328
Ephemeroptera (døgnfluer)	58	-	303	-	3	2	3	-	369
Plecoptera (steinfluer)	4	-	1	15	-	-	2	13	35
Corixidae (buksvømmere)	-	-	-	-	-	19	-	-	19
Coleoptera (vannbiller)	8	14	3	1	14	28	105	-	173
Sialis (mudderfluer)	1	-	-	-	-	-	27	-	28
Trichoptera (vårfluer)									
Husbyggende	25	1	3	58	-	40	11	5	143
Frittlevende	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabanidae (klegg)	-	-	-	3	-	-	-	-	3
Tipulidae (stankelbeinlarve)	-	-	3	-	-	-	-	1	4
Chironomidae (fjæremygg)	58	33	584	7	100	49	181	42	1054
Andre grupper	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Σ individer	241	131	1050	120	224	397	557	132	2852
Ant. indiv. pr. min. prøve	48	26	233	20	56	99	139	22	

Dato	27/8	27/8	29/8	28/8	26/8	26/8	1/9	31/8	Σ
Turbellaria (flimmerormer)	-	6	17	5	12	-	4	-	44
Oligochaeta (fåbørstemark)	50	21	87	12	124	6	12	37	349
Bivalvia (muslinger)	12	2	3	-	2	2	27	-	48
Gastropoda (snegl)	6	-	-	1	-	-	3	-	10
Hydracarina (vannmidd)	18	42	37	25	20	11	11	77	241
Gammarus (vannloppe)	9	-	-	-	-	759	148	-	916
Ephemeroptera (døgnfluer)	4	-	1	-	18	44	7	-	74
Plecoptera (steinfluer)	13	1	5	12	2	-	12	6	51
Corixidae (buksvømmere)	-	-	-	-	-	4	-	-	4
Coleoptera (vannbiller)	3	3	32	2	6	10	51	1	108
Sialis (mudderfluer)	4	-	-	-	-	-	35	-	39
Trichoptera (vårfluer)									
Husbyggende	10	4	49	30	60	75	48	2	278
Frittlevende	4	-	-	-	-	-	-	-	4
Tabanidae (klegg)	2	28	37	1	43	-	2	5	118
Tipulidae (stankelbeinlarver)	1	-	17	-	-	-	3	-	21
Chironomidae (fjæremygg)	35	565	42	3	51	336	232	133	1397
Andre grupper	-	4	1	-	1	7	-	-	13
Σ individer	171	676	328	91	339	1254	595	261	3710
Ant. indiv. pr. min. prøve	34	135	73	15	85	314	149	43	

grunneste partiene nær land. Prøvestasjonene er beskrevet i tabell 3 (s.13).

Bare de mer vanlig forekommende dyregruppene er angitt i tabellen, mens et fåtall individer av rundormer, igler og øyenstikkernymfer er plassert under *Andre grupper*. I de fleste prøvene ble det fanget et stort antall små krepsdyr, men disse er utelatt fra materialet.

Sparkemetoden er ikke kvantitativ, men antas å gi et relativt riktig bilde av de relative tetthetsforskjeller mellom forskjellige lokaliteter. Antall individer pr. min. sparkeprøve er derfor beregnet (tabell 9, fig. 7). Tallene må brukes med forsiktighet.

Leirsjøen hadde den største tettheten i juni, mens Lomtjønn hadde størst tetthet i august. Ellers varierer tettheten mye, men de fleste verdier ligger under 100 individer pr. min. Kynna (Sandlund & Halvorsen 1980) hadde omtrent tilsvarende verdier som i Joravassdraget, men Leirsjøen i juni og Lomtjønn i august hadde høyere verdier enn i noen av lokalitetene i Kynna. Tettheten i littoralsonen var imidlertid betydelig høyere i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981) og Etna-Dokka (Saltveit & Brabrand 1980) enn i Joravassdraget. Sammenligner vi tettheten i Joravassdraget med vassdrag i Trøndelag og Nordland (Koksvik 1976, 1979, Arnekleiv & Koksvik 1980, Koksvik & Haug 1981, Nøst 1981) må tettheten karakteriseres som høy til middels.

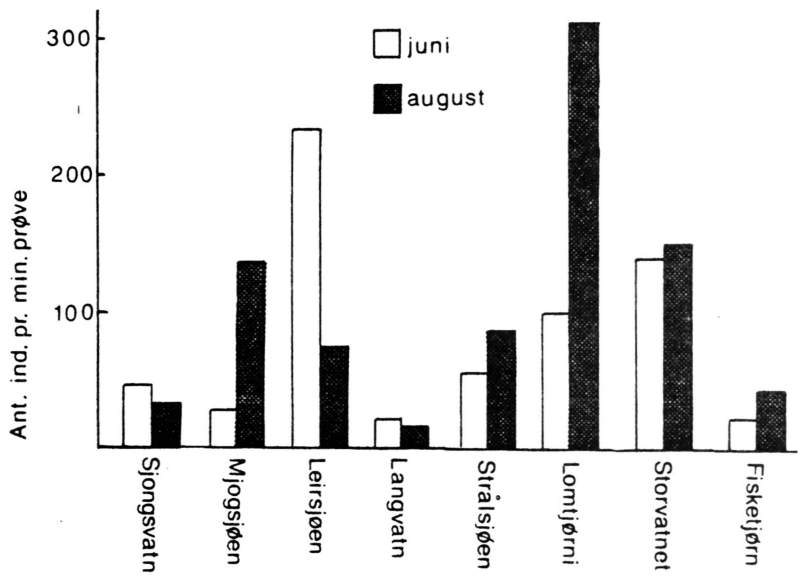


Fig. 7. Antall individer pr. min. prøve i littoralsonen i Joravassdraget 1980.

Resultatet fra undersøkelser i andre områder viser stor variasjon med hensyn til tidspunkt for størst individtetthet (Halvorsen 1981, Spikkeland 1979, Saltveit & Brabrand 1980). Dette henger nært sammen med hvilke arter som forekommer, og når prøvene er tatt i forhold til artenes livssyklus. I 5 av lokalitetene var det liten forskjell i tetthet mellom juni og august. I to var tettheten størst i august, mens en hadde størst tetthet i juni. I Kynna fant Sandlund & Halvorsen (1980) betydelig større tetthet i mai enn i juli.

Den relativt lave individtettheten i littoralsonen i Jora-vassdraget sammenlignet med f.eks. Lyngdalsvassdraget kan muligens tilskrives en viss predasjon fra fisk. I Lyngdals-vassdraget mangler det fisk, og littoralfaunaen er lite utsatt for predasjon.

Den prosentvise forekomst av de viktigste dyregruppene er gitt i fig. 8. Klegg- og stankelbenlarvene er her plassert blant *Andre grupper*. Den klart dominerende dyregruppen var fjær-mygglarver som utgjorde ca. 40% av individene. Den sterke dominans av *Gammarus* i august (ca. 35%) skyldes en spesielt

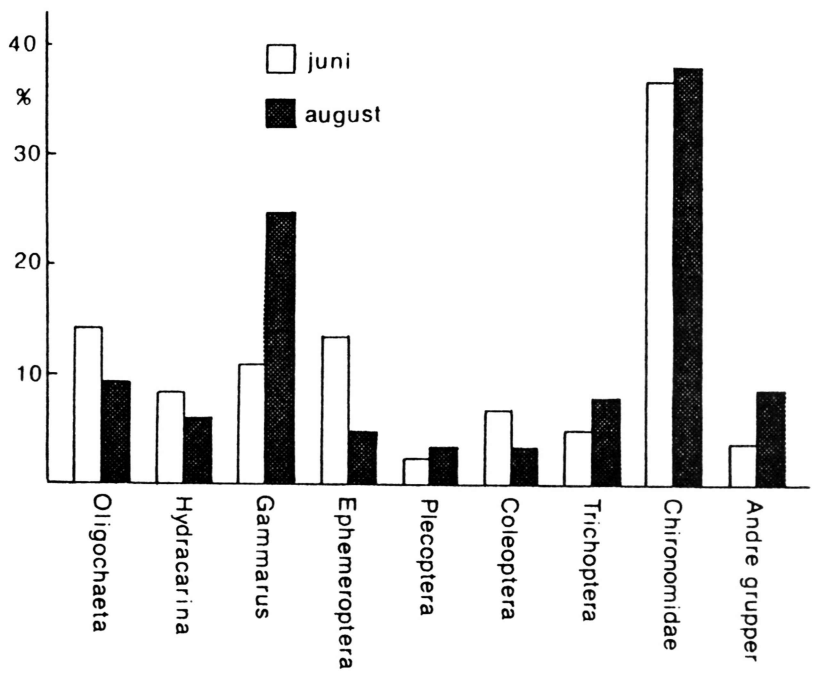


Fig. 8. Prosentvis forekomst av littorale bunndyr i Joravassdraget.

stor forekomst i Lomtjønn og Storevatn. De andre gruppene forekom relativt jevnt fordelt med som oftest under 10% av individene.

Gammarus opptrådte spesielt tallrik i Lomtjønn og Storevatn, og antallet var økt betydelig fra juni til august. Forekomsten av døgnfluer var også forskjellig i juni og august, med størst tetthet i juni. Dette har sammenheng med artenes livssyklus. *Gruppen Andre* hadde også økt sin andel til det dobbelte i august, og dette skyldes en klar økning i antallet klegg- og stankelbenlarver. Forskjellene i de andre gruppene var relativt små.

Sammenligner vi dominansforholdene i littoralsonen med forholdene i andre vassdrag, viser denne at Joravassdraget avviker fra disse på vesentlige punkter. Døgnfluene spilte en relativt underordnet rolle i forhold til i Etna-Dokka (Saltveit & Brabrand 1980), Kynna (Sandlund & Halvorsen 1980) og Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981). Den sterke dominansen av fjærmygglarver hadde Joravassdraget tilfelles med både Lyngdalsvassdraget og Etna-Dokka, mens Kynna hadde en langt mindre dominans av fjærmygg. Forekomsten av oligochaeter var betydelig mindre enn i Etna-Dokka, men på samme nivå som i Lyngdalsvassdraget. I Kynna spilte oligochaetene en helt underordnet rolle.

Den relativt jevne forekomst av de fleste dyregrupper hadde Joravassdraget tilfelles med Lyngdalsvassdraget. I både Etna-Dokka og Kynna ver dominansen av enkelte grupper meget stor, og de fleste gruppene opptrådte derfor relativt fåtallig. Dette viser at littoralsonen i Joravassdraget hadde relativt høy diversitet.

Bruker vi antall dyregrupper tilstede i de enkelte lokaliteter som et mål for diversitet, ser vi at diversiteten er større i samtlige lokaliteter i august enn i juni. Sjongsvatn og Storevatn har flest grupper representert både i juni og i august,

henholdsvis 12 og 14. Leirsjøen hadde også relativt stor diversitet både i juni og august, mens Fisketjønn hadde den laveste i begge perioder.

Det er relativt store forskjeller mellom de enkelte lokaliteter med hensyn til hvilke grupper som dominerer. Størst likhet synes det å være mellom Lomtjønn og Storevatn, som begge har stor dominans av *Gammarus* og *fjærmygg*-larver både i juni og august. Begge disse er meget grunne, og er sannsynligvis også relativt produktive. Tettheten av *Gammarus* er imidlertid betydelig større i Lomtjønn enn i Storevatn, og dette kan muligens ha sin årsak i forskjeller i fiskefaunaen. Storevatn har en fin bestand av ørret, mens Lomtjønn muligens mangler fisk. Denne forskjell i fiskefauna kan imidlertid ikke forklare en del andre forskjeller, f.eks. større tetthet av vannbiller, mudderfluer og muslinger i Storevatn.

Sjongsvatn har det til felles med Lomtjønn og Storevatn at det har en bestand av *Gammarus*, men denne er liten i forhold. Denne forekomst av *Gammarus* kan sannsynligvis forklares ut fra vannkjemiske forhold, siden disse tre lokalitetene ligger innenfor de berggrunnsgeologisk rikere områdene.

Leirsjøen og Strålsjøen synes også å ha visse fellestrekk, med meget stor tetthet av fåbørstemark. Innslaget av døgnfluer i Leirsjøen er imidlertid spesielt stort i juni.

5.3.1. Døgnfluer (Ephemeroptera)

Døgnfluene er artsbestemt av dr.philos. John E. Brittain, og tabell 10 gir en oversikt over forekomsten av de registrerte arter.

Tabell 10. Forekomsten av de enkelte døgnfluearter i littoralsonen i Joravassdraget 1980.

	Sjongsvatn	Leirsjøen	Strålsjøen	Lomtjørni	Storevatn
Siphlonorus lacustris Etn.	3	304			
Baetis spp.	2				
B. macani Kivam				2	2
Leptophlebia marginata L.			21	44	8
L. vespertina L.	57				

Det ble påvist 4 arter døgnfluer, og ingen av disse ble funnet i rennende vann. Artene har relativt vid utbredelse i Sør- og Midt-Norge. Flest arter hadde Sjongsvatn, mens de høyestliggende lokalitetene, Mjogsjøen, Langvatn og Fisketjønn helt manglet døgnfluer. *L. marginata* var den vanligst forekommende art, og ble funnet i 3 av lokalitetene.

Antall arter er lavt, og skyldes sannsynligvis at lokalitetene ligger høyt. I Øvre Heimdalsvatn ble det funnet 7 arter, med *S. lacustris*, *L. marginata* og *L. vespertina* som dominerende arter (Brittain 1978). Det samme antall arter forekom også i Driva (Nøst 1981). I Grimsa (Eie 1982) ble det påvist 5 arter inkludert de 4 som ble funnet i Jora. Jora og Grimsa viste stor likhet også med hensyn til artenes dominansforhold.

Sammenlignet med rennende vann spilte døgnfluene en relativt beskjeden rolle i littoralsonen. Størst forekomst hadde de

i juni. *S. lacustris* og *L. vespertina* forekom svært fåtallig i august, med henholdsvis 1 og 2 individer. De aller fleste *L. marginata* ble imidlertid funnet i august. Dette stemmer relativt godt med artenes livssyklus, selv om resultatene avviker noe i forhold til f.eks. resultatene i Øvre Heimdalsvatn (Brittain 1978). Nymfenes klekking må ha skjedd tidligere i Jora enn i Øvre Heimdalsvatn hos samtlige arter.

5.3.2. Steinfluer (Plecoptera)

Tabell 11 gir en oversikt over steinfluematerialet fra littoralsonen. Det er ikke funnet steinfluer i Lomtjønn.

Tabell 11. Oversikt over forekomsten av steinfluer i littoralsonen i Joravassdraget 1980.

Art	Lok.nr.	1	2	3	4	5	7	8
Nemoura cinerea Retz		4					1	
Nemurella picteti Klp.		1			19			15
Arcynopteryx compacta Mcl.					6			
Diura bicaudata L.		12	1	5			11	4
D. nanseni Kmp.					2	2		

Det er i alt påvist 5 arter, med *Diura bicaudata* som den vanligste. *D. bicaudata* ble ikke funnet i rennende vann. I følge Lillehammer (1974) forekommer denne arten i Sør-Norge bare i innsjøer, og mest vanlig i høyereliggende lokaliteter. Samtlige arter er vanlig forekommende i stillestående vann.

5.4. Krepsdyr (Crustacea)

5.4.1. Registrerte arter

Tabell 12 gir en oversikt over forekomsten av cladocerer (vannlopper) og cyclopoide og calanoide copepoder (hoppekreps) i Joravassdraget.

Alle de registrerte artene forekommer relativt vanlig over store deler av Sør-Norge. Det er i alt registrert 31 arter, 20 cladocerer og 11 copepoder. Av disse er 11 planktoniske, 2 planktonlittorale og 18 littorale. Flest arter hadde Sjongsvatn og Strålsjøen med henholdsvis 21 og 19 arter. Lavest antall hadde Svånåvatn, med 6 arter.

Artssammensetningen i de enkelte lokaliteter er sammenlignet ved hjelp av samfunnsindeksen (CC) beregnet ut fra følgende formel (Jaccard 1932):

$$CC = \frac{c}{a+b-c} \cdot 100$$

hvor a og b er antall arter i hvert av samfunnene A og B, mens c er antall arter felles for begge. CC gir et mål for likhet mellom samfunn med hensyn til artssammensetningen. Lokaliteter med identisk artssammensetning vil få CC = 100.

Sammenligningen er gitt i fig. 9. Største svakheten ved denne indeksen er at alle arter teller likt, uansett om de forekommer vanlig eller sjeldent. Sjeldne arter opptrer gjerne

Tabell 12. Registrerte arter av Cladocera og Copepoda i Joravassdraget 1980.

Art	Sjongsvatn	Mjogsjøen	Leirsjøen	Langevatn	Strålsjøen	Lomtjønn	Storevatn	Fisketjørn	Svånåvatn	
Cladocera (vannlopper)										
Sida crystallina (O.F.M.)	o				o	o	o			L
Holopedium gibberum Zaddach	o	o			o		o			P
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)					o	o				PL
Daphnia galeata Sars	o						o			P
D. longispina (O.F.M.)		o	o	o	o	o		o		P
Bosmina longispina Leydig	o	o	o	o	o	o	o	o	o	PL
Ophryoxus gracilis Sars	o									L
Acroperus harpae (Baird)	o	o	o	o	o		o	o		L
Alona affinis (Leydig)		o	o		o					L
A. intermedia Sars			o							L
Alonella excisa (Fischer)		o								L
A. exigua (Lilljeborg)	o									L
A. nana (Baird)	o	o	o		o	o	o			L
Alonopsis elongata Sars	o	o	o	o	o	o	o	o	o	L
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	L
Eurycercus lamellatus (O.F.M.)	o	o	o		o	o	o			L
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	o				o					L
Rhynchotalona falcata (Sars)	o	o	o				o		o	L
Polyphemus pediculus L.	o	o			o	o	o	o		P
Bythotrephes longimanus Leydig							o			P
Copepoda (hoppekreps)										
Acanthodiaptomus denticornis (Wierz.)						o				P
Arctodiaptomus laticeps (Sars)			o	o				o	o	P
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)	o				o					P
Heterocope saliens (Lillj.)	o				o	o	o	o		P
Macrocyclops albidus (Juv.)	o	o	o			o		o		L
Eucyclops serrulatus (Fischer)	o	o	o	o	o	o	o	o		L
Paracyclops fimbriatus (Fischer)	o					o				L
Cyclops abyssorum s.l.								o		P
C. scutifer Sars	o	o		o	o	o	o	o	o	P
Acanthocyclops vernalis (Fischer)	o				o			o		L
Diacyclops nanus (Sars)			o	o	o	o	o	o		L
Antall arter Cladocera	14	12	10	5	13	9	12	6	4	
Antall arter Copepoda	7	3	4	4	6	7	4	8	2	
Totalt antall arter	21	15	14	9	19	16	16	14	6	

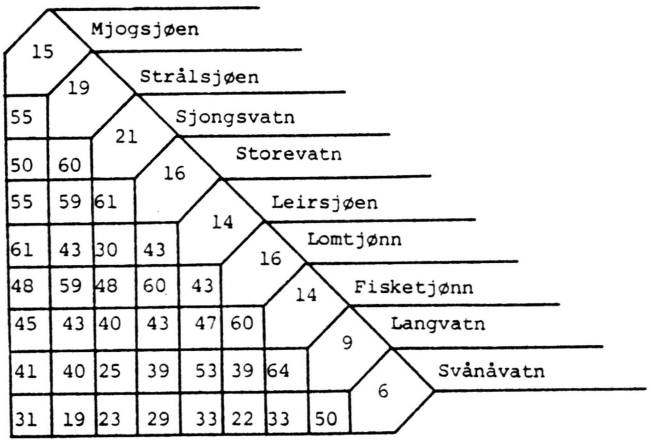


Fig. 9. De enkelte lokaliteter sammenlignet med hensyn til samfunnsindeksen (CC), beregnet ut fra forekomsten av de enkelte krepsdyrartene.

meget fåtallig, og unngår lett å bli fanget. Erfaringer fra tidligere undersøkelser (Halvorsen 1980, 1981, Sandlund & Halvorsen 1980) har vist at lokaliteter med CC $\geq$ 60 må betraktes som relativt like artsmessig. I Joravassdraget har Mjogsjøen, Strålsjøen, Sjongsvatn og Storevatn størst samfunnsmessige likheter, selv om også disse er relativt forskjellige. Svånåvatn er den lokalitet som klarest skiller seg ut, men dette skyldes sannsynligvis lite materiale.

Et annet mål for forskjellene mellom lokalitetene innenfor et område er $\overline{CC}$ for alle undersøkte lokaliteter. I Joravassdraget er denne 44, mens de tilsvarende verdier i Kynna (Sandlund & Halvorsen 1980), Etna-Dokka (Halvorsen 1980) og Lyngdal (Halvorsen 1981) var henholdsvis 50, 63 og 59. Etna-Dokka og Lyngdal ble vurdert å ha ensartede lokaliteter, mens lokalitetene i Kynna var forskjellige. Dette viser at lokalitetene i Joravassdraget innbyrdes viser stor variasjon.

Antall arter i Joravassdraget er sammenlignet med de tilsvarende verdier for andre vassdrag i Sør- og Midt-Norge (tabell 13). Antall arter er relativt lavt, og det er bare Gråhei (Spikkeland 1977) og Finse-området (Halvorsen 1973) i Sør-Norge som har et lavere artsantall. En av grunnene til

Tabell 13. Antall Cladocerer og Copepoder i Joravassdraget sammenlignet med en del andre områder i Sør- og Midt-Norge.

	Ant. lok.	Clad.	Cop.	Totalt	CC
Nordmarka-Krokskogen (Jørgensen 1972)	100	37	17	54	44
Etna-Dokka (Halvorsen 1980)	9	35	17	52	43
Tovdalsvassdraget (Spikkeland 1979)	17	31	19	50	45
Kynna (Sandlund & Halvorsen 1980)	9	27	17	44	32
Vegårsvassdraget (Larsen i manus)	20	31	13	44	50
Vassfaret (Eie 1974)	100	28	15	43	45
Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981)	20	27	15	42	46
Vefsnavassdraget (Koksvik 1976)	15	28	11	39	49
Saltfjell-Svartisområdet (Koksvik 1979)	32	24	10	34	55
Verdalsvassdraget (Koksvik & Haug 1981)	7	25	7	32	62
Sørlivassdraget (Nøst & Koksvik 1981)	16	18	14	32	58
Gråhei, Bygland (Spikkeland 1977)	70	23	8	31	48
Joravassdraget	9	20	11	31	-
Stjørdalsvassdraget (Arnekleiv & Koksvik 1980)	10	21	9	30	49
Finseområdet (Halvorsen 1973)	18	13	7	20	46

det lave artsantallet er sannsynligvis at lokalitetene ligger høyt, med bare en lokalitet beliggende under 1000 m o.h. Antall arter er i samme størrelsesorden som i vassdragene i Midt-Norge, og det lave artsantallet kan muligens også være noe spredningsbestemt.

Faunasammensetningen i Joravassdraget i forhold til de andre områdene er sammenlignet ved hjelp av CC (tabell 13). Størst forskjell er det mellom Jora og Kynna, mens likheten er størst med Verdalsvassdraget.

5.4.2. Planktoniske krepsdyr

a) Samfunnenes artssammensetning og struktur

Artssammensetningen i de enkelte lokaliteter i juni og august er gitt i tabell 14. Denne gir også den prosentvise forekomst av de enkelte arter. Nauplier og små copepoditter (Cop. I+II) er ikke artsbestemt, og er derfor behandlet under ett. I Jora er det kun påvist en planktonisk cyclopoide-art, *C. scutifer*, slik at Cyclopoide nauplier og Cop. I-II tilhører denne arten. De fleste calanoide nauplier og Cop. I-II tilhører en av de tre diaptomide-artene. Utviklingen hos *H. saliens* hadde stort sett

Tabell 14. Planktonsamfunnets prosentvise sammensetning i juni og august 1980.

	Sjongs-vatn	Mjog-sjøen	Lang-vatn	Strål-sjøen	Lom-sjøen	Store-vatn	Fiske-tjønn	Svånå-tindvatn
Juni								
Cyclopoidea Naupl. Cop.I-II	6,6	36,8	70,0	3,6	39,5	74,3	48,6	
Cyclops scutifer Cop.III-Ad	9,9	19,5	0,2	35,5	2,6	5,8	26,1	
C. abyssorum Cop.III-Ad								
Calanoidea Naupl. Cop.I-II	0,4		28,4	7,8				
Heterocope saliens Cop.III-Ad	0,1			0,7	0,1	0,2		
Arctodiaptomus laticeps Cop.III-Ad			1,2				1,0	
Acanthodiaptomus denticornis Cop.III-Ad					9,2			
Mixodiaptomus laciniatus Cop.III-Ad				1,3				
Holopedium gibberum	3,1	40,5		16,3		11,4		
Daphnia galeata	0,3					5,6		
D. longispina		0,3	0,1	23,5	8,2		+	
Bosmina longispina	79,6	2,6	0,1	10,7	40,4	2,8	23,7	
Bythotrephes longimanus						+		
Polyphemus pediculus		0,3		0,7		+	0,5	
Σ opptelt	714	380	1245	307	881	501	578	
Antall indiv. pr. m^3	8700	2300	3600	2700	23600	6300	4300	
Antall indiv. pr. m^2	79000	7900	36200	13600	235000	22200	64000	
August								
Cyclopoidea Naupl. Cop.I-II	52,5	87,0	19,8	61,9	39,5	52,9	38,3	90,0
Cyclops scutifer Cop.III-Ad	25,1	9,0	2,1	2,5			11,2	5,3
C. abyssorum Cop.III-Ad							+	
Calanoidea Naupl. Cop.I-II			13,8				0,9	0,5
Heterocope saliens Cop.III-Ad	2,8			0,7	+	0,3		
Arctodiaptomus laticeps Cop.III-Ad	0,3		21,6				0,3	
Acanthodiaptomus denticornis Cop.III-Ad					8,8			
Mixodiaptomus laciniatus Cop.III-Ad				5,3				
Holopedium gibberum	6,1	0,2				0,3		
Daphnia galeata						19,0		
D. longispina		2,4	41,3	19,4	5,3			
Bosmina longispina	13,2	1,0	1,4	10,2	46,5	27,4	49,3	4,2
Bythotrephes longimanus								
Polyphemus pediculus		0,3					+	
Σ opptelt	638	578	283	607	514	310	1487	432
Antall indiv. pr. m^3	2200	4400	3500	6700	23900	9800	29000	4800
Antall indiv. pr. m^2	28200	13100	31300	26900	227000	34300	658000	47800

passert disse stadiene ved prøvetagingen i juni, mens den i august vesentlig opptrådte som adulte.

