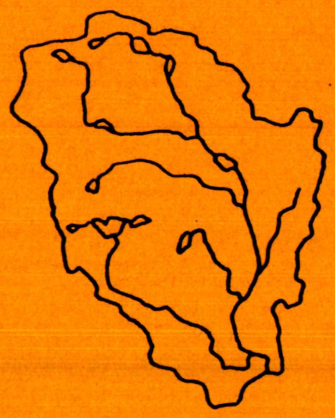
KONTAKTUTVALGET FOR VASSDRAGSREGULERINGER,
UNIVERSITETET I OSLO



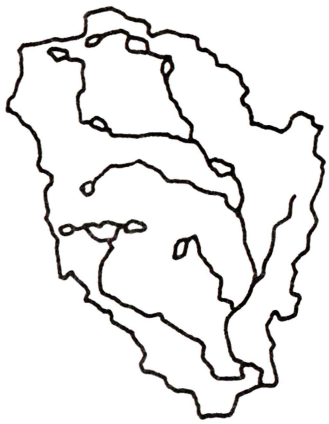
Ingvar Spikkeland

HYDROGRAFI OG EVERTEBRATFAUNA I SOKNDALSVASS-DRAGET 1982

OSLO 1983

RAPPORT 66

KONTAKTUTVALGET FOR VASSDRAGSREGULERINGER
UNIVERSITETET I OSLO
POSTBOKS 1037
BLINDERN
OSLO 3



INGVAR SPIKKELAND

HYDROGRAFI OG EVERTEBRATFAUNA I SOKNDALSVASSDRAGET 1982

OSLO 1983

RAPPORT 66

FORORD

Undersøkelsene i Sokndalsvassdraget er utført etter oppdrag fra Dalane Elverk i forbindelse med nye kraftutbyggingsplaner for vassdraget.

Jeg vil spesielt takke amanuensis Gunnar Halvorsen ved Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, som har skaffet tilveie det nødvendige utstyr og tilrettelagt undersøkelsen, og ellers bidratt både med praktisk hjelp og faglige råd. Videre rettes en hjertelig takk til sonesjef Leo Kopperud ved Dalane Elverk, som sørget for både båt og mannskap i forbindelse med undersøkelsen, og ellers tilrettela de lokale forhold på beste måte.

En rekke personer har ellers vært behjelpelige under forskjellige faser av arbeidet. Hr. Knut Spikkeland assisterte meg under feltarbeidet i begge periodene. Cand.real. Kari S. Halvorsen har foruten å rentegne figurene, også foretatt analysene av vannprøvene. Følgende personer har artsbestemt materialet av de enkelte dyregrupper og gitt kommentarer til resultatene: Dr. philos. John Brittain (døgnfluer), dr. philos. Dag Dolmen (ryggsvømmere), cand.real. Jan E. Raastad (knott), amanuensis Svein J. Saltveit (steinfluer) og forsker Karen Anna Økland (igler). Til alle disse rettes en hjertelig takk.

INNHOLD

Side

Forord

1. INNLEDNING 1

2. OMRÅDEBESKRIVELSE 2
   2.1. Beliggenhet og topografi 2
   2.2. Elver og innsjøer 2
   2.3. Klima 5
   2.4. Geologi 6
   2.5. Vegetasjon 8
   2.6. Menneskelig påvirkning 9

3. MATERIALE OG METODER 10
   3.1. Hydrografi 10
   3.2. Plankton og litorale krepsdyr 12
   3.3. Bunndyr 13

4. BESKRIVELSE AV DE ENKELTE LOKALITETER 15
   4.1. Innsjøer 15
   4.2. Rennende vann 19

5. RESULTATER OG DISKUSJON 21
   5.1. Hydrografi 21
   5.1.1. Temperatur 21
   5.1.2. Siktedyp, innsjøfarge og vannfarge 21
   5.1.3. Oksygeninnhold 23
   5.1.4. Surhetsgrad (pH) 23
   5.1.5. Konduktivitet (K_{25}) 24
   5.1.6. Oppløste salter 25
   5.1.7. Ionebudsjett 26
   5.2. Bunndyr i rennende vann 28
   5.2.1. Døgnfluer (Ephemeroptera) 31
   5.2.2. Steinfluer (Plecoptera) 31
   5.2.3. Knott (Simulidae) 33

5.3. Litorale bunndyr 34
5.3.1. Døgnfluer (Ephemeroptera) 37
5.3.2. Steinfluer (Plecoptera) 38
5.3.3. Vannteger (Hydrocorisae) 38
5.3.4. Igler (Hirudinea) 38
5.4. Profundale bunndyr 39
5.5. Krepsdyr 40
5.5.1. Registrerte arter 40
5.5.2. Litorale krepsdyr 43
5.5.3. Planktonkrepsdyr 44
5.5.4. Planktoniske hjuldyr 53

6. GENERELL DISKUSJON 54

7. REGULERINGSPLANER 57
7.1. Mydlandsvassdraget 57
7.2. Orrestadvassdraget 59
7.3. Steinevassdraget 59
7.4. Barstadvassdraget 60

8. VIRKNINGER AV EN EVENTUELL UTBYGGING 61
8.1. Generelt om hydrografiske og biologiske effekter ved kraftutbygging 61
8.2. Virkninger av den planlagte utbygging i Sokndalsvassdraget 62
8.3. Konklusjon 66

9. VURDERING AV VASSDRAGET I VERNESAMMENHENG 67
9.1. Karakteristikk av vassdraget 67
9.2. Vurdering av vassdraget i forhold til aktuelle vernekriterier 69

10. SAMMENDRAG 72

LITTERATUR 76

1. INNLEDNING

På grunn av planer om ytterligere vannkraftutbygging i Sokndalsvassdraget, ble Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer sommeren 1982 engasjert for å foreta ferskvannsbiologiske og vannkjemiske undersøkelser i vassdraget. Dette arbeidet ble utført i to perioder, 20.-27. juni og 5.-13. august 1982.

Området er tidligere lite undersøkt i ferskvannsbiologisk sammenheng. Kjemiske forhold i vassdragene er derimot kartlagt i forbindelse med det langsiktige overvåkningsprogrammet for vassdrag som drives av Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, den såkalte DVF's elveserie (Sivertsen et al. 1980, Skogheim & Sivertsen 1981).

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1. Beliggenhet og topografi

Sokndalsvassdraget ligger i sin helhet i Rogaland fylke, i det området som kalles Dalane (fig. 1). Vassdraget har sine kilder i fjellområdene ved E-18 mellom Heskestad og Helleland, og munner ut i havet ved Sogndalstranda like nedenfor tettstedet Hauge i Dalane. Avstanden fra nedbørfeltets nordgrense til havet er ca. 20 km i luftlinje. Nedbørfeltets areal er på ca. 300 km^2.

Nedbørfeltet er svært kupert, og karakterisert ved mange trange dalfører omgitt av 100-300 m høye fjell. Høyeste punktet er Grønhaug (631 m o.h.) i den nordøstre delen av området. Størstedelen av nedbørfeltet ligger lavere enn 400 m o.h., og bare et fåtall fjelltopper rager høyere enn 500 m o