Leirsjøen hadde et meget dårlig utviklet planktonsamfunn, og er ikke inkludert i tabellen. Lokaliteten er grunn, og har stor gjennomstrømning, og dette hindrer utviklingen av et eget planktonsamfunn.

Det er i alt påvist 12 planktoniske og planktonlittorale arter, 6 copepoder og 6 cladocerer. *C. scutifer* forekom tallrik i samtlige lokaliteter. Med unntak av Mjogsjøen og Storevatn hadde de andre lokalitetene en art diaptomide, som i enkelte lokaliteter opptrådte tallrikt. *H. saliens* forekom fåtallig i 4 av lokalitetene.

Den absolutt dominerende art av cladocerer var *B. longispina*, men *D. longispina*, *D. galeata* og *H. gibberum* kunne også opptre tallrik. Med unntak av Svånåvatn inneholdt alle lokaliteter en *Dapnia*-art.

Flest arter hadde Strålsjøen og Storevatn, med 7, mens det i Svånåvatn kun ble påvist 3. Det lave artsantallet i Svånåvatn skyldes sannsynligvis at materialet er sparsomt. Det ble kun tatt prøver i august. Gjennomsnittlig antall arter i alle lokaliteter var 5,0, 2,3 arter cladocerer og 2,7 arter copepoder. Det var bare *C. scutifer* og *B. longispina* som forekom i samtlige lokaliteter.

Variasjonen i planktonsamfunnets artssammensetning og struktur var stor. Som et mål for dette er samfunnsindeksen (CC) og prosentvis likhet mellom samfunn (PS_c) beregnet (fig. 10). PS_c er beregnet ut fra følgende formel, hvor a_i og b_i betyr den

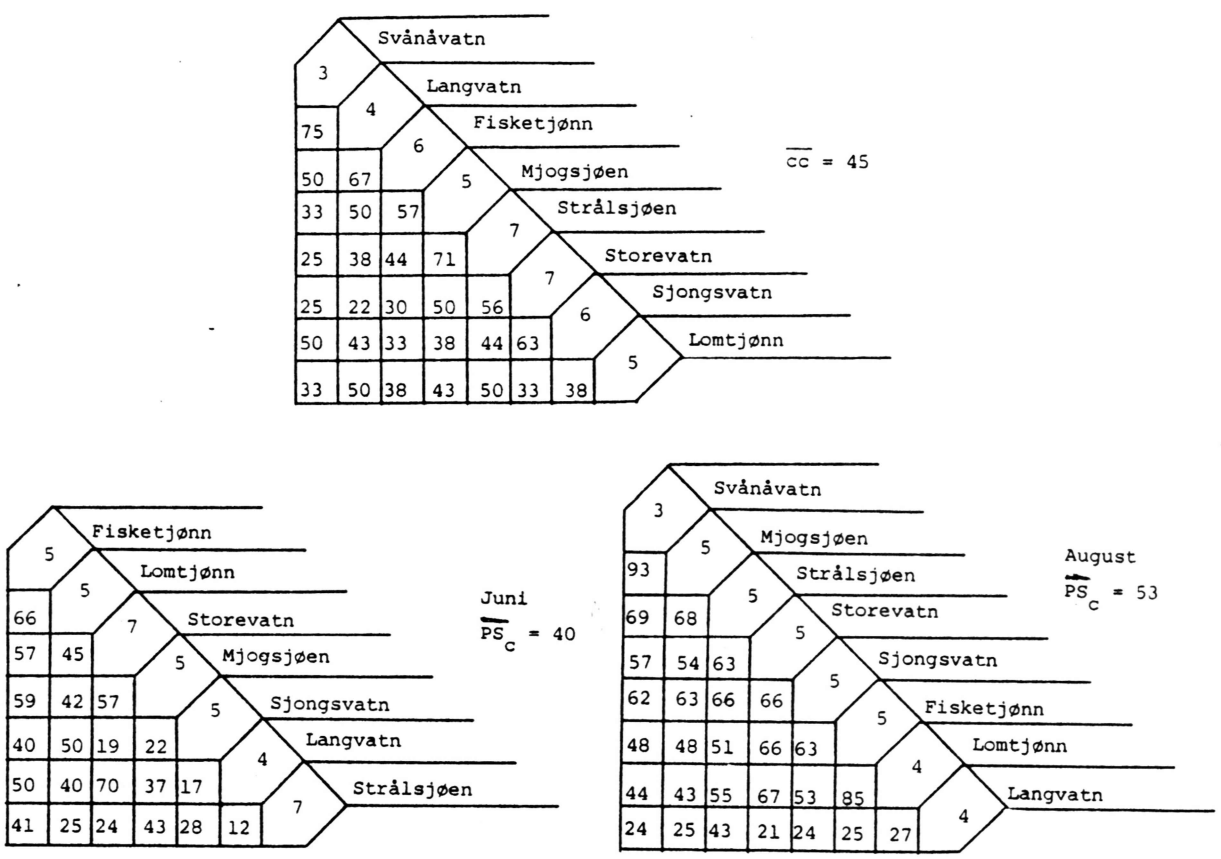


Fig. 10. Planktonsamfunnene i de enkelte lokaliteter sammenlignet med hensyn til samfunnsindeksen (CC) og prosentvis likhet mellom samfunn (PS_c) (Se tekst).

prosentvise andel av i-te art i henholdsvis samfunn A og B, mens S er det totale antall arter for begge samfunn (Whittaker & Fairbanks 1958):

$$PS_c = \sum_{i=1}^{s} \min (a_i, b_i)$$

Svakheten ved PS_c er at vanlig forekommende, men fåtallige arter i beskjeden grad influerer på resultatet. Like samfunn vil ha $PS_c = 100$.

Samfunnsindeksen (CC) forteller i hvor stor grad artssammensetningen er forskjellig. Denne viser klart at det er relativt store forskjeller mellom lokalitetene. Svånåvatn og Langvatn viser stor innbyrdes likhet. Det samme gjør Mjogsjøen og Strålsjøen, Langevatn og Fisketjønn, og Storevatn og Sjongsvatn. Denne likheten mellom enkeltlokaliteter synes rimelig tatt i betraktning både beliggenhet og morfologi. Svånåvatn, Langvatn og Fisketjønn er de høyest beliggende av samtlige lokaliteter. Mjogsjøen og Strålsjøen ligger i samme høydenivå og er svært grunne. *Storevatn* og *Sjongsvatn* er begge grunne, og relativt sett kanskje de mest produktive av samtlige lokaliteter sammen med Lomtjønn.

Prosentvis likhet mellom samfunn (PS_c) viser en tilsvarende stor forskjell mellom lokalitetene, spesielt i juni. Størst likhet i juni hadde Storevatn og Langvatn, og Fisketjønn og Lomtjønn. PS_c gir således et helt annet likhetsforhold enn CC. Likheten var imidlertid betydelig større i august. Fisketjønn og Lomtjønn viste også i august stor innbyrdes likhet, mens Storevatn og Langvatn derimot var meget forskjellig. Ellers hadde Svånåvatn, Mjogsjøen, Strålsjøen, Storevatn og Sjongsvatn innbyrdes relativt stor likhet i august.

Gjennomsnittlig prosentvis likhet mellom samfunn ($\overline{PS}_c$) var betydelig høyere i august enn i juli. Dette stemmer godt med tilsvarende resultater fra andre undersøkelser (Spikkeland

1977, Halvorsen 1980, 1981, Sandlund & Halvorsen 1980). Støen (1972) fant imidlertid at samfunnene var mest like om våren.

Diversiteten i det enkelte planktonsamfunn kan uttrykkes på flere måter. Artsdiversiteten tar hensyn til antall arter i samfunnet, og i den forbindelse hadde Strålsjøen og Storevatn den største diversiteten. Diversiteten kan også uttrykkes matematisk ved hjelp av f.eks. Shannon-Wieners diversitetsindeks. Denne beregnes ut fra følgende formel (Pielou 1975):

$$\bar{H} = -\sum_{i=1}^{s} p_i \ln p_i$$

hvor p_i = $\frac{\text{Antall individer av i-te art}}{\text{Antall individer totalt}}$

og s = Totalt antall arter i lokaliteten

Når $\bar{H}$ er mindre enn 0,5 antyder dette et fattig samfunn, mens $\bar{H}$ større enn 1,4 er svært rike og varierte samfunn.

Tabell 15. Diversiteten i planktonsamfunnene i Joravassdraget 1980 angitt som Shannon-Wieners diversitetsindeks ($\bar{H}$).

	Juni	August
Sjongsvatn	0,63	0,75
Mjogsjøen	0,91	0,20
Langvatn	0,62	1,13
Strålsjøen	1,53	1,03
Lomtjønn	1,16	1,09
Storevatn	0,70	1,04
Fisketjønn	0,63	0,75
Svånåvatn	-	0,21
Middel alle lok.	0,88 ± 0,35	0,78 ± 0,38

Diversiteten i planktonsamfunnene i Joravassdraget fremgår av tabell 15. De fleste lokalitetene hadde middels eller lav diversitet både i juni og i august. Strålsjøen er den eneste lokalitet i juni som hadde høy diversitet. I august hadde Mjogsjøen og Svånåvatn meget lav diversitet. Dette skyldes spesielt sterk dominans av cyclopoide nauplier og små copepoditter. Disse diversitetsindeksene samsvarer relativt godt med

tilsvarende verdier i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981), mens lokalitetene i Kynna hadde gjennomgående større diversitet (Sandlund & Halvorsen 1980).

Lokalitetene i Joravassdraget ligger relativt høyt, og årsaken til den relativt lave diversiteten ligger sannsynligvis i det forhold at de er utsatt for ytre stress, vesentlig av klimatisk karakter. Samfunn som er utsatt for ytre stress vil ofte ha lav diversitet (cf. Odum 1971).

Tabell 16. Antall arter planktoniske krepsdyr i Joravassdraget sammenlignet med andre områder i Sør-Norge.

	Antall lok.	Antall arter				Gj.sn. antall arter	Totalt antall arter
		Filt.	Grip.	Clad.	Cop.		
Kynna (Sandlund & Halvorsen 1980)	7	4,7	3,8	4,1	4,4	8,5	10
Nedre Tovdal (Spikkeland 1979)	10	-	-	-	-	7,5	12
Mesnaområdet (Langeland 1972)	7	4,6	2,7	4,4	2,9	7,3	10
Nordmarka-Krokskogen (Jørgensen 1972)	23	4,2	2,7	3,7	3,2	6,9	14
Etna-Dokka (Halvorsen 1980)	7	3,5	3,4	3,1	3,8	6,9	13
Vegårsvassdraget (Larsen i manus)	20	4,3	2,5	3,7	3,1	6,8	14
Gjerstad-Søndeled (Nilssen 1976)	12	-	-	-	-	6,8	14
Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981)	19	3,6	2,0	3,0	2,6	5,6	12
Bjerkreimsvassdraget (Halvorsen in prep.)	17	3,0	2,2	2,4	2,8	5,2	8
Øvre Tovdal (Spikkeland 1979)	7	-	-	-	-	5,0	10
Joravassdraget	9	2,9	2,1	2,3	2,7	5,0	12
Vassfaret, skogsområdet (Eie 1974)	13	2,5	2,0	2,5	2,0	4,5	9
Vassfaret, fjellområdet (Eie 1974)	12	2,2	1,8	1,7	2,3	4,0	6

Den lave diversiteten gjenspeiles også i antall arter i de enkelte lokaliteter. Sammenligner vi Joravassdraget med andre områder i Sør-Norge ser vi at gjennomsnittlig antall arter er lavt (tabell 16). Antall arter registrert er imidlertid middels høyt. Forholdet mellom antall cladocerer og copepoder, og filtratorer og gripere er også normalt.

b) Tetthetsforhold

Innsamlingen av materiale er gjort med planktonhåv. Det er en kjent sak at dette ikke er noen god kvantitativ metode da både tettheten av individer og innhold av annet partikulært materiale vil influere på filtreringseffektiviteten. Trekkhastigheten er også en meget viktig faktor.

De aller fleste av disse lokalitetene er klarvannsjøer med moderat dyp, og trekkhastigheten har hele tiden vært konstant. Filtreringseffektiviteten antas derfor å være omtrent av samme størrelsesorden i alle lokalitetene, og prøvene skulle derfor gi et brukbart bilde av de relative forskjeller mellom de enkelte lokaliteter. De tetthetsestimater som foreligger, er imidlertid kun et minimumsestimat, og må brukes med stor forsiktighet. Jensen (1979) fant at planktonhåven fanget ca. halvparten av individene, og er dette representativt for mine lokaliteter vil den reelle tetthet være dobbelt så høy.

I tabell 14 er individtettheten angitt som tetthet pr. m^2 og m^3. Antall individer pr. m^3 varierer mellom 2300 og 23600 i juni og mellom 2200 og 29000 i august. Lomtjønn peker seg ut både i juni og i august med spesielt stor tetthet. Fisketjønn hadde også spesielt stor tetthet i august. Det er ingen klar sammenheng mellom antall individer pr. m^3 og høyden over havet. Fisketjønn hadde f.eks. 10 ganger så høy tetthet i august som Sjongsvatn.

De høye tettheter både i Lomtjønn og i Fisketjønn må tilskrives store forekomster av nauplier og små copepoditter av *C. scutifer*, og stort antall *B. longispina*.

Sammenligner vi disse tetthetene med tilsvarende tettheter i andre områder, ser vi at de ligger i omtrent samme størrelsesorden (Halvorsen 1980, 1981, Sandlund & Halvorsen 1980). Tetthetene i Lomtjønn og Fisketjønn må imidlertid karakteriseres som høye.

c) De enkelte arter

Cyclops scutifer og *Bosmina longispina* er de eneste artene som forekom i alle lokalitetene. Forekomsten av de enkelte utviklingsstadier kan gi en viss informasjon både om type livssyklus, og forskjeller mellom de enkelte lokalitetene.

Bosmina longispina

B. longispina er sannsynligvis Norges vanligste art, og dominerer også i zooplanktonsamfunnet i de fleste områder som er undersøkt (Jørgensen 1972, Eie 1974, Spikkeland 1979, Halvorsen 1980, 1981, Sandlund & Halvorsen 1980).

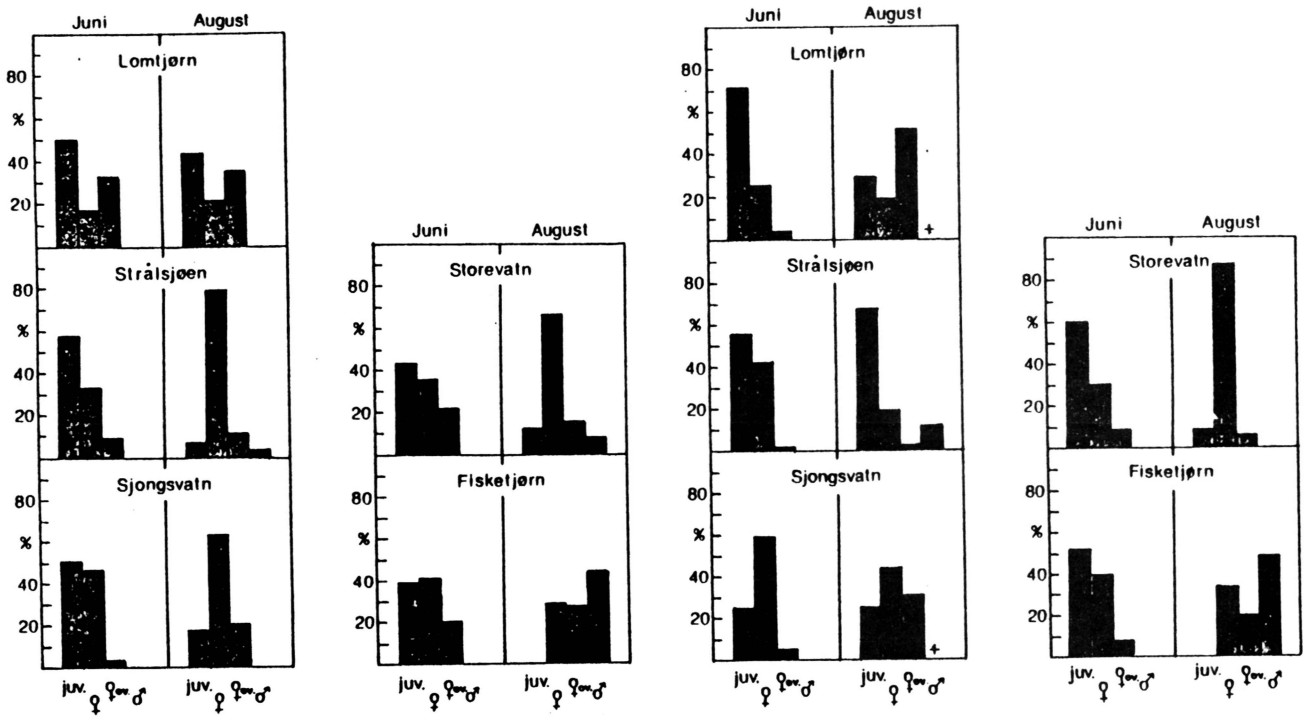


Fig. 11. Prosentvis fordeling av juvenile, adulte hunner med og uten egg og adulte hanner hos *Bosmina longispina* i planktonet og i littoralsonen i Joravassdraget. Fordelingen i littoralsonen til høyre.

Materialet er opptelt til 4 kategorier, juvenile, adulte hunner med og uten egg og adulte hanner (fig. 11). Hanner er påvist i de fleste lokaliteter, men kun i august/september. Den kjønnede forplantning startet relativt tidlig i dette område. Tidligere undersøkelser har vist at den kjønnede

forplantning som oftest starter i slutten av september, begynnelsen av oktober (Flössner 1972, Melåen 1972, Larsson 1978). Den kjønnede forplantningen foregår i overgangen til mer ugunstige miljøforhold, og årsaken til den tidligere start i Joravassdraget er sannsynligvis at lokalitetene ligger høyt over havet. Innslaget av hanner er også størst i de høyestliggende lokaliteter, mens både Sjongsvatn og Lomtjønn mangler hanner.

Livssyklusmønsteret synes å være det samme både i Strålsjøen, Sjongsvatn og Storevatn, og denne typen synes også å være representert i de fleste andre lokaliteter hvor materialet er sparsomt. Mønsteret i Lomtjønn og Fisketjønn er imidlertid forskjellig fra dette.

Tidligere undersøkelser har vist at utviklingsmønsteret hos *B. longispina* varierer mye fra lokalitet til lokalitet. To maxima er vanlig, ett om våren og ett om høsten (Flössner 1972, Melåen 1972, Støen 1972, Larsson 1978). I Jora opptrer arten tallrik i enkelte lokaliteter både i juni og i august, og hvorvidt det er to maxima er noe uklart. I Sjongsvatn er det tydelig et vårmaxima, mens høstmaxima mangler.

Cyclops scutifer

C. scutifer er kanskje den vanligst forekommende cyclopoide planktonart i Norge. Det er muligens også den best undersøkte av samtlige arter (cfr. Elgmork 1981, Breie & Østerhus 1981). Dens livssyklus er meget variabel, fra rent ettårig til 3-årig med eller uten diapause i slamlaget. Kombinasjonen av ettårig og toårig livssyklus uten diapause er sannsynligvis den vanligst forekommende type i større oligotrofe, oligohumøse vann (Halvorsen & Elgmork 1976). Lengden på livssyklus øker med høyden over havet, og 3-årig livssyklus uten diapause er påvist både på Hardangervidda (Halvorsen 1973, upubl.) og i Jotunheimen (Eie 1972). Denne økningen er knyttet til en generell senkning av sommertemperaturen og en forkortelse av den isfrie perioden med høyden.

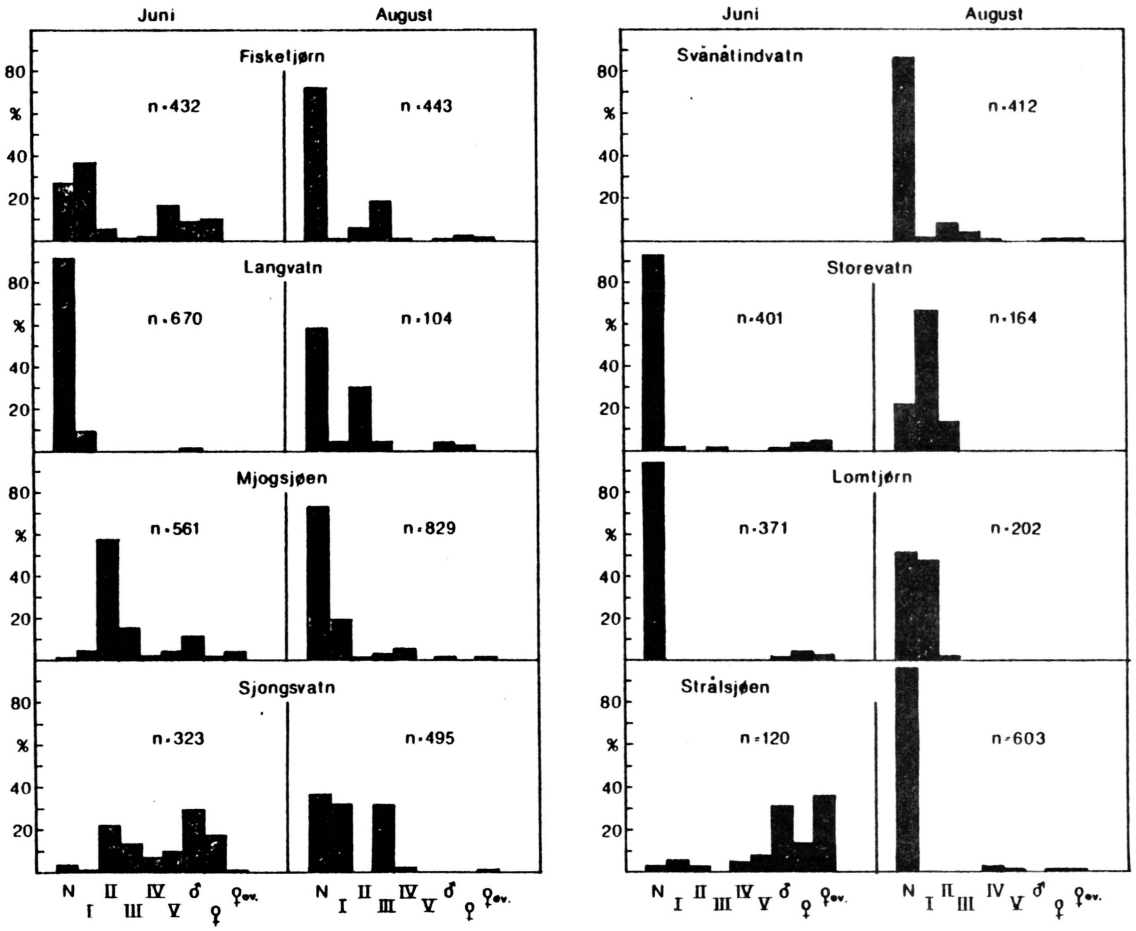


Fig. 12. Prosentvis fordeling av de enkelte utviklingsstadier hos *Cyclops scutifer* i Joravassdraget.

Fordelingen av de enkelte utviklingsstadier er gitt i fig. 12. Utviklingsmønsteret varierer en god del fra lokalitet til lokalitet, men det er mulig å skille ut 2 forskjellige typer.

Den vanligste typen er representert i Fisketjønn, Langevatn, Mjogsjøen, Sjongsvatn, Svånåvatn og Strålsjøen. Den er godt eksemplifisert i Fisketjønn. I juni består populasjonen av to klart adskilte fraksjoner, nauplier og små copepoditter og Cop. V og adulte. Naupliene og de små copepodittene er fra foregående års forplantning, og er altså ca. 1 år gamle. Disse vil etter nok et år nå Cop. V og adulte, altså to år gamle. Reproduksjonen har ennå ikke startet, og naupliene kan derfor ikke være fra årets reproduksjon.

I Mjogsjøen og Sjongsvatn er utviklingen etter ett år kommet noe lenger og det er derfor mulig at enkelte individer klarer å reprodusere allerede etter ett år, og disse lokalitetene får derfor en kombinasjon av ett- og toårig livssyklus.

Den andre typen livssyklus forekommer i Storevatn og Lomtjønn, hvor livssyklus synes rent ettårig. Reproduksjonen er i juni så og si avsluttet, og har gitt opphav til et stort antall nauplier. Disse har i august allerede nådd frem til Cop. I og II, og vil sannsynligvis overvintre som store copepoditter.

5.4.3. Littorale krepsdyr

Forekomsten og fordelingen av de enkelte littorale artene er gitt i tabell 17 som prosent. Tabellen omfatter kun de artene som er påvist i mer enn 5% av individantallet i en eller flere av lokalitetene. Forekomsten av andre arter er vist under *Andre arter*. Prøvene fra Svånåvatn er behandlet under planktonsamfunnene.

Prøvene fra samme dato er slått sammen, og behandlet under ett. I de fleste lokalitetene er en av prøvene tatt i vegetasjon, mens den andre er tatt på eksponert steinstrand. Beskrivelsen av de enkelte prøvestasjonene er gitt i tabell 3 (s.13).

Samtlige registrerte arter er påvist i littoralsonen, og de planktoniske artene spiller også i littoralsonen en vesentlig rolle.

Dersom antall arter påvist benyttes som mål for littoralsonens diversitet, er Sjongsvatn og Strålsjøen de lokaliteter som har størst mangfold. Lokalitetenes diversitet i littoralsonen kan også angis ved Shannon-Wieners diversitetsindeks. Denne er gitt i tabell 18. Ut fra tidligere angitte grenser for fattige og svært rike lokaliteter er de fleste lokalitetene karakterisert ved relativt lav diversitet. Enkelte unntak finnes imidlertid.

Tabell 17. Prosentvis forekomst av de viktigste artene i littoralsonen i Joravassdraget.

	Sjongsvatn	Mjogsjøen	Leirsjøen	Langvatn	Strålsjøen	Lomtjønn	Storevatn	Fisketjønn	Gjennomsnittlig forekomst
Juni/Juli									
Cyclopoidea Naupl. Cop.I-II	12,9	46,8	40,5	65,6	2,6	0,6	1,3	75,5	30,7
Cyclops scutifer Cop.III-Ad	58,2	30,5		0,2	1,4	0,0	0,3	2,6	11,7
Eucyclops serrulatus Cop.III-Ad			7,6			0,1	0,3		1,0
Macrocyclops albidus Cop.III-Ad	+		6,3			+			0,8
Calanoidea Naupl. Cop.I-II			31,6	31,9	1,7	0,0			8,2
Arctodiaptomus laticeps Cop.III-Ad				0,4				0,7	0,1
Mixodiaptomus laciniatus Cop.III-Ad					0,4				0,1
Sida crystallina	8,2				+	0,1	0,3		1,1
Holopedium gibberum	0,5	14,7			0,1		13,4		3,6
Daphnia longispina				0,1	0,6	0,1			0,1
Bosmina longispina	9,1	1,3	2,5		3,1	97,4	26,3	9,2	18,6
Acroperus harpae	1,3		1,3	0,0	0,3		1,5		0,6
Alonopsis elongata	0,5	+			3,2	0,6	43,7	9,8	7,2
Chydorus sphaericus	+	0,4	2,5	1,8			0,5		0,7
Eurycercus lamellatus		0,2	2,5		0,1				0,4
Rynchotalona falcata	0,2	0,2	2,5						0,4
Polyphemus pediculus	8,2	5,8			84,2	0,9	6,6		13,2
Andre arter	0,9		2,6		2,5	0,2	6,1	2,2	1,8
Antall indiv. opptelt	595	449	79	6201	1618	5356	396	542	
Antall indiv. pr. m^3	720	920	60	4000	13200	48200	790	1700	
August									
Cyclopoidea Naupl. Cop.I-II	2,9	81,2	2,4	5,3	28,4	4,7	76,3	32,2	29,1
Cyclops scutifer Cop.III-Ad	1,7	4,1		0,4	1,1	+		2,1	1,2
Eucyclops serrulatus Cop.III-Ad	1,2	0,2	0,9	0,1	0,7	+	0,7	2,2	0,8
Macrocyclops albidus Cop.III-Ad	0,3	+							0,1
Calanoidea Naupl. Cop.I-II		0,3	0,9	10,1				2,4	1,7
Arctodiaptomus laticeps Cop.III-Ad	1,2		0,5	17,3					2,4
Mixodiaptomus laciniatus Cop.III-Ad					11,4				1,4
Sida crystallina	2,3					0,7	0,3		0,4
Holopedium gibberum	7,0	0,3					1,3		1,1
Daphnia longispina		0,3	1,4	60,8	0,1	+			8,0
Bosmina longispina	15,2	0,5	0,9	1,0	23,5	89,5	12,7	15,0	19,8
Acroperus harpae	29,2	0,5	8,5		0,1			0,2	4,8
Alonopsis elongata	22,2	8,5	1,9	+	30,8	1,8	3,0	37,8	13,3
Chydorus sphaericus	1,7	0,2	1,9	4,9	0,5	1,3	+	7,8	2,3
Eurycercus lamellatus	6,1	+	4,2		1,5	0,2	0,7		1,6
Rynchotalona falcata	1,7	0,3	74,1				0,3		9,6
Polyphemus pediculus	0,3	3,8			+				0,5
Andre arter	7,1		2,3		1,7	1,8	4,7	0,3	2,2
Antall indiv. opptelt	343	661	212	730	728	446	299	625	
Antall indiv. pr. m^3	720	2000	30	2400	3300	3500	630	1800	

Tabell 18. Diversiteten i littoralsonen i Joravassdraget angitt som Shannon-Wieners diversitetsindeks ($\bar{H}$).

	Antall arter			$\bar{H}$	
	Juni	August	Totalt	Juni	August
Sjongsvatn	14	20	21	1,38	2,17
Mjogsjøen	8	13	13	1,27	0,78
Langvatn	5	7	8	0,76	1,22
Strålsjøen	16	16	19	0,78	1,59
Leirsjøen	10	12	15	1,64	1,13
Lomtjønn	12	12	16	0,16	0,51
Storevatn	13	11	15	1,60	0,92
Fisketjønn	6	7	10	0,88	1,50
Middel	10,5	12,3	14,6	1,06 ± 0,51	1,23 ± 0,52

Sjongsvatn har relativt stor diversitet både i juni og spesielt i august. Storevatn hadde også høy diversitet i juni, mens Strålsjøen og Fisketjønn hadde relativt diverse littoralsamfunn i august.

Det foreligger få tilsvarende beregninger av diversiteten i littoralsonen i andre områder. Hvorvidt verdiene i Jora er høye eller lave i forhold til andre områder er derfor noe usikkert. Tilsvarende beregninger foreligger fra Lyngdals-vassdraget, og disse ligger i samme størrelsesorden som i Joravassdraget (Halvorsen 1981).

Diversiteten var gjennomgående noe høyere i august enn i juni, men variasjonen var stor. Antall arter i littoralsonen var imidlertid lavt i forhold til det som ble funnet i Etna-Dokka (Halvorsen 1980), Kynna (Sandlund & Halvorsen 1980) og Lyngdals-vassdraget (Halvorsen 1981). Antall arter som ble påvist i mer enn 5% av individantallet i en eller flere lokaliteter var 15, mens det tilsvarende tall i de andre områdene var henholds-vis 19, 17 og 17.

Hvilke arter som dominerte i de enkelte samfunn varierte sterkt. Typiske planktoniske arter som *C. scutifer*, *A. laticeps*, *M. laciniatus*, *H. gibberum* og *D. longispina* kunne opptre dominerende i enkelte lokaliteter. Dette har klar sammenheng med den svakt utviklede littoralvegetasjon i alle disse lokali-tetene. Selv i åpne flaskestarrbelter kunne disse artene opptre tallrikt.

I juni opptrådte *B. longispina*, *P. pediculus* og *A. elongata* dominerende i enkelte lokaliteter. Dominansen av *B. longis-pina* og *A. elongata* var gjennomgående noe høyere i august enn i juni, mens *P. pediculus* opptrådte mer sparsomt i august. *Acroperus harpae* opptrådte dominerende kun i august.

Dominansforholdene i littoralsonen viser stor variasjon fra lokalitet til lokalitet både innenfor samme område, og fra område til område. *Bosmina longispina*, *Alonopsis elongata* og *Polyphemus pediculus* dominerer imidlertid i de fleste områder (Halvorsen 1980, 1981, Sandlund & Halvorsen 1980). I tillegg domineres littoralsamfunnene av en cyclopoid copepode. I Joravassdraget opptrådte *Cyclops scutifer* som tallrik, mens det i Etna-Dokka var *Eucyclops macrurus* og i Kynna *Thermocyclops oithonoides*.

Littoralsamfunnene er undersøkt ved hjelp av planktonhåv. Som tidligere nevnt, er denne metoden ikke kvantitativ, og spesielt ikke i littoralsonen hvor innholdet av partikulært materiale kan være betydelig. Dette vil sterkt redusere filtreringseffektiviteten. I tabell 17 er det imidlertid angitt beregnet tetthet som antall individer pr. m^3. Dette er minimumsverdier som må vurderes med stor forsiktighet. Metoden skulle imidlertid gi et grovt bilde av tetthetsforskjeller fra lokalitet til lokalitet.

Strålsjøen og spesielt Lomtjønn peker seg ut med spesielt stor tetthet i juni. Disse lokalitetene har også størst tetthet i august selv om forskjellen til de andre var betydelig mindre. De store tettheter i Strålsjøen og Lomtjønn skyldes spesielt stor dominans av henholdsvis *Polyphemus pediculus* og *B. longispina*. Sammenlignes disse med tilsvarende tettheter i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981) ser vi at de observerte tettheter er i samme størrelsesorden.

Leirsjøen skiller seg også markert ut fra de andre med spesielt lav tetthet. Denne lokaliteten er meget grunn, og det store nedbørfeltet gir en rask gjennomstrømning. Dette har medført at hverken plankton- eller littoralsamfunnene har klart å etablere større tettheter.

5.5. Planktoniske hjuldyr (Rotatoria)

Hjuldyrene er ikke spesielt bearbeidet, og kun de vanligste artene er notert fra hver lokalitet (tabell 19). Det er derfor rimelig å tro at også en rekke andre arter forekommer

Tabell 19. Forekomsten av de dominerende hjuldyrarter i Joravassdraget. x = fåtallig, xx = mange, xxx = svært mange (masseforekomst).

Rotatoria	Sjongsvatn	Mjogsjøen	Langvatn	Strålsjøen	Lomtjønn	Storevatn	Fisketjønn	Svånåvatn
Keratella spp.		x	xx			x	x	x
Kellicottia longispina (Kell.)	x	x	xx	x	x	xx	xx	xxx
Polyarthra sp.						x	x	
Conochilus sp.	x	x	xx	x		x		

i lokalitetene. Den anvendte maskestørrelsen (90 µm) er også for stor til å kunne gi et riktig bilde av hjuldyrfaunaen. Det synes imidlertid klart at hjuldyrene spiller en meget beskjeden rolle i disse lokalitetene, både i juni og i august, selv om tettheten var noe større i august enn i juni. Den eneste lokalitet med meget stor tetthet var Svånåvatn i august, hvor *Kellicottia longispina* var meget tallrik. Dette var også den vanligste av samtlige arter, og forekom i alle lokalitetene.

Det ble ikke påvist planktoniske hjuldyr i Leirsjøen.

6. SAMMENDRAG

Joravassdraget nord i Gudbrandsdalen ble undersøkt i periodene 25. juni - 2. juli og 25. august - 2. september 1980. Det foreligger materiale fra 9 innsjøer og 7 elvestasjoner.

Følgende parametre er undersøkt; dyreplankton, strandlevende bunndyr inkludert krepsdyr, bunndyr på bløtbunn i innsjøene og bunndyr i rennende vann.

Faunaen i rennende vann var dominert av døgnfluer, fjærmygglarver og knott, og disse utgjorde tilnærmet 90% av individantallet. Lokalitetene hadde middels til høy tetthet, med spesielt stor tetthet i utløpet av Langvatn. Antall dyregrupper representert avtok med høyden over havet. Det ble funnet 6 arter døgnfluer, 16 arter steinfluer og 5 arter knott. Med unntak av *Cnephia tredecimata* (knott) er samtlige arter vanlig forekommende ellers i Sør-Norge.

Bunndyrtetthetene i innsjøenes profundalsone var gjennomgående lav, varierede fra 20-1810 individer pr. m^2. Størst tetthet hadde Leirsjøen og Storevatn. Fåbørstemark og fjærmygglarver dominerte sterkt, med ertemuslinger som 3. vanligste dyregruppe.

I strandsonen dominerte fjærmygglarvene med nær 40% av individene både i juni og i august. De andre dyregruppene viste relativt jevn fordeling. Tallmessig var også marflo (*Gammarus lacustris*) dominerende, men denne arten ble kun funnet i de mest elektrolyttrike lokalitetene, Sjongsvatn, Lomtjønn og Storevatn. Særlig tallrik var den i Lomtjønn, som sannsynligvis mangler fisk. Antall dyregrupper representert avtok med høyden over havet. Tettheten må karakteriseres som middels høy. Det ble påvist 4 arter døgnfluer, og 5 arter

steinfluer i strandsonen. Ingen av døgnflueartene forekom i rennende vann, slik at samlet antall døgnfluearter i Jora-vassdraget var 10. En av steinflueartene ble kun påvist i innsjøene, og totalt antall arter var derfor 17.

Krepsdyrfaunaen var relativt artsfattig, og det ble påvist tilsammen 31 arter, 20 arter vannlopper og 11 arter hoppekreps. I tillegg ble marflo funnet i 3 lokaliteter. Størst antall arter hadde Sjongsvatn og Strålsjøen med henholdsvis 21 og 19 arter. Færrest arter hadde Svånåvatn med 6.

Antall planktoniske krepsdyrarter var middels høyt (12), mens det gjennomsnittlige antallet pr. lokalitet var lavt (5,0). Lokalitetene var relativt forskjellige både med hensyn til artssammensetning, dominansforhold og diversitet. Antall arter varierte mellom 3 og 7, mens diversiteten (Shannon-Wieners diversitetsindeks) var lav til middels høy. Tettheten varierte også mye, mellom 2200-29000 individer pr. m^3. Lomtjønn hadde stor tetthet både i juni og august, men størst tetthet i august hadde Fisketjørni. Planktonsamfunnet i Leirsjøen var meget dårlig utviklet på grunn av stor gjennom-strømning.

Utviklingsmønsteret hos *Bosmina longispina* og *Cyclops scutifer* er kommentert. Både ett- og toårig livssyklus hos *C. scutifer* er representert i vassdraget.

De typiske planktoniske krepsdyrartene spilte også en stor rolle i strandsonen. Tettheten av strandlevende krepsdyr var middels høy. Størst tetthet hadde Lomtjønn og Strålsjøen, både i juni og i august, men med betydelig lavere tettheter i august enn i juni. Diversiteten var lav til middels høy. Størst diversitet hadde Sjongsvatn i august.

De vanligst forekommende hjuldyrarter er gitt. Hjuldyrene spilte en relativt beskjeden rolle i disse lokalitetene, med unntak av Svånåvatn, hvor *Kellicottia longispina* hadde masseforekomst i august.

7. LITTERATUR

Arnekleiv, J.V. & J.I. Koksvik, 1980. Ferskvannsbiologiske og hydrografiske undersøkelser i Stjørdalsvassdraget 1979. *K.norske Vidensk.Selsk.Mus.Rapport Zool.Ser. 1980-6*, 1-81.

Blakar, I. 1982. Kjemisk-fysiske forhold i Joravassdraget (Dovrefjell) med hovedvekt på ionerelasjoner. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo, Rapp. 38, del II*, 40 s.

Breie, Ø. & R. Østerhus, 1981. *Studier av livssyklus til Cyclops scutifer Sars i tretten oligotrofe vann i Nes kommune, Buskerud.* Upubl. h.oppg. Univ. Oslo, 171 s.

Brinck, P. 1952. Bäcksländor. Plecoptera. *Svensk insektfauna 15*, 1-126.

Brittain, J.E. 1978. The Ephemeroptera of Øvre Heimdalsvatn. *Holarct.Ecol. 1*, 239-254.

Eie, J.A. 1972. *Hydrobiologiske undersøkelser.* IBP i Norge. Årsrapport 1972, 345-361.

Eie, J.A. 1974. A comparative study of the crustacean communities in forest and mountain localities in the Vassfaret area (southern Norway). *Norw.J.Zool.22*, 177-205.

Eie, J.A. 1982. Hydrografi og evertebrater i elver og vann i Grimsavassdraget, Oppland og Hedmark, 1980. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo, Rapp. 37*, 51 s.

Elgmork, K. 1981. Extraordinary prolongation of the lifecycle in a freshwater copepod. *Holarct.Ecol. 4.*

Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. *Tierwelt Deutschl. 60*, 1-501.

Frost, S., A. Huni & W.E. Kershaw, 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can.J.Zool. 49*, 167-173.

Guezou, J.-C. 1978. Geology and structure of the Dombås-Lesja area, southern Trondheim region, south-central Norway. *Norges geol. Unders. 340*, 1-34.

Halvorsen, G. 1973. Crustacea from the high mountain area Hardangervidda, South Norway. *Rapp. Høyfjellsøkol. Forskn.Stn., Finse, Norge 1973(2)*, 17 s.

Halvorsen, G. 1980. Planktoniske og littorale krepsdyr innenfor vassdragene Etna og Dokka. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo, Rapp. 11*, 95 s.

Halvorsen, G. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdals-vassdraget i 1978 og 1980. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo Rapp. 26*, 89 s.

Halvorsen, G. & K. Elgmork, 1976. Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in southern Norway. *Norw.J.Zool. 24*, 143-160.

Illies, J. (ed.) 1978. *Limnofauna Europea*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, Swets & Zeitlinger B.V., Amsterdam, 532 s.

Jaccard, P. 1932. Die statistische-floristische Metode als grundlag der Pflanzen-soziologie. *Handb.Biol. Arbeitsmeth. 5*, 162-202.

Jensen, J.W. 1979. Plankton og bunndyr i Aursjømagasinet. *K.norske Vidensk.Selsk.Mus. Rapport Zool.Ser. 1979-2*, 1-31.

Jørgensen, I. 1972. *Forandringer i strukturen til planktoniske og littorale Crustaceasamfunn under gjengroing av humusvann i området Nordmarka og Krokskogen ved Oslo, korrelert med hydrografiske data*. Upubl.h.oppg. Univ. Oslo, 83 s.

Kiefer, F. 1973. *Ruderfusskrebse (Copepoden)*. Kosmos-Verlag, Franckh.-Stuttgart, 99 s.

Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda, i Elster, H.-J. & W. Ohle (eds.) *Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer 26, 2*. 1-343.

Kildal, T. & T. Qvenild, 1978. *10-års vernede vassdrag. Obj. 14. Jora/Øvre del av Lågen. Rapport fra fiskeribiologisk undersøkelse i Dyratjønn.* Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Fiskerikonsulenten i Øst-Norge, 7 s.

Koksvik, J.I. 1976. Hydrografi og evertebratfauna i Vefsna-vassdraget 1974. *K.norske Vidensk.Selsk.Mus.Rapp. Zool.Ser. 1976-4*, 1-96.

Koksvik, J.I. 1979. Ferksvannsbiologiske og hydrografiske undersøkelser i Saltfjell-/Svartisområdet. Del VI. Oppsummering og vurderinger. *K.norske Vidensk.Selsk. Mus.Rapp. Zool.Ser. 1979-4*, 1-79.

Koksvik, J.I. & A. Haug, 1981. Ferskvannsbiologiske og hydrografiske undersøkelser i Verdalsvassdraget 1979. *K.norske Vidensk.Selsk.Mus.Rapp.Zool.Ser. 1981-4*, 1-67.

Krogh, K. (ed.) 1975. *Dovrefjell og Ormtjernkampen.* Norges nasjonalparker Bd. 8. Luther Forlag A/S.

Langeland, A. 1972. A comparison of the zooplankton communities in seven mountain lakes near Lillehammer, Norway (1896 and 1971). *Norw.J.Zool.20*, 213-226.

Larsson, P. 1978. The life cycle dynamics and production of zooplankton in Øvre Heimdalsvatn. *Holarct.Ecol. 1*, 162-218.

Lillehammer, A. 1974. Norwegian stoneflies. II. Distribution and relationship to the environment. *Norsk ent. Tidsskr. 21*, 195-250.

Lillehammer, A. & J.E. Brittain, 1978. The invertebrate fauna of the streams in Øvre Heimdalen. *Holarct.Ecol. 1*, 271-276.

Melåen, J. 1972. *En helårsundersøkelse av det limnetiske crustace-samfunn og dets arter i innsjøene Krøderen og Sperillen (Sør-Norge), inkludert vertikalfordelingen i enkelte perioder.* Upubl.h.oppg. Univ. Oslo, 109 s.

Nilssen, J.P. 1976. Community analysis and altitudinal distribution of limnetic entomostraca from different areas in Southern Norway. *Pol.Arch.Hydrobiol. 23*, 103-122.

Nøst, T. 1981. Ferskvannsbiologiske og hydrografiske undersøkelser i Drivavassdraget 1979-80. *K.norske Vidensk. Selsk.Mus.Rapp.Zool.Ser. 1981-10*, 77 s.

Nøst, T. & J.I. Koksvik, 1981. Ferskvannsbiologiske og hydrografiske undersøkelser i Sørlivassdraget 1979. *K.norske Vidensk.Selsk.Mus.Rapp.Zool.Ser. 1981-2*, 52 s.

NOU 1976. *Verneplan for vassdrag*. Norges offentlige Utredninger 1976:15. Univ.forl. 150 s.

Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of ecology 3. ed.* W.B. Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto, 574 s.

Qvenild, T. 1978. *Foreløpig rapport fra fiskeribiologiske undersøkelser i Sjongsvatn, Flisarvatn og Leirsjøen, sommeren 1977*. 10-års vernede vassdrag. Obj. 14. Jora/Øvre del av Lågen. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Fiskerikonsulenten i Øst-Norge. 13 s.

Pielou, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons Inc., New York.

Rylov, W.M. 1948. *Freshwater Cyclopoida - Fauna USSR, Crustacea 3 (3)*. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem 1963. 314 s.

Saltveit, S.J. 1980. Bunndyr i elver og bekker i Tovdal, Aust-Agder. *Rapp.Lab.Ferskv.Økol.Innlandsfiske, Oslo 42*, 50 s.

Saltveit, S.J. & Å. Brabrand 1980. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. I. Fiske og bunndyr i Etnsenn, Heisenn, Røssjøen, Rotvollfjorden, Sebu-Røssjøen, Dokkfløyvatn, Dokkvatn, Mjogsjøen, Synnfjorden og Garin. *Rapp.Lab.Ferskv.Økol.Innlandsfiske, Oslo 44*, 186 s.

Sandlund, O.T. & G. Halvorsen, 1980. Hydrografi og evertebrater i elver og vann i Kynna-vassdraget, Hedmark 1978. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo, Rapp. 14*, 80 s.

Sars, G.O. 1903. *An account of the Crustacea of Norway. IV Copepoda, Calanoida*. Bergen, 171 s.

Sars, G.O. 1918. *An account of the Crustacea of Norway. VI Copepoda, Cyclopoida*. Bergen, 225 s.

Spikkeland, I. 1977. *Acidotrofe vann og dammer i Bygland, Aust-Agder. En undersøkelse av hydrografi og limnetiske og littorale crustacesamfunn*. Upubl.h.oppg. Univ. Oslo, 119 s.

Spikkeland, I. 1979. Hydrografi og evertebratfauna i innsjøene i Tovdalsvassdraget 1978. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo, Rapp. 8*, 93 s.

Støen, H. 1972. *Zooplanktonsamfunnet (Crustacea) gjennom året i seks tjern i kontakt med Ådalselven (Sør-Norge).* Upubl.h.oppg. Univ. Oslo, 88 s.

Whittaker, R.H. & C.W. Fairbanks, 1958. A study of plankton copepod communities in the Columbia basin, southeastern Washington. *Ecology 39*, 46-65.

Økland, J. 1963. En oversikt over bunndyrmengder i norske innsjøer og elver. *Fauna 16 (Suppl.)*, 1-67.

Økland, J. 1975. *Ferskvannsøkologi*. Univ.forl. Oslo.

D E L I I

KJEMISK-FYSISKE FORHOLD I JORAVASSDRAGET (DOVREFJELL) MED HOVEDVEKT PÅ IONERELASJONER

AV

INGGARD ARNE BLAKAR

F O R O R D

Denne rapporten er skrevet etter oppdrag fra Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, Universitetet i Oslo, og inngår som integrert del av mitt arbeid ved Limnologisk avdeling, Universitetet i Oslo. Framstilling og diskusjon av datamaterialet bygger på erfaringer og resultater fra flerårige regional-limnologiske undersøkelser i sørnorske fjellområder (Jotunheimen, Rondane og Dovrefjell), Blakar (in prep.). Dataene i denne rapporten vil bli videre bearbeidet og sammenliknet med resultater fra nevnte prosjekter.

Jeg vil takke fjelloppsynsmann Jan Hageland for velvillig å ha utført temperaturmålinger i Hornsjøen, og K. Hegge og K. Schult (NVE) for å ha stilt vannføringsdata til min disposisjon.

En spesiell takk rettes til professor Johs. Kjensmo for verdifulle diskusjoner.

INNHOLD

Side

Forord

KORT OMRÅDEBESKRIVELSE 1

INNSJØENES VANNGJENNOMSTRØMNING 4

FELT- OG ANALYSEMETODIKK 5

RESULTATER OG DISKUSJON 6

- Termikk 6
- Siktedyp, innsjøfarge og vannets farge 9
- Oksygen 10
- Surhetsgrad (pH) 11
- Alkalinitet og pH 13
- Jern og mangan 15
- Konduktivitet og ionekonsentrasjoner (makrokonstituenter) 15
- Kjemisk denudasjon 28
- Ionekonsentrasjoner vurdert i forhold til antatt nedbørkjemi 30
- Noen betraktninger omkring målt konduktivitet 34

SAMMENDRAG 37

LITTERATUR 39

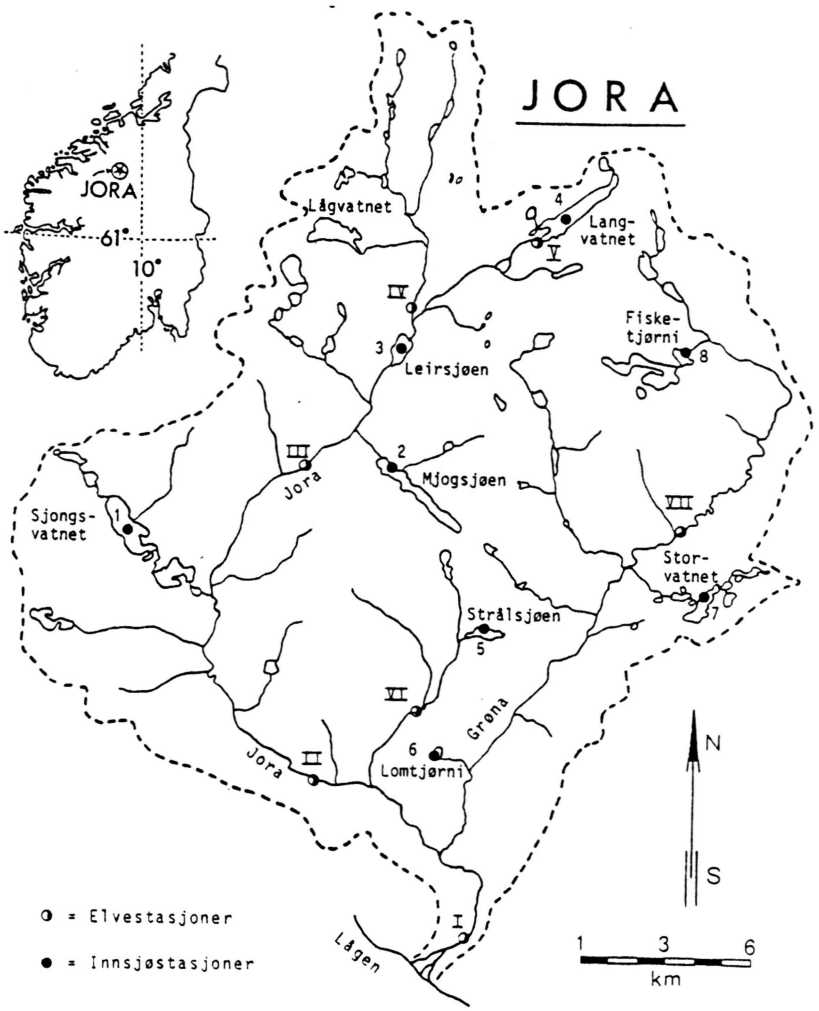
KORT OMRÅDEBESKRIVELSE

Jorafeltet er ca. 490 km^2. Fordeling av elver og innsjøer, myrer, breer og områdets høydefordeling er vist i figurene 1-5. Myrene er stort sett utbredt i elvedalene og nedenfor 1200 m o.h. Arealet under 1000 m o.h. er for det meste dekket av skog. Anslagsvis 60% av nedbørfeltet ligger i området 1000-1500 m o.h., mens ca. 25% ligger høyere. Hele Jora-feltet med delnedbørfelter for de undersøkte innsjøer (lok. 1-8) og elver (lok. I-VII) er vist i figur 6. Kart over spesifikk avrenning (figur 7) viser ca. 3 x større midlere avrenning pr. år i NV ($\simeq 30\ l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$) enn i sør ($\simeq 10\ l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$). Evapotranspirasjonen er anslått til ≃235 mm (K. Schult, pers. medd.).

Figur 8 viser vannføring ($m^3 \cdot s^{-1}$) ut av feltet ved elve-stasjon I for 1980. De to undersøkelsesperiodene er avsatt på samme figur. Det framgår at første prøveserie (Periode 1) ble tatt på slutten av eller like etter vårflommen. Middel-vannføringen for 1. og 2. periode ved elvestasjon I var henholdsvis 16,7 og 14,1 $m^3 \cdot s^{-1}$.

Avrenningen i perioden 1.9.79 - 31.8.80 var 16,6 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$, og var ca. 20% mindre enn gjennomsnittet for de siste 12 hydrologiske år (20,7 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$).

Opplysninger om klima, vegetasjon, geologi og løsmassedekning, samt beskrivelse av de enkelte lokaliteter vil bli omtalt annet sted i denne rapportserien. Det bør likevel nevnes at de geologiske forhold i Jorafeltet er svært kompliserte og på langt nær tilfredsstillende undersøkt. Et omfattende geologisk kartleggingsarbeid er imidlertid satt i gang (J.-C. Guezou, pers.medd.). En detaljert diskusjon av vannkjemi i relasjon til områdets berggrunnsgeologi og løsavleiringer blir først mulig når data fra dette prosjektet foreligger.



Figur 1. Nedbørfeltet til Jora med lokalisering av alle undersøkte innsjøer (1-8) og elver (I-VII).



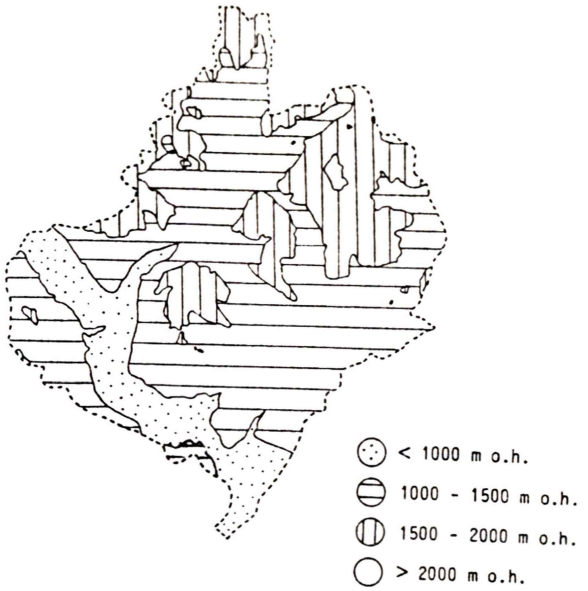
Figur 2. Fordeling av innsjøer, elver og større bekker.



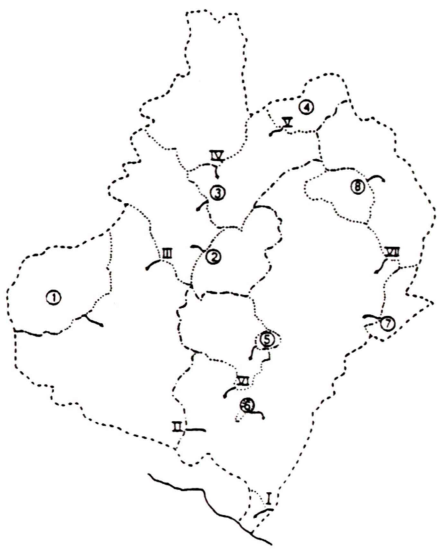
Figur 3. Fordeling av myrer.



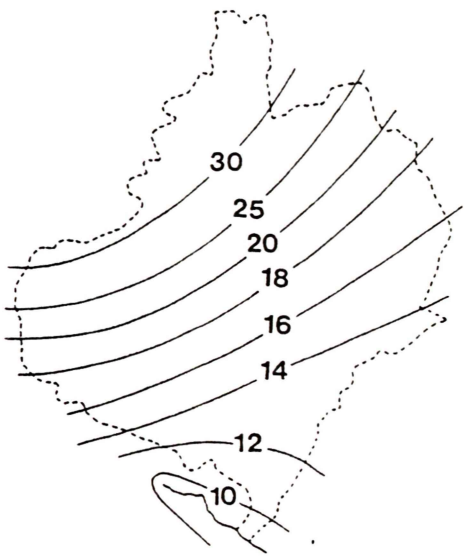
Figur 4. Fordeling av breer.



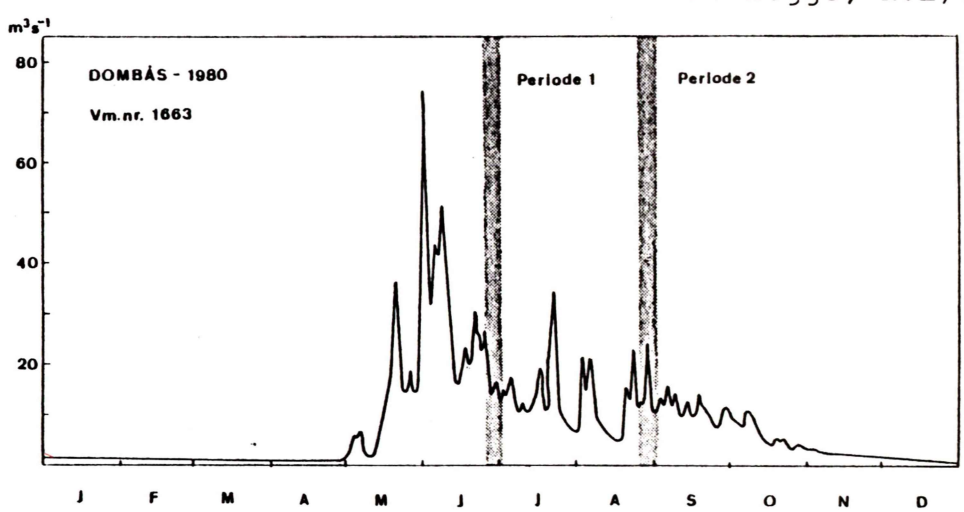
Figur 5. Høydefordeling.



Figur 6. Delnedbørfelter for de undersøkte innsjøer og elver.



Figur 7. Isohydat ($l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$) for normalperioden 1930-60. (Etter K. Hegge, NVE).



Figur 8. Vannføring ($m^3 \cdot s^{-1}$) målt med limnigraf ved elvestasjon I. Innsamlingsperiodene 1 og 2 er inntegnet.

INNSJØENES VANNGJENNOMSTRØMNING

Det foreligger ikke nøyaktige morfometriske data fra noen av de undersøkte innsjøene. Ut fra opplysninger om dybdeforhold i innsjøene gitt av personer som har drevet garnfiske i området, figur 6 og 7, kan innsjøene likevel grovt inndeles i tre grupper med hensyn til teoretisk oppholdstid: Lok. 3 med svært kort teoretisk oppholdstid (≃0,01 år), lok. 1, 2, 6, 7 og 8 med teoretisk oppholdstid på ≃ 0,5 år, og lok. 4 og 5 med teoretisk oppholdstid på mer enn ett år (≃1-3 år). Fordi spesifikk avrenning i juni (snøsmelting) i et normalår er ≃ 4 x større (≃88 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$) enn midlere årlig avrenning (≃22 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$, NVE-data), blir oppholdstidene for innsjøene i denne perioden redusert med en faktor på ≃4. Tilsvarende forlenges oppholdstidene med en faktor på ≃6 i perioden november-april, som har en middelavrenning på bare 3,6 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$.

Siden nøyaktige dybdemålinger ennå ikke er utført i noen av innsjøene er det vanskelig å vurdere usikkerheten i beregningene ovenfor. Nøyaktigheten av estimatene antas likevel å være bedre enn ±50%.

FELT- OG ANALYSEMETODIKK

I alt 8 innsjøer og 7 elvestasjoner ble undersøkt to ganger i løpet av sommeren 1980. Innsamling av prøver foregikk fra 25.6. til 2.7. (Periode 1) og fra 25.8. til 2.9. (Periode 2). Det ble tatt vannprøver fra båt med en 2 l Ruttner henter (med innvendig termometer) både på 1 meters dyp og ca. 0,5 m over bunnen på antatt dypeste sted. Vannprøver fra lok. 1 og 3 ble tatt fra land på ca. 1 m dyp på brådypt sted.

Siktedyp og innsjøfarge ble målt med en Secchiskive (d = 25 cm), vannfargen (mg $Pt \cdot l^{-1}$) med en Hellige Nessleriser fargekomparator, og pH med en Hellige fargekomparator (med bromthymolblått som indikator) i felt (13 mm kyvetter).

Oksygeninnholdet ble analysert med modifisert Winkler-metodikk (Gaarder 1915-1916).

I laboratoriet ble pH analysert ved 20 ± 2°C med et Radiometer pH-meter 29 med tilkoplet Radiometer GK 2401 B kombinasjonselektrode.

Konduktiviteten ble målt ved 25°C med et WTW LF 56 -instrument tilkoplet platinaelektrode. Alkalinitet ble titrert med 0,01 M HCL ved hjelp av en feltbyrette (Blakar 1980). Vendepunkt ved titreringene ble bestemt konduktivimetrisk (Golterman et al. 1978).

Sulfat og klorid ble analysert med modifisert ionebyttermetodikk (Blakar upubl.), og alle kationer med Perkin Elmer 306 -apparatur. Partikulært materiale ble fjernet før analyse av kationene, og prøvene ble tilsatt 0,25% La for å hindre interferens ved analyse av Ca.

RESULTATER OG DISKUSJON

Primærdataene er presentert i tabell 1.

Termikk

På grunn av seinere isløysing og tidligere islegging vil den isfrie perioden som regel avta med økende høyde over havet. Isfri periode i Jora-feltet vil normalt variere fra ca. 6 måneder i de lågeste til ca. 3 måneder i de høyestliggende innsjøene. Innsjøene blir antakelig isfrie i perioden fra slutten av mai til slutten av juni og islegges i oktober - november.

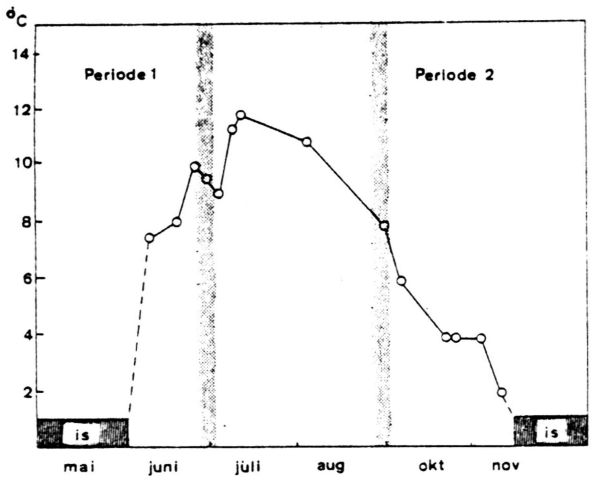
Variasjoner i innsjøenes morfometri, tilrenningsforhold og lokalklimatiske forhold fører ofte til at innsjøer i samme høyde har isfrie perioder med noe forskjellig lengde og varierende temperaturforløp. For eksempel vil store, vind-eksponerte innsjøer ofte islegges ca. en måned seinere enn små, vindbeskytta innsjøer i samme høyde. Tid for isløysing vil som regel variere noe mindre.

Det foreligger ikke hyppige temperaturmålinger gjennom vekst-sesongen i noen av innsjøene (tabell 1), og temperaturforløpet i Hornsjøen (ca. 2 mil øst for Jora-feltet, 1261 m o.h.) er framstilt i figur 9. Det er rimelig å anta liknende tempe-raturforløp i de undersøkte innsjøene (lok. 1-8) i 1980. De øverste innsjøene i vassdraget hadde antakelig en noe kortere isfri periode og lågere maksimaltemperatur om sommeren, mens det i de nedre innsjøene var motsatt, jamfør temperaturdata fra Jotunheimen (Blakar & Jacobsen 1979).

Tabell 1. Hydrografiske data fra Jora-vassdraget 1980.

	1. Sjongsvatnet				2.Mjogsjøen				3.Leirsjøen		4.Langvatnet		5.Strålsjøen		6.Lomtjørni				7.Storvatnet				8.Fisketjørni			
m o.h.	837				1232				1182		1411		1229				1047		1225				1444			
Dato 1980	25.6		27.8		30.6		27.8		30.6	29.8	1.7	28.8	26.6		26.8		26.6	26.8	29.6		1.9		28.6		31.8	
S.D. (m)	8.2		8.5																				10,0		11,0	
Farge	grønl. gul		gullig grønn																grønl. gul				grønl blå		grønl blå	
Dyp	1	9	1	12.5	1	3	1	2,5	0,5	0,5	1	0,5	1	5	1	4	1	1	1	3	1	3	1	13	1	23,5
Temp.	10,3	10,1	11,6	11,4	8,4	8,4	7,5	7,5	7,4	9,9	7,0	7,8	9,9	9,8	8,2	8,2	12,1	9,7	9,9	9,9	7,7	7,7	5,5	5,5	7,7	7,5
Pt-farge	10	10	10	10	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	45	50	10	10	5	5	<5	<5	<5	<5
O_2 (ml.l^{-1})	7,3	7,4	6,7	6,7	7,2	7,1	7,2	7,1	7,5	7,1	7,2	7,1	7,1		6,9	6,9	6,7	6,9	7,0	7,0	6,9	6,7	8,0	8,2	6,8	6,4
O_2 %	102,3	103,2	94,5	96,2	102,1	100,6	100,0	98,6	103,3	103,6	101,5	102,0	104,2		97,4	97,4	100,7	98,4	102,7	102,7	96,2	93,5	109,4	112,2	98,1	91,9
µS·cm^{-1} (25°C)	21,4	20,8	21,8	21,9	7,1	7,1	7,2	7,3	7,4	8,4	8,3	8,0	10,6	10,8	11,5	11,8	26,8	36,1	21,2	21,4	26,9	27,1	6,1	5,8	6,0	6,2
pH-felt	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8	6,8	6,7	6,7	6,7	6,7	6,9	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0	6,5	6,5	6,6	6,6
Lab-pH	7,23		7,23		6,15		6,28		6,28	6,57	6,24	6,26	6,58		6,63		7,28	7,46	7,20		7,42		5,77		5,73	
Ca (µ ekv.l^{-1})	85	85	87	91	21	23	22	22	24	27	32	34	37	35	36	35	142	201	107	109	150	152	17	16	16	17
Mg "	49	49	49	51	7	7	8	8	12	15	11	11	16	16	18	17	31	41	26	27	35	35	6	5	6	7
Na "	29	30	30	29	17	18	19	19	16	21	13	14	22	23	26	26	40	50	27	28	34	34	10	11	10	10
K "	17	17	17	17	5	5	4	4	5	7	4	5	9	9	10	10	17	20	11	11	11	11	2	3	2	2
Alk. "	114	109	113	112	10	12	13	14	13	26	12	12	27	23	29	29	142	208	113	114	168	166	4	3	4	3
So_4 "	56	56	58	57	32	33	33	32	35	34	38	39	50	51	54	55	84	96	60	61	68	66	28	28	25	25
Cl "	19	19	16	18	10	10	9	6	9	9	10	9	10	11	11	11	11	14	10	11	11	13	8	8	7	8
Σ Kation "	180	181	183	188	50	53	53	53	57	70	60	64	84	83	90	88	230	312	171	175	230	232	35	35	34	36
Σ Anion "	189	184	187	187	52	55	55	52	57	69	60	60	87	85	94	95	237	318	183	186	247	245	40	39	36	36

	I.Jora		II.Jora		III.Jora		IV.Jora		V.Lang-vassbkn.		VI.Reinåi		VII.Grøna	
Dato 1980	27.6	30.8	27.6	26.8	25.6	2.9	1.7	29.8	1.7	28.8	2.7	25.8	27.6	30.8
Temp.	10,7	9,2	8,2	8,4	9,2	8,0	11,4	6,9	7,8	7,5	11,4	8,6	10,2	9,0
Pt-farge	5	5	5	5	<5	5	<5	<5	<5	<5	5	5	<5	<5
µS·cm^{-1} (25°C)	14,6	14,2	10,4	12,1	7,4	8,2	7,8	9,9	8,3	8,2	13,4	13,1	7,2	8,0
pH-felt	6,8	6,8	6,8	6,8	6,6	6,8	6,8		6,7		6,8	6,8	6,7	6,7
Lab-pH	6,98	6,99	6,80	6,95	6,37	6,55	6,39	6,65	6,29	6,51	6,96	6,92	6,48	6,52
Ca (µ ekv.l^{-1})	56	51	36	41	22	26	26	31	31	32	49	50	23	27
Mg "	23	21	21	23	11	12	10	15	9	9	22	21	9	10
Na "	31	29	23	28	16	20	17	23	14	16	26	24	17	20
K "	12	10	8	14	5	6	7	9	4	4	10	10	4	6
Alk. "	61	58	40	50	16	24	16	30	13	22	54	56	19	23
SO_4 "	50	44	36	41	28	30	34	42	33	33	42	40	30	32
Cl "	14	13	9	11	10	11	8	9	10	10	13	13	8	9
Σ Kation "	122	111	88	106	54	64	60	78	58	61	107	105	53	63
Σ Anion "	125	115	85	102	54	65	58	81	56	65	109	109	57	64



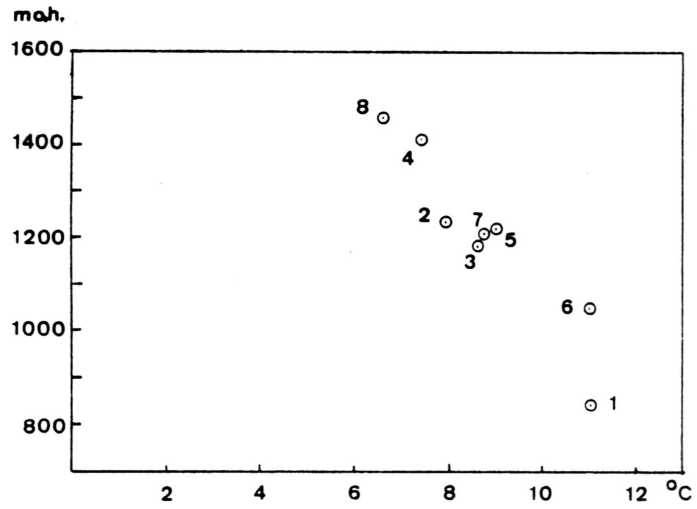
Figur 9.

Temperaturforløpet i Hornsjøen (1261 m o.h.), 1981. Innsamlingsperiodene 1 og 2 er inntegnet.

Innsamlingsperiodene (periode 1 og 2) er avsatt på figur 9 og viser at innsjøene i Jorafeltet antakelig har hatt temperaturmaksima i juli - august, dvs. i tidsrommet mellom innsamlingsperiodene. Det er derfor sannsynlig at flere innsjøer, særlig de dypeste, kan ha vært noe termisk sjiktet i juli - august, sjøl om de tilsynelatende var tilnærmet isoterme i periode 1 og 2.

Under ellers like forhold vil innsjøetemperaturen avta med økende høyde over havet. Små, grunne innsjøer vil imidlertid både varmes opp og avkjøles raskere enn store, dype innsjøer, jfr. Blakar (1976). For eksempel var junitemperaturen i det vesle Lomtjern (lok. 6) ca. 2°C høyere enn i det mye større og dypere Sjongsvatn (lok. 1) som ligger nesten 200 m lågere. I fjellområder vil tilførsel av kaldt smeltevann ofte ha vesentlig innflytelse på temperaturregimet i innsjøer og elver. Den relativt låge junitemperaturen i lok. 3 skyldes antakelig at tilførsel og gjennomstrømming av smeltevann fortsatt var stor.

På figur 10 er innsjøenes middeltemperatur for periodene 1 og 2 plottet som funksjon av lokalitetenes høyde over havet. Figuren viser med få unntak en tydelig temperaturreduksjon med økende høyde over havet, ca. 0,8°C per 100 m.



Figur 10.

Gjennomsnittstemperatur for periode 1 og 2 for innsjøene 1-8 (1 m dyp) plottet mot innsjøenes høyde over havet (m o.h.).

Siktedyp, innsjøfarge og vannets farge

Siktedyp og innsjøfarge ble bare målt i to innsjøer. I lok. 1 var siktedypet 8,2-8,5 m og innsjøfargen var grønlig gul til gullig grønn. I lok. 8 varierte siktedypet fra 10-11 m og innsjøfargen var grønlig blå.

Vannets farge ble målt i alle innsjøer og elver (tabell 1) og indikerer noe varierende grad av humuspåvirkning. Størst farge ble registrert i lok. 6 (45-50 mg $Pt \cdot l^{-1}$), mens det i lok. 1 og 7 ble målt 10 mg $Pt \cdot l^{-1}$. I de andre innsjøene og alle elvene var fargen ubetydelig (<5 mg $Pt \cdot l^{-1}$).

I de undersøkte innsjøer og elver er vannets farge vesentlig bestemt av tilført organisk materiale fra nærliggende myrområder. Det framgår tydelig av figurene 1, 3 og 6 at de humuspåvirkede innsjøene (lok. 1, 6 og 7) har nedbørfelter med relativt større myrdekning enn de andre undersøkte innsjøer og elver.

Vannets lysgjennomtrengelighet og dermed innsjøens eufotiske sone (≃ primærproduksjonssjiktet) er bestemt av mengde og kvalitet av både partikulært - og løst materiale (tilført eller produsert i innsjøene). I fjellvann vil produksjonssjiktet nå ned til omtrent det dobbelte av siktedypet. De høye fargetallene i lok. 6 ville antakelig gitt siktedyp på bare 3-4 m dersom innsjøen hadde vært dyp nok, jamfør data gitt i Åberg og Rodhe (1942).

Partikkelinnholdet (= seston) ble ikke undersøkt, men kan antas å være lite (< 1 $mg \cdot l^{-1}$) i innsjøen pga. liten bredekning i de respektive delnedbørfeltene. I noen brepåvirkede innsjøer i de nordøstre deler av nedbørfeltet har jeg tidligere målt små siktedyp (0,4 - 1,3 m), som hovedsakelig skyldes stort innhold av suspenderte brepartikler (5-22 $mg \cdot l^{-1}$).

I innsjøene med størst vannfarge (lok. 1, 6 og 7) vil humusstoffer føre til at blått lys absorberes før rødt og grønt lys. I de andre undersøkte innsjøene vil antakelig grønt lys ha størst vertikal transmisjon.

Oksygen

Innsjøenes oksygenkonsentrasjon varierte fra 6,7-8,2 $ml \cdot l^{-1}$ og lå som oftest nær 100% metning i alle dyp. Sterk omrøring (vindindusert turbulens) gjør at vannmassene i fjellsjøer til stadighet bringes i kontakt med atmosfæren slik at utluftingen som regel blir god. Oksygenkonsentrasjonen er derfor hovedsakelig fysisk betinget, dvs. bestemt av atmosfærens oksygentrykk (som avtar med økende høyde over havet) og vannets temperatur (løseligheten av O_2 avtar med økende temperatur).

En viss overmetning av oksygen ble registrert i flere innsjøer i periode 1. Dette har antakelig sammenheng med relativt rask oppvarming like etter issmelting (jfr. figur 8) samtidig med en noe mangelfull utlufting. Tilsvarende kan en liten undermetning i noen innsjøer i periode 2 antakelig forklares med noe mangelfull utlufting under temperatursenkningen utover høsten. For eksempel vil en avkjøling på $2^{o}C$ uten samtidig utlufting gi en reduksjon av metningsprosenten på ≈5%.

Dersom overmetningen på 112,2% i lok. 8 i periode 1 ikke kommer av analysefeil, må noe av overmetningen skyldes biologisk oksygenproduksjon, dvs. fotosyntese i planteplankton-

populasjoner og/eller i tettvokste undersjøiske enger (mosetepper, påvekstalger og/eller høyere vegetasjon) i perioden like før eller etter isgang. Seinere på sommeren ble det i samme innsjø registrert et betydelig oksygenavtak i bunnvannet. Avtaket er resultat av oksygenkrevende nedbryting av organisk materiale som er produsert i, eller tilført innsjøen. I hvilken grad oksygenavtaket mot bunnen avspeiler en noe høyere pelagisk og/eller bentisk primærproduksjon enn vanlig i norske fjellsjøer er usikkert fordi detaljerte oksygenundersøkelser og primærproduksjonsstudier i så høytliggende norske fjellsjøer ennå ikke er utført. Innsjøens relativt store siktedyp (10-11 m) indikerer at planktonproduksjonen ikke var uvanlig høy. Analyser av klorofyll a i lok. 8 i august 1978 ga mindre enn 1 $\mu g \cdot l^{-1}$ og kan ikke sies å være spesielt mye sammenliknet med andre innsjøer i samme høyde (Blakar upubl.).

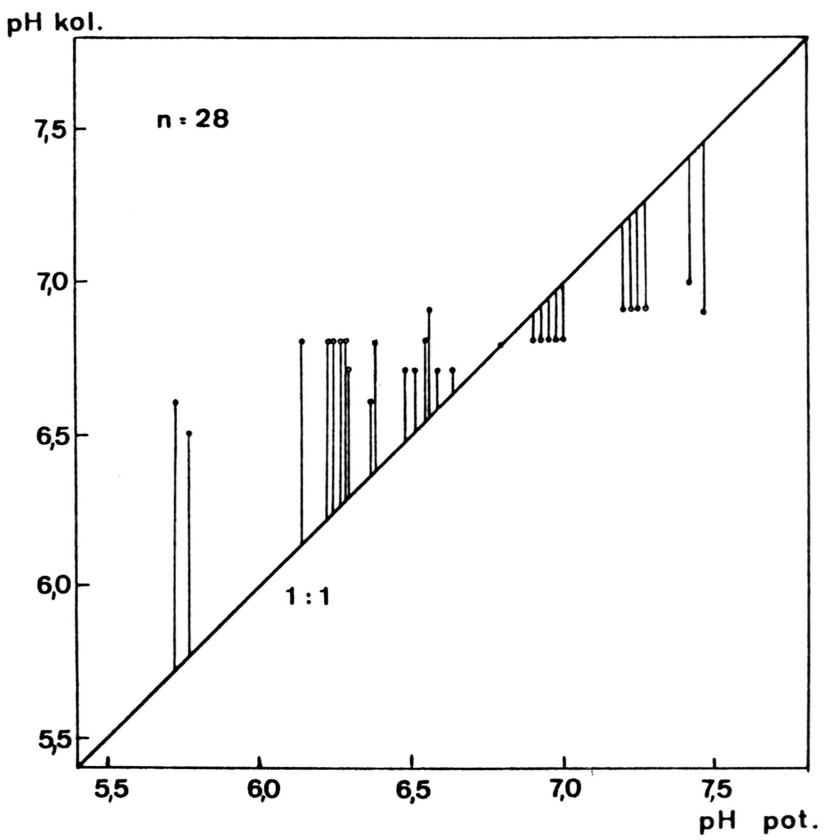
Surhetsgrad (pH)

Surhetsgraden ble målt kolorimetrisk. Tilsetting av indikator vil ofte føre til større eller mindre pH-forandring i vannprøvene fordi indikatorene er svake syrer eller baser. I pH-området 5-7 er bufferevne og ionestyrke i nordiske vassdrag ofte liten, og pH vil kunne forandres i betydelig grad ved indikatortilsetting (Blakar & Digernes 1980).

Ved pH-måling i Joravassdraget ble det benyttet bromthymolblått (BTB) som indikator. I bikarbonatfattig vann vil denne indikatoren gi betydelige pH-forandringer. Som kontroll ble pH målt potensimetrisk i 3-5 måneders gamle vannprøver etter mørk lagring ved $+4^{o}C$. Målingene ble utført ved $20 \pm 2^{o}C$ etter at tilnærmet CO_2-likevekt var oppnådd mellom prøver og atmosfære. Resultatene er oppført i tabell 1 under betegnelsen "lab-pH". Forutsatt god omrøring og ikke spesielt stor biologisk aktivitet (fotosyntese, dekomposisjon) som forandrer

de fysisk-betingete CO_2-konsentrasjoner i de undersøkte Jora-lokaliteter, vil de målte lab-pH-verdier antakelig ligge nær epilimniske in situ-verdier for de samme lokaliteter. Lab-pH-verdiene viser også god overensstemmelse med tidligere potensiometriske pH-målinger i felt fra samme område (Blakar, upubl.).

I figur 11 er lab-pH plottet mot de kolorimetriske feltmålingene. Antatt indikatorfeil (ΔpH) er avsatt som vertikale søyler og varierer fra +0,9 til -0,6 pH-enheter. Figuren indikerer for stor tilsetting av en kanskje noe gammel BTB-indikator som bufrer relativt kraftig rundt pH ≃ 6,8. Resultatene er i overensstemmelse med direkte potensiometrisk målt pH-forandring ved indikatortilsetting i lukket kammer til 50 vannprøver med forskjellig pH og alkalinitet fra fjellområder i Sør-Norge (Blakar, in prep.).



Figur 11. Kolorimetrisk målt pH (pH kol) versus potensiometrisk målt pH (pH pot) for alle undersøkte innsjøer (1 m prøver) og elver (se tekst).

Avsnittet ovenfor er tatt med for å fokusere noen av de problemer som er knyttet til kolorimetriske pH-målinger og tolkning av pH-data fra bikarbonatfattige vassdrag som vi i Norge har mange av. Det bør nevnes at potensiometriske pH-målinger i slike vanntyper heller ikke er enkelt, og at en ikke uten videre kan stole på en avlesning.

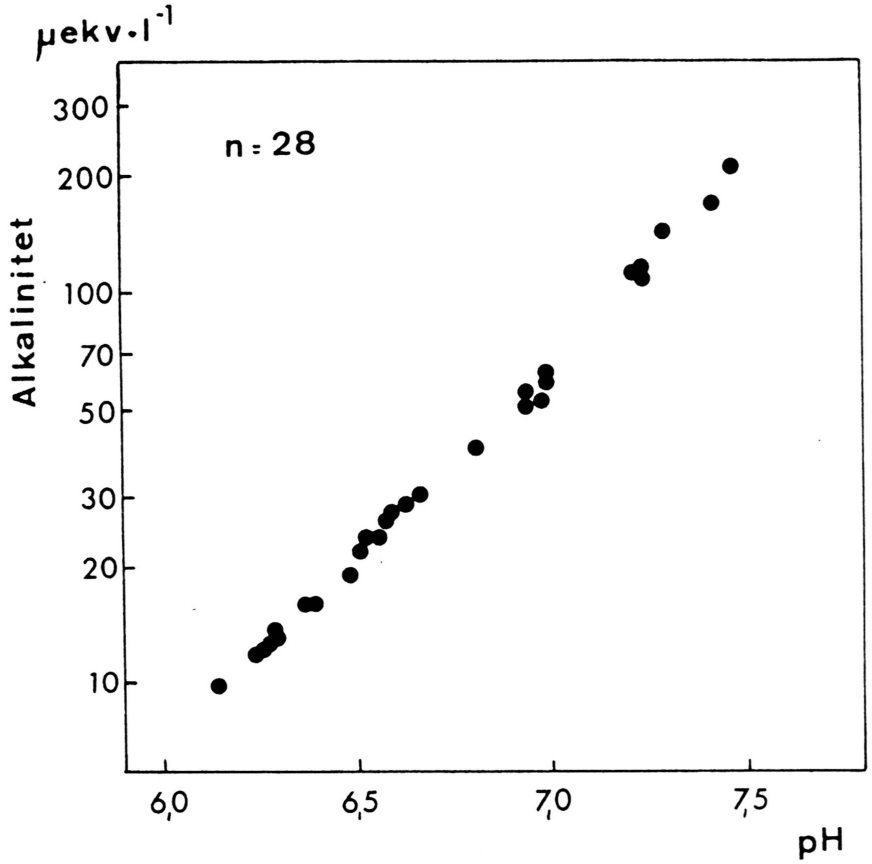
Tilnærmet korrekte in situ pH-verdier kan oppnås i felt ved å analysere prøvene i lukket kammer som hindrer eventuell CO_2-utveksling. Det er viktig å utføre kontrollmålinger i bikarbonatløsninger i likevekt med atmosfærisk CO_2, og med tilnærmet samme alkalinitet som vannprøvene. Skal pH-forandringer over tid studeres, bør pH i vannprøvene analyseres både før og etter CO_2-ekvilibrering (luftgjennombobling) for å eliminere effekter av eventuell over- eller undermetning av CO_2. Dessuten bør alkaliniteten titreres, og det er en fordel om Tot-CO_2 kan analyseres direkte.

I Jorafeltet varierte lab-pH fra 5,73 (lok. 8) til 7,46 (lok. 7). Fordi pH-skalaen er logaritmisk ($pH = -\log [H^+]$), tilsvarer dette at H^+-konsentrasjonen varierte med en faktor på nærmere 50. Det er de øverste lokalitetene med nedbørfelter i sparagmitt og bunngneis som er mest preget av nedbørkjemi og derved får de lågeste pH-verdier. Om disse innsjøene i seinere år har blitt utsatt for økt forsuring (redusert pH) er usikkert. Alkaliniteten er i flere lokaliteter svært liten ($<20\ \mu ekv \cdot l^{-1}$) og bufringsevnen mot forsuring kan synes liten.

Alkalinitet og pH

Fordi pH i dagens nedbør er mye mindre enn 5,6 (rent vann i likevekt med atmosfærisk CO_2 har omtrent denne pH) er bikarbonatinnholdet i innsjøer og elver bestemt av forvitringsreaksjoner og andre kjemiske prosesser (f.eks. ionebytte-reaksjoner) i nedbørfeltet.

Direkte analyser av tot.CO_2, alkalinitet og pH har vist at pH i fjellsjøer hovedsakelig er bestemt av bikarbonatsystemet (Blakar, in prep.). Et tilnærmet omvendt proporsjonalt forhold mellom



Figur 12. Alkalinitet versus pH for undersøkte innsjøer (1 m -prøver) og elver med pH >6.

H^+-konsentrasjon ($pH = -\log [H^+]$) og alkalinitet ($\simeq HCO_3$) i figur 12, viser at dette også gjelder for Jora-feltets innsjøer og elver, sjøl for lok. 6 som tilsynelatende er relativt sterkt humuspåvirket (45-50 mg $Pt \cdot l^{-1}$).

I innsjøer og elver vil biologiske prosesser (primærproduksjon, dekomposisjon) forbruke eller produsere CO_2 slik at forholdet mellom pH og alkalinitet ofte avviker fra en eventuell regresjonslinje på figur 12. Vannprøver som er undermettet på CO_2 vil ligge til høyre, mens CO_2- overmettet vannprøver vil forskyves mot venstre i figuren. For eksempel vil respirasjonsprosesser i hypolimnion og i de noe humuspåvirkede innsjøene (særlig lok. 6) trolig føre til at <u>in situ</u> -pH er noe lågere enn de oppgitte lab-pH-verdiene i tabell 1.

Jern og mangan

Konsetrasjoner av Tot-Fe og Tot-Mn lå nær deteksjonsgrensen for benyttet instrumentering. Både Fe- og Mn-konsentrasjonene var mindre enn 50 $\mu g \cdot l^{-1}$ i alle vannprøver, også i de mest humuspåvirkede lokaliteter (lok. 1, 6 og 7), og verdiene er derfor ikke oppført i tabell 1.

Resultatene er i samsvar med at både Fe^{3+} og Mn^{4+} er tilnærmet uløselige ved de pH- og redoks - forhold som forekommer i Jora-vassdraget.

Konduktivitet og ionekonsentrasjoner (makrokonstituenter)

Alle konduktivitetsverdier og ionekonsentrasjoner er oppført i tabell 1. Konduktivitet (tidligere ofte kalt elektrolytisk ledningsevne) gir et grovt mål på det totale ioneinnhold i vannprøver. I Joravassdraget, som i de fleste andre norske vassdrag (med unntak av sure lokaliteter), er konduktiviteten vesentlig bestemt av Ca, Mg, Na, K, HCO_3, SO_4 og Cl konsentra-sjonene. I nedbør utgjør andre ioner, særlig H^+, NO_3 og NH_4, ofte en betydelig del av konduktiviteten. Atmosfærisk til-førte nitrogenforbindelser assimileres raskt både i terres-triske og akvatiske økosystemer[1)], og betyr som regel lite i ionebudsjettsammenheng i fjellsjøer sommerstid, jfr. Blakar (1976).

I Joravassdraget varierte målt konduktivitet fra 5,8-36,1 $\mu S \cdot cm^{-1}$. Fordi lok. 8 var svakt sur utgjorde H^+-bidraget $\simeq 0{,}7$ $\mu S \cdot cm^{-1}$ eller litt over 10% av målt konduktivitet.

---

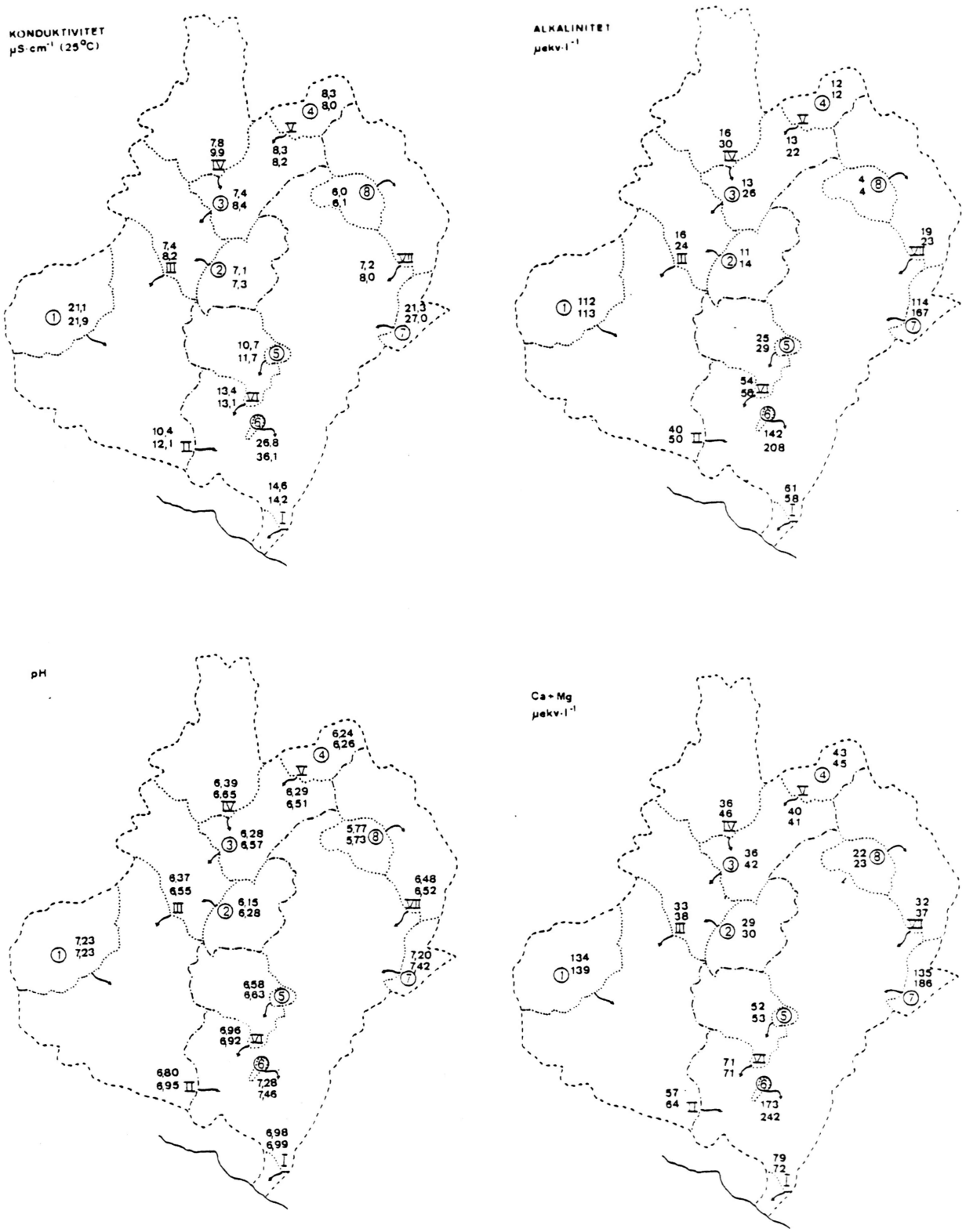
1) I Joravassdraget var både NO_3- og NH_4-konsentrasjonene i de fleste vannprøvene mindre enn 3 $\mu ekv \cdot l^{-1}$.

Beregnet konduktivitet fra de analyserte ionekonsentrasjoner var som oftest mindre enn 5% fra målt konduktivitet, og Σ kationer var alltid tilnærmet lik Σ anioner.

Figur 13 viser fordeling av konduktivitet (Ca+Mg), alkalinitet ($\simeq HCO_3$) og lab-pH i de undersøkte elver og innsjøer. Både delnedbørfelter og avløpsretning (piler) for de respektive lokaliteter er inntegnet. Analyseresultatene for de to undersøkelsesperiodene (periode 1 = øverst) er oppført nær innsjøene (1-8) og nederst i delfeltene ved elvestasjonene (I-VII). Alle de nevnte parametre viser en tydelig regional fordeling som blant annet har sammenheng med de berggrunnsgeologiske forhold.

I områder med tungtforvitrelig bunngneis og sparagmitt blir avrenningsvannet ionefattig og preget av kjemisk innhold i nedbør og tørravsetning. De øvre deler av både Jora- og Grønavassdragene har derfor små konsentrasjoner av (Ca+Mg) og HCO_3, og litt sur reaksjon. Konduktiviteten er liten og Na og SO_4 dominerende ioner, jfr. lok. 2 og 8 (Na > Ca > Mg > K og SO_4 > Cl > HCO_3). Andbergshøi-komplekset og Trondheimsdekket inneholder bergarter som forvitrer lettere. Konsentrasjonen av forvitringsionene (Ca+Mg) og HCO_3 øker merkbart, og Ca og HCO_3 blir dominerende ioner i de nevnte områder (Ca > Mg > Na > K og HCO_3 > SO_4 > Cl). Relativt store ionekonsentrasjoner i lok. 1, 6 og 7 har antakelig også sammenheng med økt kontakttid mellom vann og substrat (flatere terreng og mektigere løsavsetninger), økt evapotranspirasjon og noe mindre nedbørmengde.

SO_4, Cl og Na, som i stor grad tilføres med nedbør og tørravsetninger, viser også en viss økning nedover i vassdraget (tabell 1), men økningen er mindre enn for de mer typiske "forvitringsionene" (Ca+Mg) og HCO_3. Den observerte økningen av SO_4, Cl og tildels også Na kan ha sammenheng med mindre nedbørmengde og derved relativt større konsentrasjoner



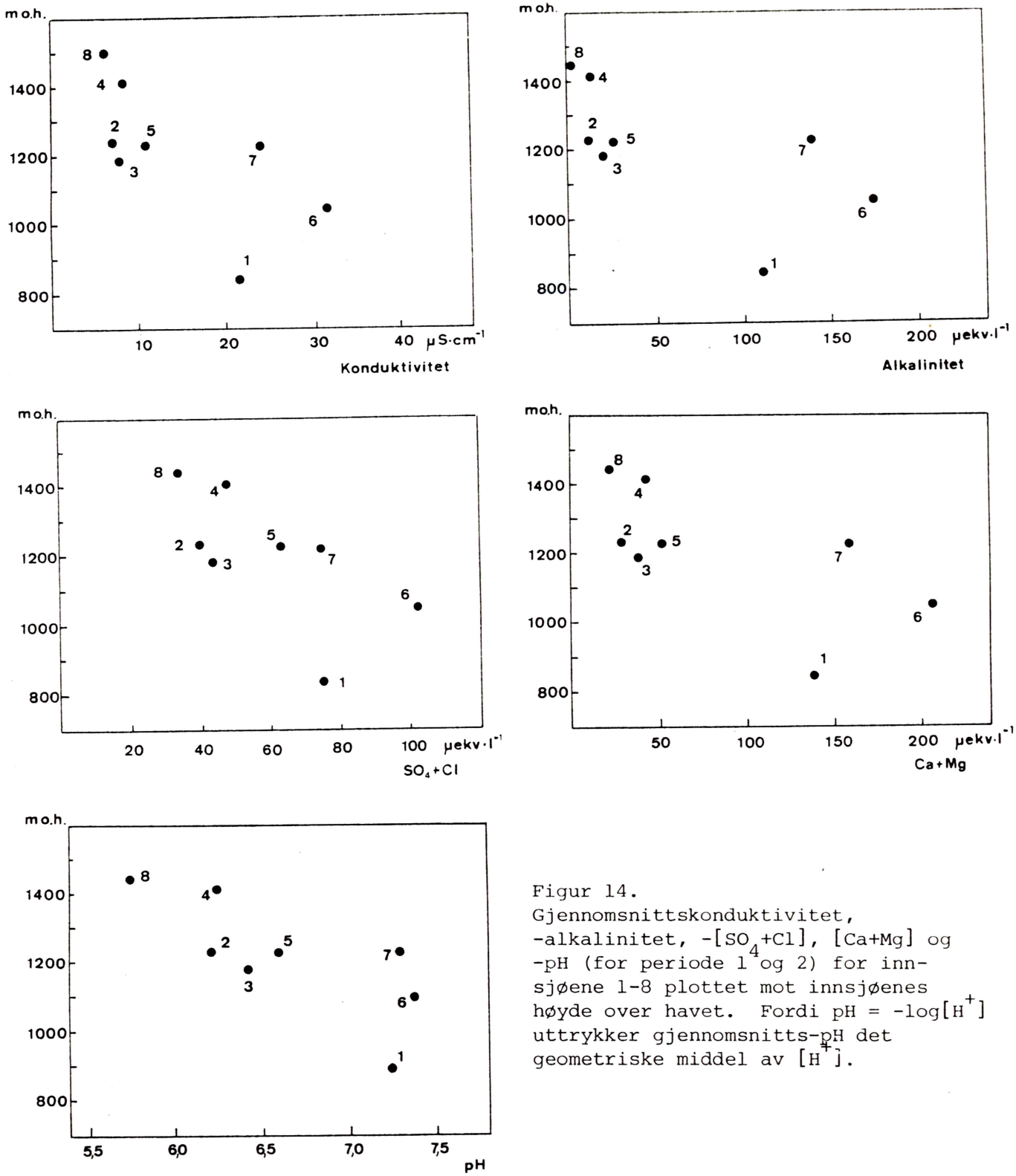
Figur 13. Fordeling av konduktivitet, alkalinitet, (Ca+Mg) og potensiometrisk målt pH i de undersøkte innsjøer (1-8) og elver (I-VII). Resultatene for periode 1 er oppført over verdiene for periode 2.

av nedbørsalter og sterke syrer, f.eks. ved at nedbøren vasker ut en større del av de atmosfærisk-transporterte forbindelsene i nedbørfeltets lågere deler. Et frodigere og mer utbredt vegetasjonsdekke i de samme områder vil også kunne føre til økt frafiltrering av svevepartikler fra lufta, og dermed øke tilførselen av de nevnte forbindelser. Dessuten virker evapotranspirasjonen mer konsentrerende på vannløselige forbindelser i de lågere deler av nedbørfeltet fordi nedbørmengden her er mindre enn høyere oppe (se fig. 7), og fordi evapotranspirasjonen øker når høyden over havet avtar. Tilførsel av (SO_4+Cl) fra berggrunnen kan heller ikke helt utelukkes (f.eks. vil oksydasjon av sulfidmineraler føre til økt SO_4-konsentrasjon i avrenningsvannet). Laboratorieforsøk med suspenderte brepartikler og oppknust bergartsmateriale fra andre fjellområder har imidlertid som oftest gitt liten økning av (SO_4+Cl)-konsentrasjonen i forhold til bikarbonat i vannprøver, Blakar (upubl.). Dersom nevnte resultater kan overføres til Jorafeltet, må (SO_4+Cl)-konsentrasjonene i de undersøkte lokaliteter hovedsakelig tilskrives atmosfæriske tilførsler.

En mer eller mindre tydelig økning i ionekonsentrasjoner fra periode 1 til 2 kan ha sammenheng med at første innsamlingsperiode ble utført like etter, eller på slutten av snøsmeltingsperioden, dvs. like etter at innsjøene var gjennomspylt med relativt ionefattig smeltevann, jfr. figur 8. Dessuten var middelavrenningen for hele feltet i periode 1 noe større enn for periode 2, henholdsvis 16,7 og 13,7 $m^3 \cdot s^{-1}$. Konsentrasjonsøkningen var størst i lok. 6 og 7 som har relativt små nedbørfelt og stor myrdekning, noe som indikerer at evapotranspirasjonen også kan ha vært av betydning.

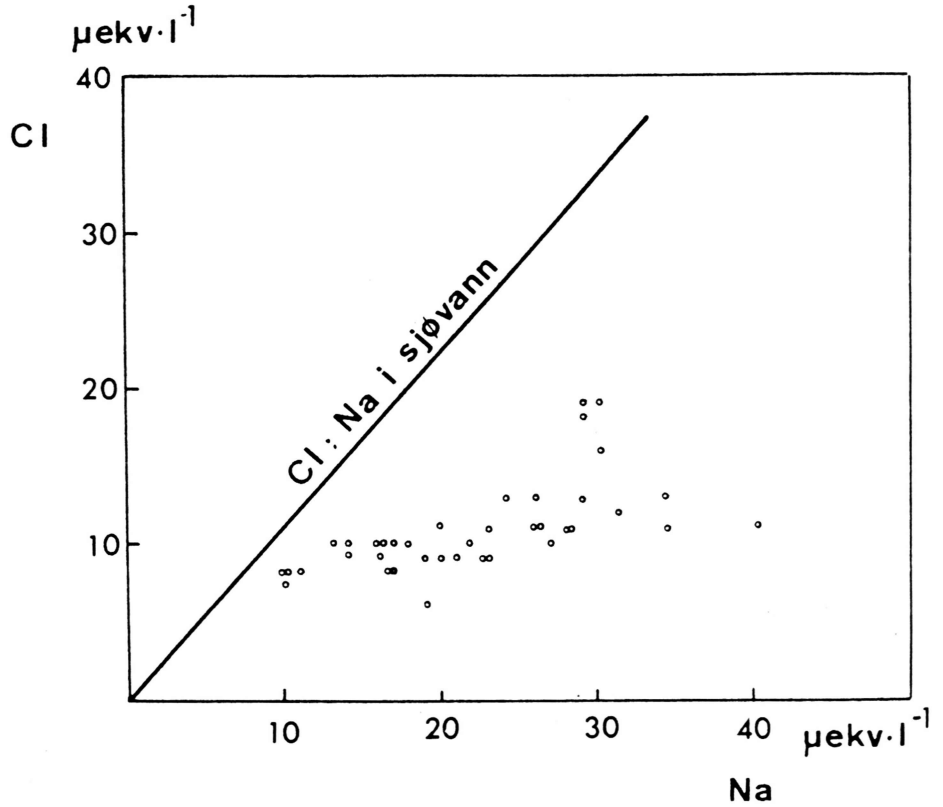
Det er sannsynlig at pH, konduktivitet, (Ca+Mg), HCO_3 og andre ionekonsentrasjoner gitt i tabell 1 vil være noe mindre i perioder med stor avrenning (flomtopper), jfr. plassering av periode 1 og 2 på vannføringskurven i figur 8. Økt vannføring vil redusere kontakttiden mellom vann og substrat slik at muligheten for forvitringsreaksjoner og derved nøytralisasjon av tilførte sterke syrer (f.eks. H_2SO_4) avtar. Motsatt vil perioder med liten vannføring gi økt kontakttid og økt grunnvannsandel og derved høyere pH og alkalinitet samt større konsentrasjoner av forvitringsionene.

Figur 14 viser konduktivitet, pH, alkalinitet, (Ca+Mg) og (SO_4+Cl) plottet som funksjon av innsjøens høyde over havet. Alle parametre viser tendens til avtak med økende høyde.



Figur 14.
Gjennomsnittskonduktivitet, -alkalinitet, -[SO_4+Cl], [Ca+Mg] og -pH (for periode 1 og 2) for innsjøene 1-8 plottet mot innsjøenes høyde over havet. Fordi pH = -log[H^+] uttrykker gjennomsnitts-pH det geometriske middel av [H^+].

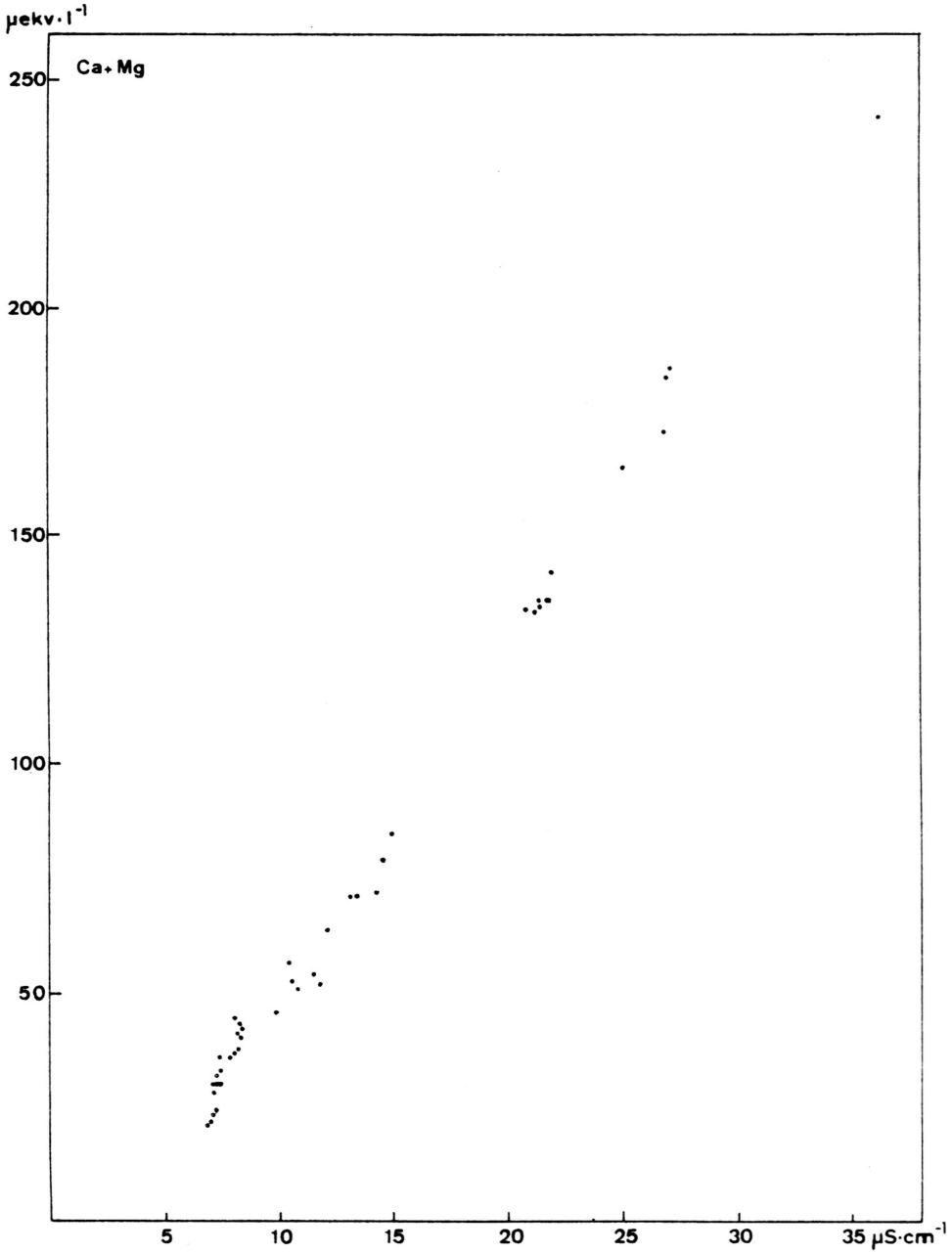
Reduksjonen har bl.a. sammenheng med at de høyestliggende områder mottar større nedbørmengde, har mindre løsmassedekning, raskere avrenning (mindre kontakttid mellom vann og substrat) og mindre evapotranspirasjon. Berggrunnsgeologiske forskjeller, variasjoner i innsjømorfometri og oppholdstid har vesentlig betydning for spredningen i plottene.



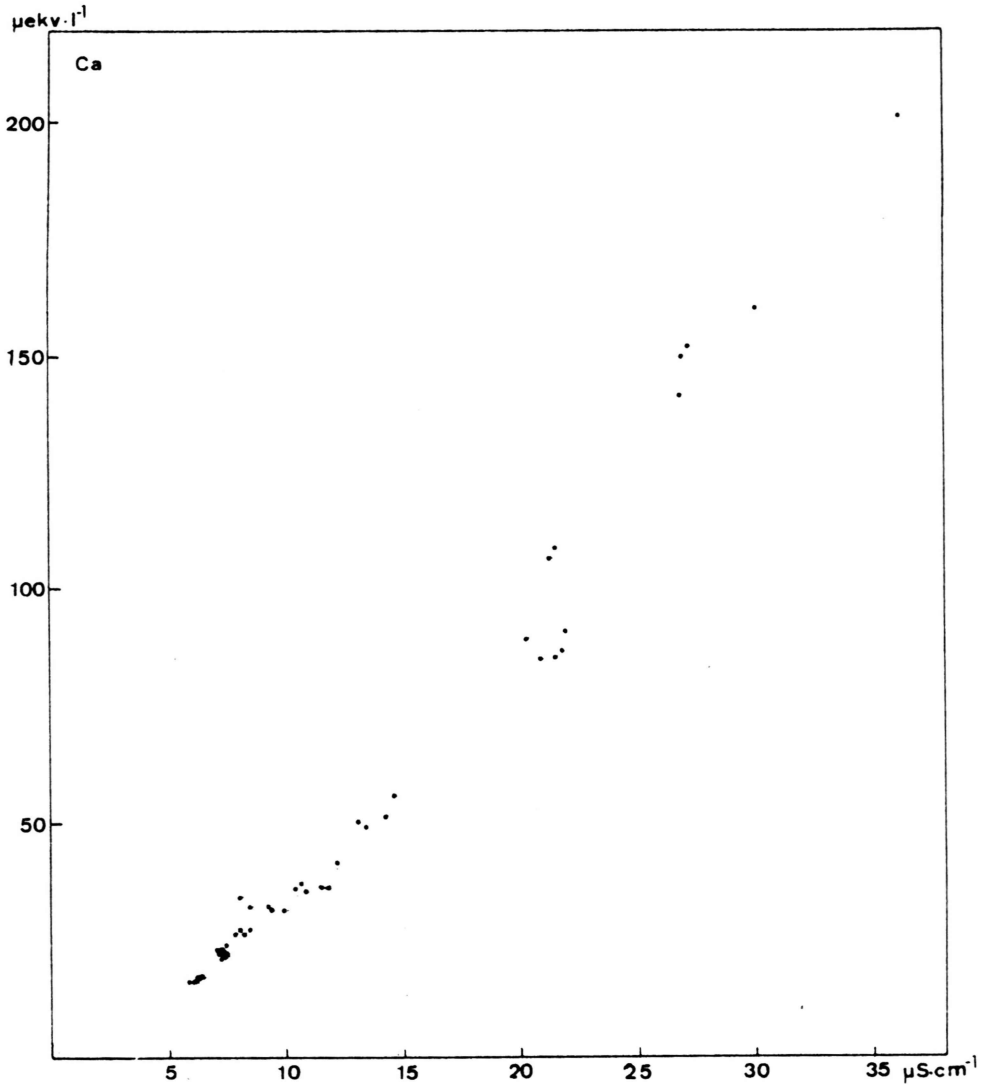
Figur 15. Konsentrasjonen av Na versus Cl-konsentrasjonen i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.

Forholdet mellom Na og Cl i alle analyserte vannprøver framgår av figur 15. Siden Na:Cl-forholdet i prøvene er betydelig større enn i havvatn, er det sannsynlig at noe Na er tilført ved forvitringsreaksjoner inedbørfeltet. Undersøkelser i norske fjellområder har vist at Na : Cl forholdet i både nedbør og innsjøer som regel er større enn i havvann (Blakar, upubl.). Spesielt i områder med liten kystpåvirkning (mottar nedbør med lite Cl og Na fra marine kilder) vil en liten ekstratilførsel av "ikke-marint" Na kunne gi et relativt høyere Na:Cl-forhold både i nedbør og avrenningsvann enn i kyststrøk.

Alle analyserte ioner (Ca, Mg, Na, K, HCO_3, SO_4 og Cl) og pH er framstilt som funksjon av målt konduktivitet (ikke korrigert for H^+-bidrag) i figurene 16-21. Det framgår tydelig av figur 18 at lok. 1 har de høyest registrerte Mg-konsentrasjonene

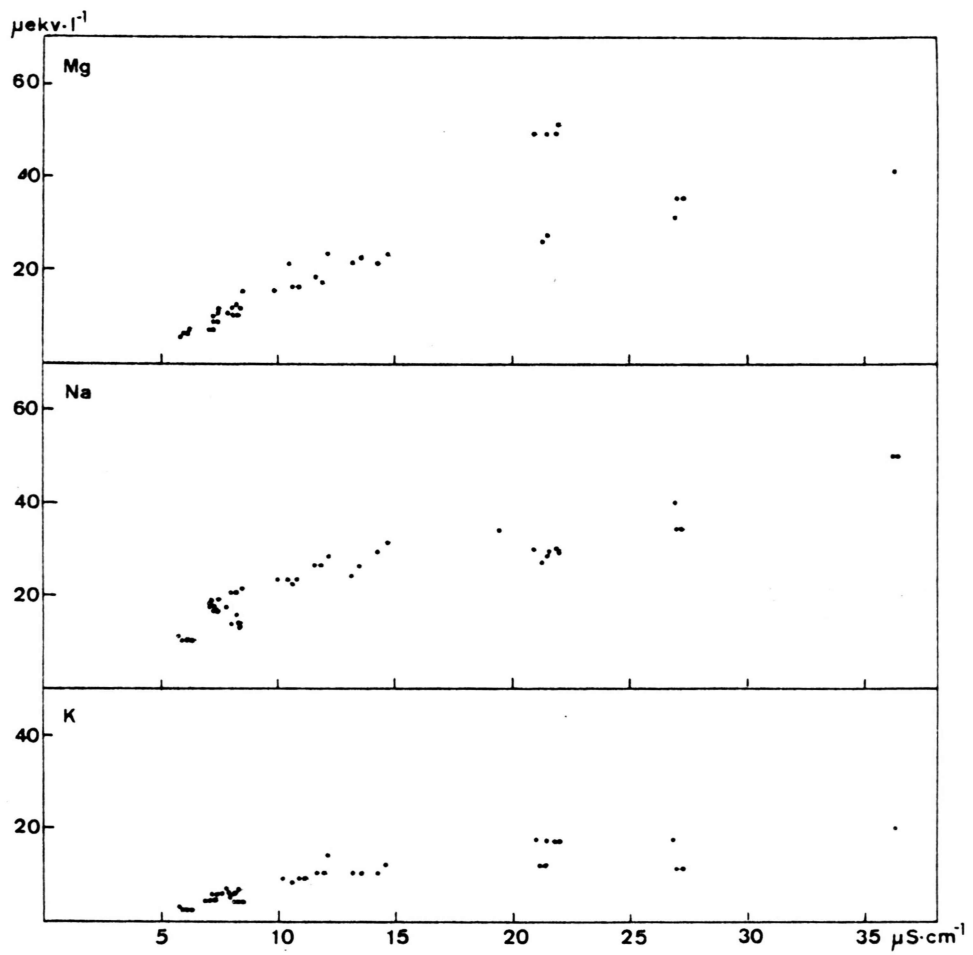


Figur 16. Konsentrasjon av (Ca+Mg) versus konduktivitet i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.



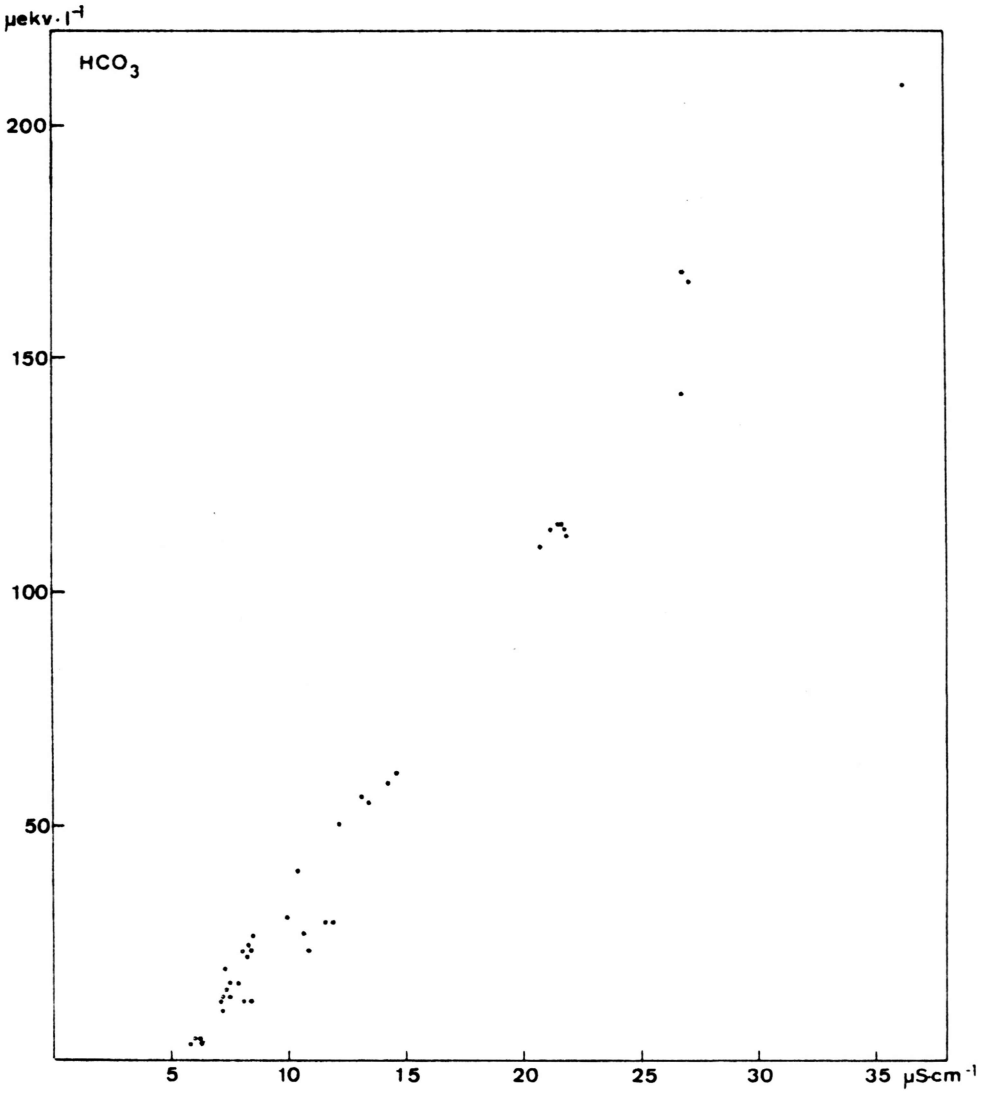
Figur 17.

Konsentrasjon av Ca versus konduktivitet i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.

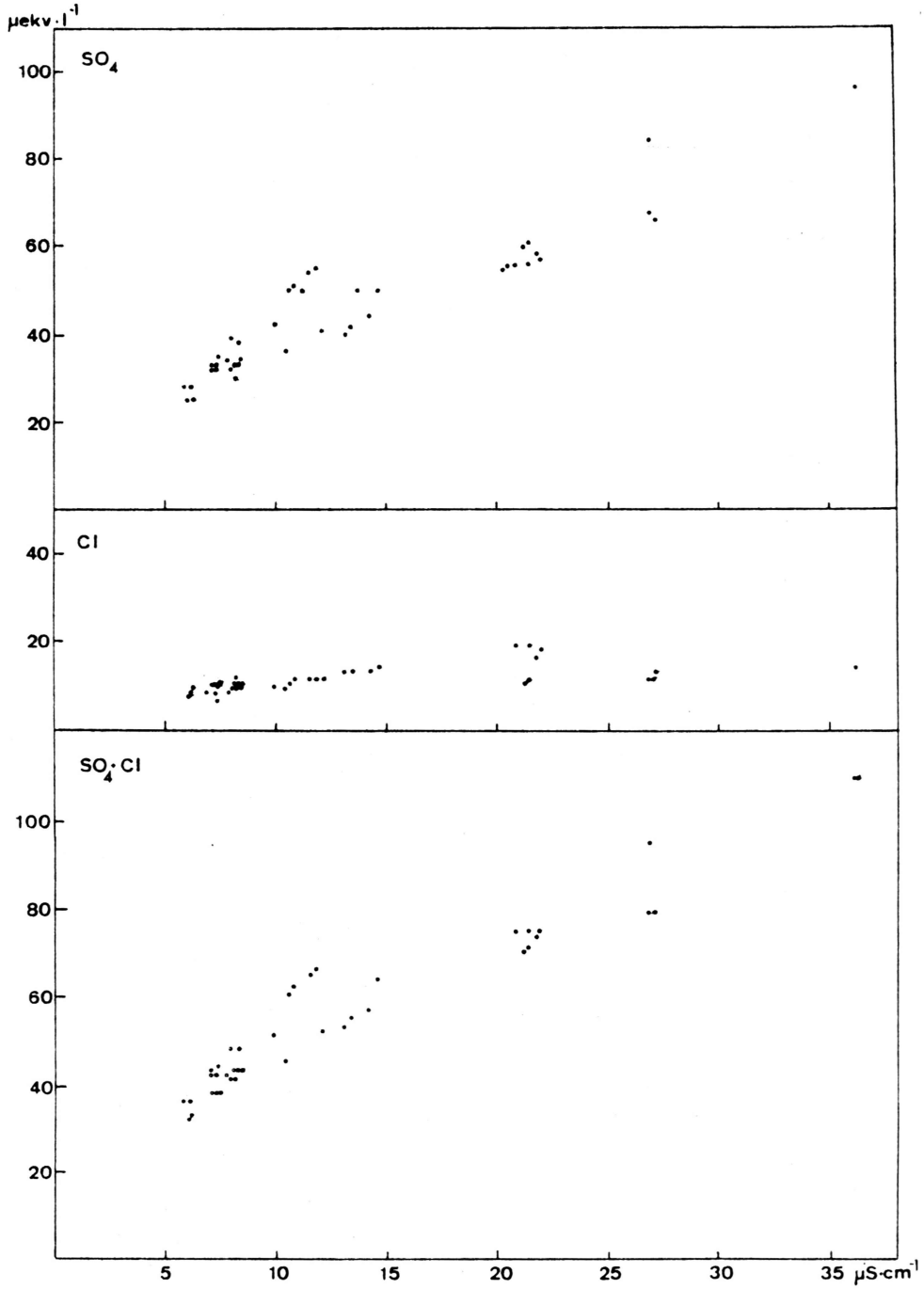


Figur 18.

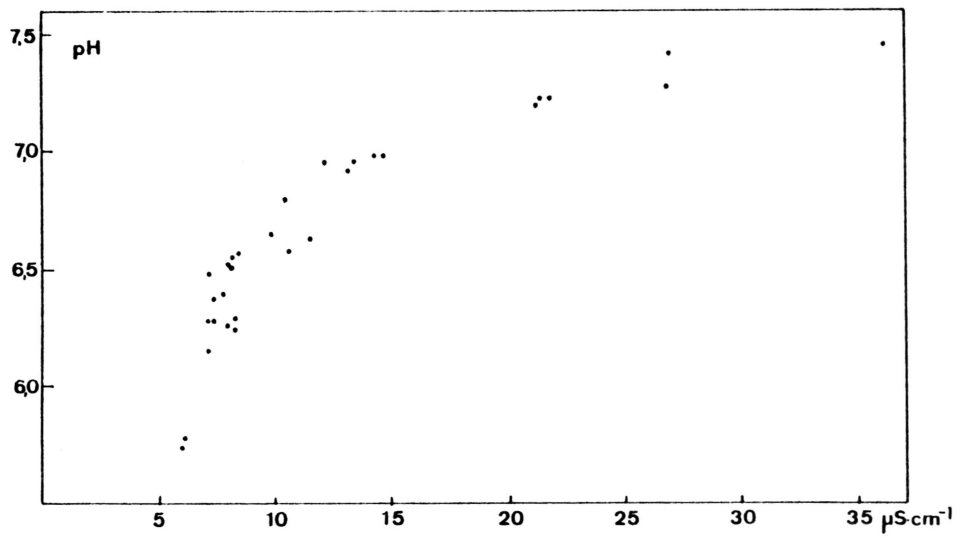
Konsentrasjon av henholdsvis Mg, Na og K versus konduktivitet i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.



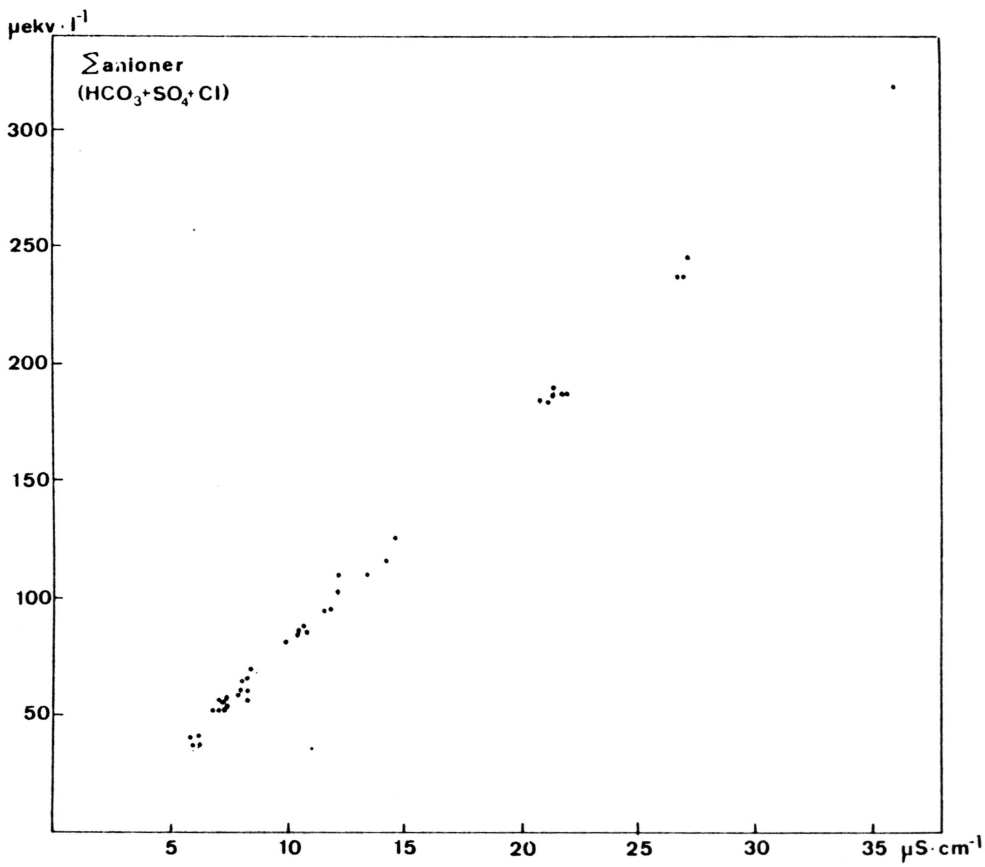
Figur 19. Konsentrasjon av HCO_3 (≃ alkalinitet) versus konduktivitet i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.



Figur 20. Konsentrasjon av henholdsvis SO_4, Cl og (SO_4+Cl) versus konduktivitet i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.



Figur 21. Potensiometrisk målt pH som funksjon av konduktivitet i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.

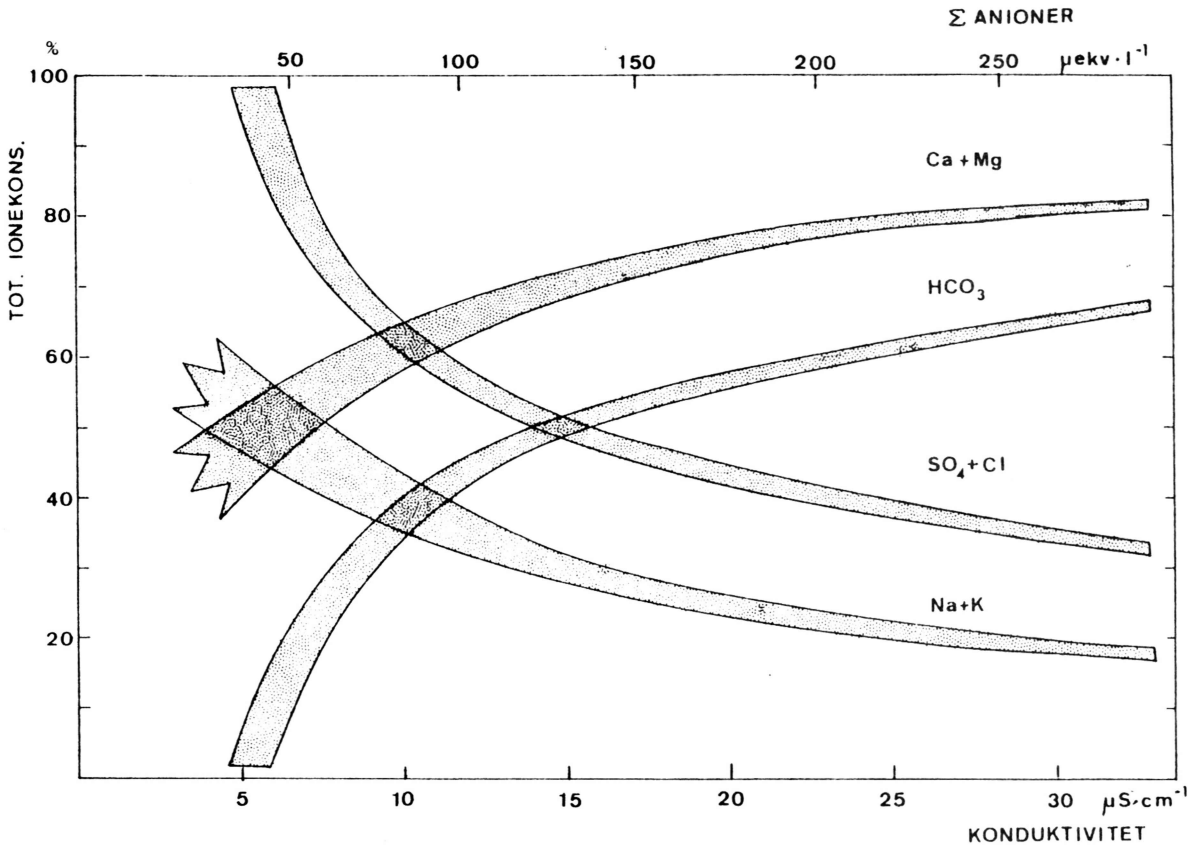


Figur 22. Σ anioner (HCO_3+SO_4+Cl) versus konduktivitet i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.

i Jora-feltet. Forholdet kan ha sammenheng med noen større serpentinforekomster (Mg-rike mineraler) i Andberghøi-komplekset. Forøvrig viser alle enkeltioner og pH en mer eller mindre tydelig økning med økende konduktivitet. Liknende relasjoner mellom enkeltioner og konduktivitet er påvist i andre sør-norske fjellområder, f.eks. i Jotunheimen, Rondane og Dovrefjell (Blakar, in prep.).

I figur 22 er Σ anioner (HCO_3+SO_4+Cl) plottet som funksjon av konduktivitet. I Jora-området som i andre sørnorske fjellområder, vil målt konduktivitet gi et brukbart estimat på den totale ionekonsentrasjonen i $\mu ekv \cdot l^{-1}$. Forholdet mellom konduktivitet og Σ anioner øker noe mot venstre i figuren fordi den relative betydning av (SO_4+Cl) øker i forhold til HCO_3 (SO_4 og Cl har ≃1,7 x større ekvivalent konduktivtet enn HCO_3) og fordi konduktivitetsverdiene ikke er korrigert for eventuelt H^+-bidrag (H^+ har 5-7 ganger større ekvivalent konduktivitet enn andre kationer). I innsjøer med pH mindre enn 6 må konduktiviteten korrigeres for H^+-bidraget (eventuelt kan H^+-bidraget erstattes med konduktivitetsbidraget fra en ekvivalent mengde Ca) før ionekonsentrasjonen estimeres fra figur 22.

Figur 23 viser midlere prosentvise fordeling av HCO_3, (SO_4+Cl), (Ca+Mg) og (Na+K) som funksjon av konduktivitet og Σ anioner. Figuren er framstilt på grunnlag av figurene 16-22 hvor relasjonene mellom enkeltioner og konduktivitet er trukket etter skjønn. Usikkerheten vil øke noe mot venstre i figuren hvor spredningen mellom konsentrasjonen av enkeltioner og konduktivitet er størst. Vannprøver med konduktivitet mindre enn 10 $\mu S \cdot cm^{-1}$ er som regel dominert av atmosfærisk tilførsel. Etter hvert som konduktiviteten øker, blir elver og innsjøer tydelig dominert av ioner fra kjemiske forvitringsreaksjoner (Ca, Mg og HCO_3). Når konduktiviteten overstiger 30 $\mu S \cdot cm^{-1}$ utgjør HCO_3 og (Ca+Mg) ≃ 75% av prøvens totale ioneinnhold (på ekvivalentbasis).



Figur 23. Prosentvis fordeling av HCO_3, (SO_4+Cl), (Ca+Mg) og (Na+K) som funksjon av henholdsvis konduktivitet og Σ anioner i de undersøkte innsjøer og elver (se tekst).

Figurene 16-23 kan benyttes for å anslå ionesammensetning (og pH) i vannprøver med kjent konduktivitet (når pH er større enn 5,7) fra Jora-feltet. Det må understrekes at de nevnte "nomogrammer" må benyttes med stor forsiktighet. De er likevel ofte til god hjelp ved vurdering og diskusjon av større datamengder fra regionale limnologiske undersøkelser (Blakar, in prep.).

En sammenlikning mellom Rodhes standard ionesammensetning (Rodhe 1949) basert på Lohammars data fra 151 svenske innsjøer (Lohammar 1938) og prosentvis ionesammensetning ved 30 $\mu S \cdot cm^{-1}$ (beregnet fra figurene 16-22) viser relativt god overensstemmelse, tabell 2.

En vesentlig forskjell er likevel at Jora-vassdraget har noe høyere SO_4- og mindre HCO_3-konsentrasjoner. I hvilken grad dette har sammenheng med økt atmosfærisk tilførsel av H_2SO_4 i seinere år, berggrunnsgeologiske forhold og/eller forskjellig analysemetodikk, er usikkert.

Tabell 2. Rodhes standard ionesammensetning og prosentvise ionesammensetning ved 30 $\mu S \cdot cm^{-1}$ i Joravassdraget 1980.

	Ca+Mg	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl
Rodhe, 1949	81	64	17	15	4	74	16	10
Jora 1980	79	65	14	15	6	66	28	6

Kjemisk denudasjon

Kjemiske forvitringsreaksjoner er avhengig av edafiske og klimatiske faktorer. Berggrunnsgeologiske forhold og fordeling og sammensetning av løsavsetninger er av særlig betydning for avrenningsvannets kjemiske sammensetning (Strøm 1939, Kjensmo 1966). Nedbørmengde, atmosfærisk tilførsel av ioner, kjemiske forvitringsreaksjoner (inkludert fellingsreaksjoner og nydannelse av mineraler), ionebyttereaksjoner og biologiske prosesser (opptak og tap av ioner) er avgjørende for den kvalitative og kvantitative ioneeksport fra et nedbørfelt (Bøyum 1970, Rosenqvist 1977).

Største og minste analyserte ionekonsentrasjoner ((Ca+Mg), Ca, Mg, Na, K, HCO_3, (SO_4+Cl), SO_4 og Cl) i de undersøkte vannprøver, og forholdet mellom største og minste verdi er oppført i tabell 3. Antas Cl- og SO_4-konsentrasjonene hovedsakelig å være resultat av atmosfærisk tilførsel, og at ubetydelige mengder av de nevnte anioner holdes tilbake i nedbørfeltet, indikerer forholdene mellom største og minste ionekonsentrasjon i tabell 3 at de analyserte kationer i vesentlig grad er bestemt av forvitringsprosesser i nedbørfeltet, Na i noe

Tabell 3. Største og minste analyserte ionekonsentrasjoner i de undersøkte lokaliteter (n=40).

	Ca+Mg	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4+Cl	SO_4	Cl
Største konsentrasjon	242	201	51	50	20	208	110	96	19
Minste konsentrasjon	21	16	5	10	2	3	32	25	6
Største konsentrasjon / Minste konsentrasjon	11,5	12,6	10,2	5,0	10,0	67,7	3,4	3,8	3,2

mindre grad enn Ca, Mg og K. I hvor stor grad forholdene mellom største og minste Cl- og SO_4-konsentrasjon på henholdsvis 3,2 og 3,8 er bestemt av regionale forskjeller i atmosfærisk tilførsel av anioner, evapotranspirasjon og tilførsel fra nedbørfeltet er foreløpig usikkert.

Ved relativt lite opptak og akkumulering av ioner i biologisk materiale over tid, kan kjemisk denudasjon beregnes fra differensen mellom eksportert og atmosfærisk tilført ionemengde. Populært kan vi si at kjemisk denudasjon uttrykker den "kjemiske slitasjen" per areal og tid i et nedbørfelt. Nøyaktige budsjettberegninger krever hyppige og nøyaktige analyser av både nedbør, avrenningsvann og biologisk opptak og frigjøring av ioner.

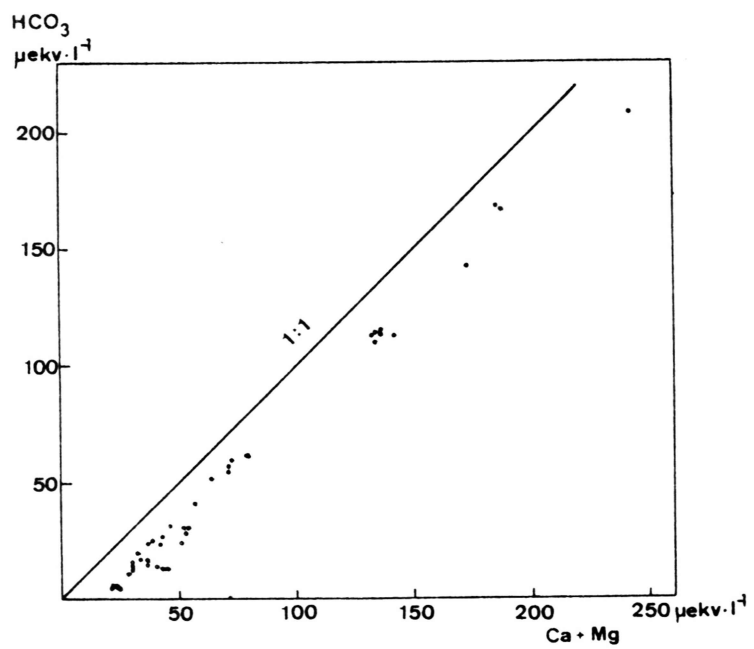
Mangelfullt datagrunnlag (bare to analyseserier foretatt ved omtrent samme vannføring, se figur 8) gjør det svært usikkert å anslå den totale kjemiske forvitringen i Joras nedbørfelt. Vi kan imidlertid få en antydning om Ca-eksporten ved å benytte avrennings- og analysedata fra elvestasjon I. Antar vi en midlere konsentrasjon på 1,1 mg $Ca \cdot l^{-1}$ og en årlig avrenning på $3 \cdot 10^8$ m^3 blir Ca-transporten ut av feltet $\simeq$ 310 tonn pr. år. Ved ubetydelig atmosfærisk tilførsel tilsvarer dette at $\simeq$ 0,6 tonn Ca går i løsning pr. km^2 og år. Dersom Ca-konsentrasjonen i vesentlig grad avtar under vårflommen, vil estimatet bli betydelig mindre.

Det er foreløpig ikke tilrådelig å anslå eksporten av andre kationer fra nedbørfeltet. Ioneeksporten vil antakelig være positiv (dvs. større årlig ioneavrenning enn atmosfærisk tilførsel) for både Na, Mg og K (jfr. tabell 3), sjøl om Mg og K

som regel er lite mobile ioner. Forholdet er mer usikkert for SO_4 og Cl. Avrenningen av HCO_3 er i denne forbindelsen mindre interessant fordi en betydelig del stammer fra CO_2 i luft.

Ionekonsentrasjoner vurdert i forhold til antatt nedbørkjemi

Det foreligger ikke nedbørkjemiske data fra Jorafeltet. Figur 24 viser HCO_3 versus (Ca+Mg) i alle analyserte vannprøver (n=40). Ekstrapolering til (Ca+Mg) = 0 gir skjæring med ordinaten ved ca -20 $\mu ekv \cdot HCO_3 \cdot l^{-1}$. Antar vi ingen atmosfærisk tilførsel av (Ca+Mg), vil en H^+-konsentrasjon på $\simeq 20$ $\mu ekv \cdot l^{-1}$ (atmosfærisk tilført eller produsert i nedbørfeltet ved f.eks. ionebyttereaksjoner eller biologisk opptak av kationer som byttes med H^+) forbrukes ved kjemisk forvitring, byttes med kationer i organiske eller mineralske ionebyttere, eller forbrukes ved titrering av eksisterende bikarbonat. Etter dette vil ytterligere (Ca+Mg) som går i løsning balanseres av en tilsvarende HCO_3-økning (figur 24). Ved å anta at hovedmengden av hydrogenioner tilføres med nedbør (20 $\mu ekv \cdot l^{-1}$), kan midlere pH i nedbør over de øvre deler av feltet beregnes til $\sim 4,7$ eller litt høyere (f.eks. 4,8) fordi noe H^+ også tilføres som tørt nedfall.



Figur 24. Konsentrasjonen av HCO_3 versus (Ca+Mg) i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.

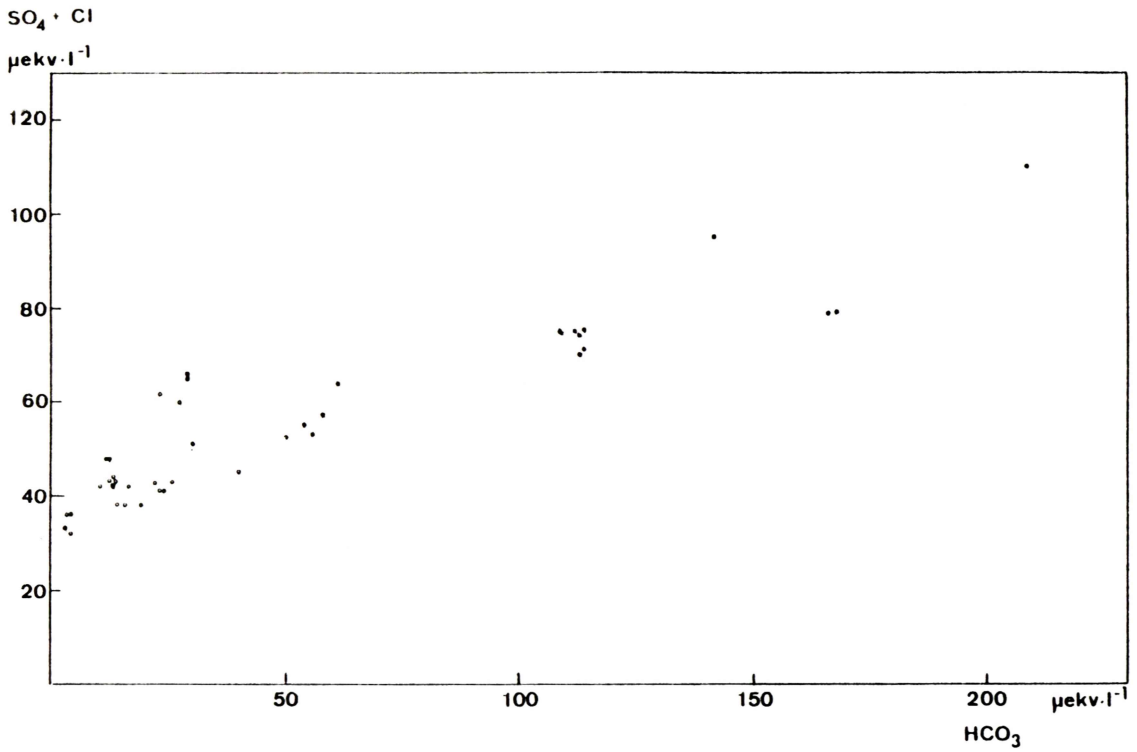
Fordi nedbøren i eksemplet ovenfor ble antatt ikke å inneholde (Ca+Mg), vil estimatene for H^+ og pH representere grenseverdier (henholdsvis maks. og min. verdier).

Ut fra kjemiske analyser av snøprofiler og nedbør fra nærliggende fjellområder (Blakar, upubl.) kan atmosfærisk tilførsel av (Ca+Mg+K) til Jorafeltet anslås til litt mindre enn 10 $\mu ekv \cdot l^{-1}$ nedbør. Settes gjennomsnittskonsentrasjonen av (Ca+Mg) i nedbør til $\simeq$10 $\mu ekv \cdot l^{-1}$, blir H^+-estimatet $\simeq$10 $\mu ekv\ H^+ \cdot l^{-1}$ (beregnes fra figur 24 som ovenfor, dvs. $\simeq$20-10 = $\simeq$10 $\mu ekv\ H^+ \cdot l^{-1}$) som tilsvarer pH $\simeq$ 5,0. Fordi (Ca+Mg)-konsentrasjonen i nedbør trolig er noe mindre enn 10 $\mu ekv \cdot l^{-1}$, blir H^+-konsentrasjonen tilsvarende større og pH i nedbør litt mindre, anslagsvis 15 $\mu ekv\ H^+ \cdot l^{-1}$ som tilsvarer pH $\simeq$ 4,8.

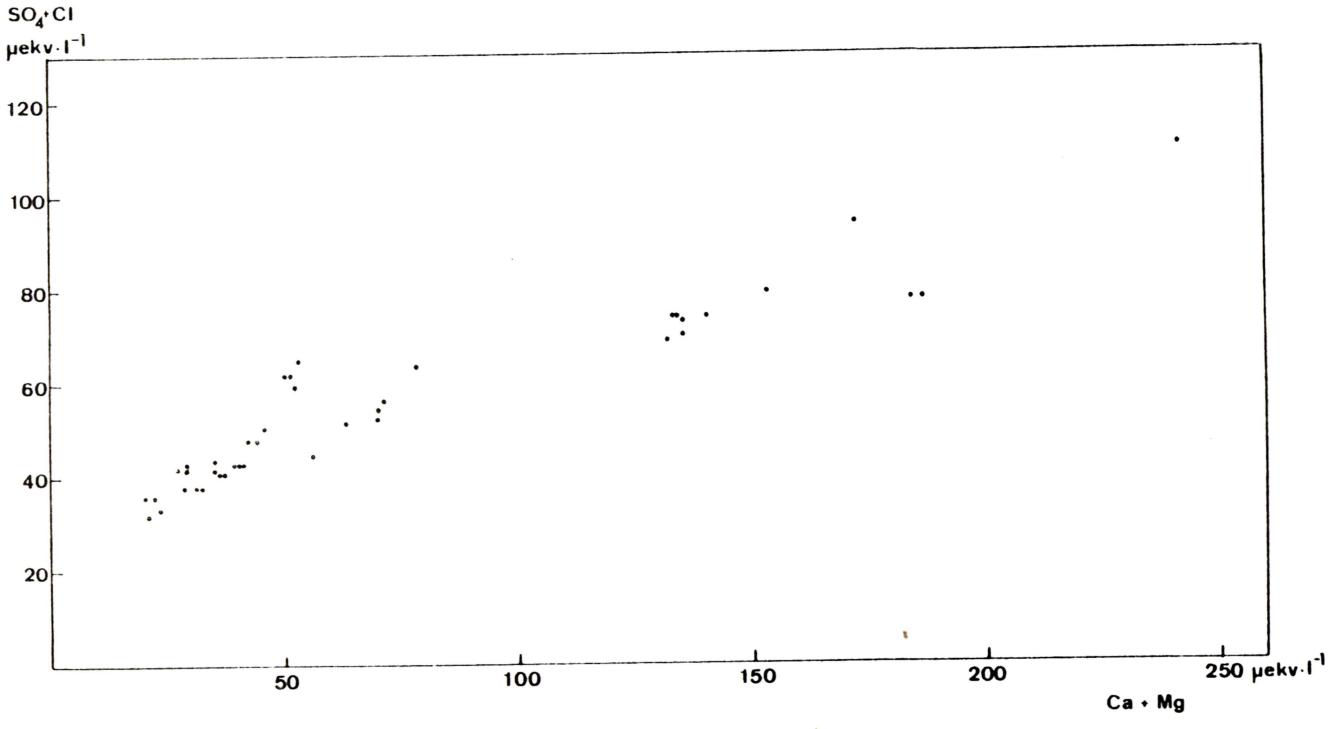
Estimatene stemmer bra med midlere pH i nedbør gjennom året for Dovrefjell (pH $\simeq$ 4,8) ekstrapolert fra SNSF-data (Dovland et al. 1976) og støtter til en viss grad resonnementet ovenfor. Spredningen nær origo i (Ca+Mg) - HCO_3 plottet (figur 24) viser imidlertid at systemet er komplisert og at organiske ionebyttere kan ha en viss betydning for vassdragets ionesammensetning. Dessuten kan H^+-tilførselen være noe forskjellig på ulike steder i nedbørfeltet.

Ved å framstille (SO_4+Cl) som funksjon av HCO_3 eller (Ca+Mg), kan vi grovt anslå (SO_4+Cl)-konsentrasjonen i nedbør og tørravsetning som tilføres de øvre deler av nedbørfeltet, se figurene 25 og 26. Ekstrapolering til HCO_3 = 0 i figur 25 skjærer ordinaten ved $\simeq$30 $\mu ekv\ (SO_4+Cl) \cdot l^{-1}$ og gir antakelig tilnærmet anionkonsentrasjonen i nedbør. Liknende ekstrapolering i figur 26 til (Ca+Mg) = 0 gir litt lågere (SO_4+Cl)-konsentrasjoner, blant annet fordi nedbøren inneholder noe (Ca+Mg), se ovenfor.

Relativt høye SO_4-konsentrasjoner i forhold til HCO_3 og (Ca+Mg) i lok. 5 (figur 25 og 26, tabell 1) har trolig sammenheng med stor innsjødekning ($\simeq$20%), relativt rask avrenning fra et lite



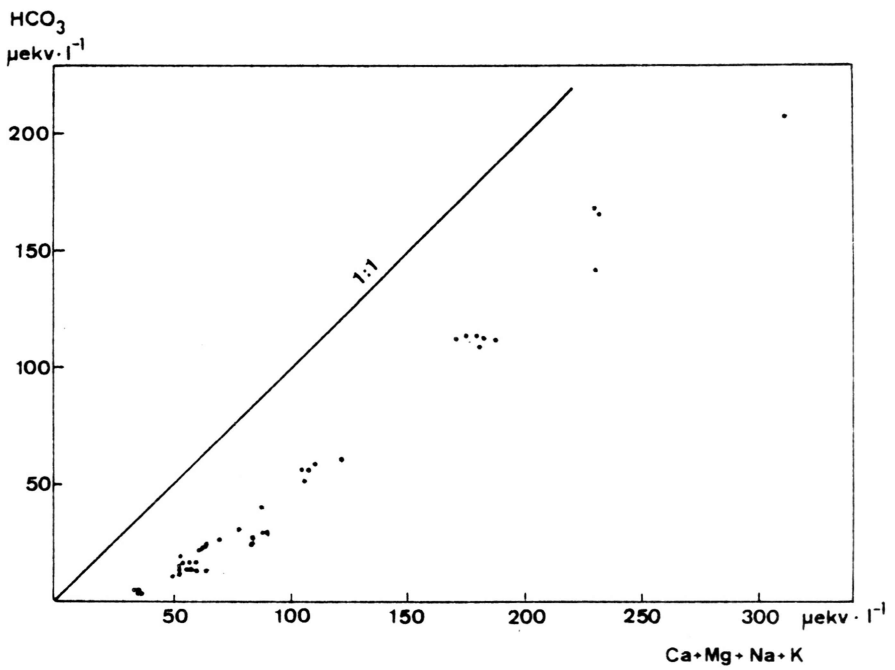
Figur 25. Konsentrasjon av (SO_4+Cl) versus HCO_3 i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.



Figur 26. Konsentrasjon av (SO_4+Cl) versus (Ca+Mg) i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.

og noe steilt nedbørfelt, lite middeldyp (≈3 m) og lang teoretisk oppholdsstid (≈1,5 år). En betydelig del av de sure komponentene i nedbør og tørravsetning vil derved tilføres innsjøen direkte fra atmosfæren og redusere HCO_3-konsentrasjonen i fornold til andre forbindelser. Effekten vil ytterligere forsterkes fordi forholdet mellom evapotranspirasjon og nedbørmengde er relativt høyt i dette området, jamfør liten spesifikk avrenning på figur 7. I de øvrige lokaliteter vil en større del av tilført H^+ fra atmosfæren byttes med metallkationer i de respektive nedbørfelter før vannet når innsjøen. Dessuten vil gjennomsnittlig kontakttid mellom vann og substrat som regel øke når nedbørfeltet blir større eller flatere, noe som igjen vil føre til økt forvitring og økt innhold av (Ca+Mg) og HCO_3 ved en gitt SO_4-konsentrasjon.

På liknende måte som (SO_4+Cl)-konsentrasjonen i nedbør ble anslått fra figurene 25 og 26, kan kationkonsentrasjonen ($-NH_4$) i nedbør estimeres fra figur 27 hvor HCO_3 er plottet som funksjon av Σ kationer (= Ca+Mg+Na+K). Ekstrapolering til HCO_3 = 0 gir skjæring med abscissen ved ≈30 μekv.l^{-1}.



Figur 27. Konsentrasjonen av HCO_3 versus Ca+Mg+Na+K i alle undersøkte innsjø- og elveprøver.

Fordi nedbør inneholder svært lite HCO_3, indikerer plottet en atmosfærisk tilførsel av Σ kationer ($-NH_4$) på ≈30 $\mu ekv \cdot l^{-1}$, i de øvre deler av nedbørfeltet. Atmosfærisk tilført H^+ vil trolig forbrukes raskt ved forvitrings- og ionebyttereaksjoner og frigjøre en ekvivalent mengde andre kationer, vesentlig Ca, før HCO_3 anrikes.

Kationkonsentrasjonen på ≈30 $\mu ekv \cdot l^{-1}$ ($-NH_4$) i nedbør vil anslagsvis bestå av 10-15 $\mu ekv\ Na \cdot l^{-1}$ (jamfør lok. 8, tabell 1), noe mindre enn 10 $\mu ekv\ (Ca+Mg+K) \cdot l^{-1}$ og 10-15 $\mu ekv \cdot H^+ \cdot l^{-1}$ (jfr. estimatene ovenfor). (Ca+Mg)-konsentrasjon ved ≈30 $\mu ekv\ (SO_4+Cl) \cdot l^{-1}$ estimert fra figur 26 burde gitt et brukbart estimat på (Ca+Mg)-konsentrasjonen i nedbør, men synes i dette tilfelle å bli noe for høyt, dvs. mer enn 10 $\mu ekv\ (Ca+Mg) \cdot l^{-1}$.

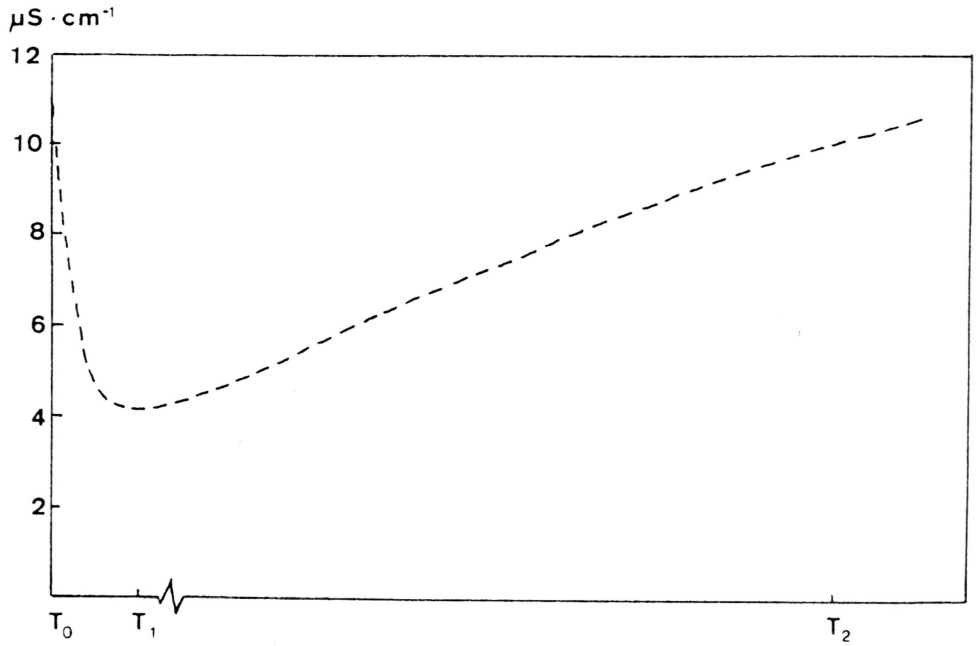
Estimatene for Σ anioner og Σ kationer i nedbør som faller over de øvre deler av nedbørfeltet, er tilnærmet like, og ioneregnskapet balanserer. Nitrogenforbindelsene, som sikkert også i Jorafeltet er kvantitativt viktige i nedbør (anslagsvis ≈10 $\mu ekv \cdot l^{-1}$ av både NO_3 og NH_4), har antakelig liten innflytelse på beregningene ovenfor pga. de tidligere nevnte assimilasjonsprosessene.

Det er vanskelig å vurdere usikkerheter i estimatene ovenfor fordi detaljerte undersøkelser av bl.a. nedbørkjemi og avrenningsforhold ennå ikke foreligger fra norske fjellområder. Vurderingen må derfor bare betraktes som en preliminær "tankemodell" til hjelp ved framtidige, mer detaljerte studier.

Noen betraktninger omkring målt konduktivitet

Nedbør + tørrdeposisjon med ovenfor estimerte ionekonsentrasjoner (H^+ = 15, Ca+Mg+Na+K = 15, SO_4+Cl = 20 og NH_4 = NO_3 = 10 $\mu ekv \cdot l^{-1}$) har konduktivitet ≈10 $\mu S \cdot cm^{-1}$ (25^o) og pH ≈ 4,8. Når slik nedbør treffer underlaget, vil biologisk opptak av de

uorganiske N-forbindelsene og forbruk av H^+ ved forvitrings- og ionebyttereaksjoner i nedbørfeltet (H^+ erstattet med en ekvivalent mengde andre kationer med 5-7 ganger mindre ekvivalent konduktivitet), vil konduktiviteten etter en tid (T_1) synke til nærmere 4 $\mu S \cdot cm^{-1}$ (figur 28). Deretter vil konduktiviteten begynne å stige fordi økt kontakttid mellom vann og substrat gir grunnlag for kjemisk forvitring og løsning av ioner. Ved T_2 har konduktiviteten igjen økt til 10 $\mu S \cdot cm^{-1}$. I eksemplet ovenfor er det forutsatt at nedbøren ikke blandes med vann som på forhånd inneholder HCO_3. Dersom økningen i konduktivitet fra T_1 til T_2 i figur 28 hovedsakelig skyldes utvasking av (Ca+Mg) i likevekt med HCO_3 (jamfør figur 24) blir ionekonsentrasjonen ved T_2 $\simeq$85 $\mu ekv \cdot l^{-1}$, eller litt mer enn det dobbelte av nedbørens ioneinnhold ved T_0. Forutsatt ubetydelig evapotranspirasjon, blir HCO_3-konsentrasjoner ved T_2 $\simeq$55 $\mu ekv \cdot l^{-1}$, og løsningen får i likevekt med atmosfærisk CO_2 pH $\simeq$ 7,0 (jamfør figur 12). Dersom de uorganiske N-forbindelsene ikke assmileres raskt, eller nedbøren blandes med vann som inneholder noe HCO_3, blir konduktivitetsreduksjonen noe mindre enn vist i figur 28.



Figur 28. Konduktivitetsforløpet i en nedbørprøve (se tekst) etter kontakt med underlaget.

Antatt minste konduktivitet på figur 28 ($\simeq$4,2 $\mu S \cdot cm^{-1}$) er noe lågere enn målte konduktiviteter i Jorafeltet, se tabell 1 (5,8 $\mu S \cdot cm^{-1}$ i lok. 8). Jeg har tidligere målt konduktiviteter i området 3-4 $\mu S \cdot cm^{-1}$ i flere høytliggende innsjøer både innenfor og like utenfor nedbørfeltet til Jora. Så små konduktiviteter kan indikere enda mindre ionekonsentrasjoner i nedbør enn estimatene ovenfor (ned imot 20 $\mu ekv \cdot l^{-1}$). Forholdet kan ha sammenheng med en viss fortynningseffekt pga. større nedbørmengder høyere oppe, eller at tilførselen kan variere noe fra år til år. Det er dessuten mulig at biologisk opptak av andre nødvendige ioner i tillegg til N-forbindelser, kan føre til et litt større avtak i konduktivitet enn vist på figur 28.

Innsjøer med konduktivitet mindre enn 4 $\mu S \cdot cm^{-1}$ ($25^{o}C$) er svært sjeldne både i Norge og i verden forøvrig. F.eks. har destillert vann ofte en konduktivitet på nærmere 2 $\mu S \cdot cm^{-1}$.

SAMMENDRAG

Fysisk-kjemiske forhold i 8 innsjøer (873-1444 m o.h.) og 7 elver i nedbørfeltet til Jora (Dovrefjell) ble undersøkt sommeren 1980. Vannføringen ut av feltet var størst under snøsmeltingsperioden i mai-juni. Flere regnflommer ble observert utover sommeren.

Innsjøene var isfrie i 3-5 måneder og teoretisk oppholdstid varierte fra noen dager til flere år. Innsjøene var ubetydelig termisk sjiktet, og middeltemperaturen avtok med økende høyde over havet ($\simeq 0{,}8^{o}C$ per 100 m stigning). Oksygenkonsentrasjonen lå som oftest nær metning og var vesentlig fysisk betinget.

Siktedyp på opp til 11 m ble registrert, og de fleste vannprøvene var lite humuspåvirket. I atmosfærisk-CO_2-ekvilibrerte vannprøver varierte pH fra 5,7 til 7,5 og var hovedsakelig bestemt av bikarbonat-CO_2-systemet. Indikatorfeil ved kolorimetriske pH-målinger var betydelig (-0,6 til +0,9 pH-enheter).

Konduktivitet, pH, Ca, Mg, Na, K, HCO_3, SO_4 og Cl viste en mer eller mindre tydelig økning med redusert høyde over havet. Konduktiviteten varierte fra 5,8 til 36,1 $\mu S \cdot cm^{-1}$. Lokaliteter med konduktivitet mindre enn 10 $\mu S \cdot cm^{-1}$ ($25^{o}C$) var i betydelig grad påvirket av ioner i nedbør og tørrdeposisjon. Økt kontakttid mellom vann og substrat gir økt kjemisk forvitring og dermed frigjøring av (Ca+Mg) i likevekt med HCO_3 som igjen gir økt konduktivitet og høyere pH. Økte SO_4- og Cl-konsentrasjoner nedover i vassdraget har trolig sammenheng med mindre nedbørmengde og større konsentrasjoner av nevnte ioner i nedbør.

Årlig frigjøring og eksport av Ca fra hele nedbørfeltet ($\simeq 490$ km^2) ble grovt anslått til 310 tonn, eller 0,6 tonn $Ca \cdot km^{-2} \cdot år^{-1}$.

Prosentvis ionekonsentrasjoner i vannprøver med forskjellig konduktivitet og Σ anion-konsentrasjon er framstilt i et nomogram som viser god overensstemmelse med resultater fra liknende undersøkelser i Jotunheimen, Rondane og Dovrefjell.

Ionesammensetningen ved 30 $\mu S \cdot cm^{-1}$ i Joravassdraget er sammenliknet med Rodhe's standard ionesammensetning ved samme konduktivitet. I hvilken grad noe større SO_4^- og mindre HCO_3^- konsentrasjon i Jorafeltet enn i Rodhe's materiale har sammenheng med seinere års økte svovelutslipp, er usikkert.

Ioneinnhold i nedbør og tørravsetning som tilføres de øvre deler av nedbørfeltet, ble forsøkt estimert ut fra analyserte konsentrasjoner og ionerelasjoner i innsjøer og elver.

Ionebytte- og forvitringsreaksjoner etter at nedbør har kommet i kontakt med løsmasser og berggrunn, er kort diskutert.

LITTERATUR

Blakar, I.A. 1976. Øvre og Nedre Smådalsvatn. En limnologisk undersøkelse med hovedvekt på hydrografi, sommeren 1975. Rapport nr. 28 fra Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske: 5-41.

Blakar, I.A. 1980. A convenient, one-hand-operated field burette. Schweiz. Z. Hydrol. 42: 78-83.

Blakar, I.A. & I. Digernes, 1980. pH i svakt bufrete vannprøver målt kolorimetrisk og med pH-meter som mål på forsuring. Stensil, Limnologisk avdeling, 18 s.

Blakar, I.A. & O.J. Jacobsen, 1979. Zooplankton distribution and abundance in seven lakes from Jotunheimen, a Norwegian high mountain area. Arch. Hydrobiol. 85: 277-290.

Bøyum, A. 1970. Some physical and chemical properties of lakes in North-eastern Norway. Schweiz. Z. Hydrol. 32: 300-327.

Dovland, H., E. Joranger & A. Semb, 1976. Deposition of air pollutants in Norway. SNSF-prosjektet, FR6/76: 15-35.

Golterman, H.L., R.S. Clymo & M.A.M. Ohnstad, 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. IBP Handbook No 8, 214 s.

Gaarder, T. (1915-1916). De vestlandske fjorders hydrografi. Bergens Mus. Aarb. 2: 25-37.

Kjensmo, J. 1966. Electrolytes in Norwegian Lakes, Schweiz. Z. Hydrol. 28: 29-42.

Lohammar, G. 1938. Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. Symb. Bot. Upsal. III:1, 252 s.

Rodhe, W. 1949. The ionic composition of lake waters. Verh. int. Verein. theor. angw. Limnol. 10: 377-386.

Rosenqvist, I.Th. 1977. Sur jord - surt vann. Ingeniør-forlaget, 123 s.

Strøm, K.M. 1939. Conductivity and reaction in Norwegian lake waters. Int. Rev. Hydrobiol. 38: 350-361.

Åberg, B. & W. Rodhe, 1942. Über die Milieufaktoren in einigen Südschwedischen Seen. Symb. Bot. Upsal. V:3, 256 s.

PUBLISERTE RAPPORTER

Årsberetning 1975.

Nr. 1 Naturvitenskapelige interesser i de vassdrag som behandles av kontaktutvalget for verneplanen for vassdrag 1975-1976. Dokumentasjonen er utarbeidet av: Cand.real. E. Boman, cand.real. P.E. Faugli, cand.real. K. Halvorsen. Særtrykk fra NOU 1976:15.

Nr. 2 Faugli, P.E. 1976. Oversikt over våre vassdrags vernestatus. (Utgått)

Nr. 3 Gjessing, J. (red.) 1977. Naturvitenskap og vannkraftutbygging. Foredrag og diskusjoner ved konferanse 5.-7. desember 1976. (Utgått)

Nr. 4 Årsberetning 1976 - 1977. (Utgått)

Nr. 5 Faugli, P.E. 1978. Verneplan for vassdrag. / National plan for protecting river basins from power development. Særtrykk fra Norsk geogr. Tidsskr. 31. 149-162.

Nr. 6 Faugli, P.E. & Moen, P. 1979. Saltfjell/Svartisen. Geomorfologisk oversikt med vernevurdering.

Nr. 7 Relling, O. 1979. Gaupnefjorden i Sogn. Sedimentasjon av partikulært materiale i et marint basseng. Prosjektleder: K. Nordseth.

Nr. 8 Spikkeland, I. 1979. Hydrografi og evertebratfauna i innsjøer i Tovdalsvassdraget 1978.

Nr. 9 Harsten, S. 1979. Fluvialgeomorfologiske prosesser i Jostedalsvassdraget. Prosjektleder: J. Gjessing.

Nr. 10 Bekken, J. 1979. Kynna. Fugl og pattedyr. Mai - juni 1978.

Nr. 11 Halvorsen, G. 1980. Planktoniske og littorale krepsdyr innenfor vassdragene Etna og Dokka.

Nr. 12 Moss, O. & Volden, T. 1980. Botaniske undersøkelser i Etnas og Dokkas nedbørfelt med vegetasjonskart over magasinområdene Dokkfløy og Rotvoll/Røssjøen.

Nr. 13 Faugli, P.E. 1980. Kobbelvutbyggingen - geomorfologisk oversikt.

Nr. 14 Sandlund, T. & Halvorsen, G. 1980. Hydrografi og evertebrater i elver og vann i Kynnavassdraget, Hedmark, 1978.

Nr. 15 Nordseth, K. 1980. Kynna-vassdraget i Hedmark. Geo-faglige og hydrologiske interesser.

Nr. 16 Bergstrøm, R. 1980. Sjåvatnområdet - Fugl og pattedyr, juni 1979.

Nr. 17 Årsberetning 1978 og 1979.

Nr. 18 Spikkeland, I. 1980. Hydrografi og evertebratfauna i vassdragene i Sjåvatnområdet, Telemark 1979.

Nr. 19 Spikkeland, I. 1980. Hydrografi og evertebratfauna i vassdragene på Lifjell, Telemark 1979.

Nr. 20 Gjessing, J. (red.) 1980. Naturvitenskapelig helhetsvurdering. Foredrag og diskusjoner ved konferanse 17.-19. mars 1980.

Nr. 21 Røstad, O.W. 1981. Fugl og pattedyr i Vegårsvassdraget.

Nr. 22 Faugli, P.E. 1981. Tovdalsvassdraget - en fluvialgeomorfologisk analyse.

Nr. 23 Moss, O.O. & Næss, I. 1981. Oversikt over flora og vegetasjon i Tovdalsvassdragets nedbørfelt.

Nr. 24 Faugli, P.E. 1981. Grøa - en geofaglig vurdering.

Nr. 25 Bogen, J. 1981. Deltaet i Veitastrondsvatn i Årøy-vassdraget.

Nr. 26 Halvorsen, G. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1980.

Nr. 27 Lauritzen, S.-E. 1981. Innføring i karstmorfologi og speleologi. Regional utbredelse av karstformer i Norge.

Nr. 28 Bendiksen, E. & Halvorsen, R. 1981. Botaniske inventeringer i Lifjellområdet.

Nr. 29 Eldøy, S. 1981. Fugl i Bjerkreimsvassdraget i Rogaland, med supplerende opplysninger om pattedyr.

Nr. 30 Bekken, J. 1981. Lifjell. Fugl og pattedyr.

Nr. 31 Schumacher, T. & Løkken, S. 1981. Vegetasjon og flora i Grimsavassdragets nedbørfelt.

Nr. 32 Årsberetning 1980.

Nr. 33 Sollien, A. 1982. Hemsedal. Fugl og pattedyr.

Nr. 34 Eie, J.A., Brittain, J. & Huru, H. 1982. Naturvitenskapelige interesser knyttet til vann og vassdrag på Varangerhalvøya.

Nr. 35 Eidissen, B., Ransedokken, O.K. & Moss, O.O. 1982. Botaniske inventeringer av vassdrag i Hemsedal.

Nr. 36 Drangeid, S.O.B. & Pedersen, A. 1982. Botaniske inventeringer i Vegårvassdragets nedbørfelt.

Nr. 37 Eie, J.A. 1982. Hydrografi og evertebrater i elver og vann i Grimsavassdraget, Oppland og Hedmark, 1980.

OPPDRAGSRAPPORTER

76/01 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i Nyset-Steggje-vassdragene.

76/02 Bogen, J. Geomorfologisk befaring i Sundsfjordvassdraget.

76/03 Bogen, J. Austerdalsdeltaet i Tysfjord. Rapport fra geomorfologisk befaring.

76/04 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i Kvænangselv, Nordbotnelv og Badderelv.

76/05 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i Vefsnas nedbørfelt.

77/01 Faugli, P.E. Geofaglig befaring i Hovdenområdet, Setesdal.

77/02 Faugli, P.E. Geomorfologisk befaring i nedre deler av Laksågas nedbørfelt, Nordland.

77/03 Faugli, P.E. Ytterligere reguleringer i Forsåvassdraget - fluvialgeomorfologisk befaring.

78/01 Faugli, P.E. & Halvorsen, G. Naturvitenskapelige forhold - planlagte overføringer til Sønstevatn, Imingfjell.

78/02 Karlsen, O.G. & Stene, R.N. Bøvra i Jotunheimen. En fluvialgeomorfologisk undersøkelse. Prosjektledere: J. Gjessing & K. Nordseth.

78/03 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i delfelt Kringlebotselv, Matrevassdraget.

78/04 Faugli, P.E. Fluvialgemorfologisk befaring i Tverrelva, sideelv til Kvalsundelva.

78/05 Relling, O. Gaupnefjorden i Sogn.
(Utgått, ny rapport nr. 7 1979)

78/06 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring av Øvre Tinnåa (Tinnelva).

79/01 Faugli, P.E. Geofaglig befaring i Heimdalen, Oppland.

79/02 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring av Aursjø-området.

79/03 Wabakken, P. Vertebrater, med vekt på fugl og pattedyr, i Tovdalsvassdragets nedbørfelt, Aust-Agder.

80/01 Brekke, O. Ornitologiske vurderinger i forbindelse med en utbygging av vassdragene Etna og Dokka i Oppland.

80/02 Gjessing, J. Fluvialgeomorfologisk befaring i Etnas og Dokkas nedbørfelt.
Engen, I.K. Fluvialgeomorfologisk inventering i de nedre delene av Etna og Dokka. Prosjektleder: J. Gjessing.

80/03 Hagen, J.O. & Sollid, J.L. Kvartærgeologiske trekk i nedslagsfeltene til Etna og Dokka.

80/04 Faugli, P.E. Fyrde kraftverk - Fluvialgeomorfologisk befaring av Stigedalselv m.m.

81/01 Halvorsen, K. Junkerdalen - naturvitenskapelige forhold. Bilag til konsesjonssøknaden Saltfjell - Svartisen.

82/01 Nordseth, K. Gaula i Sør-Trøndelag. En hydrologisk og fluvialgeomorfologisk vurdering.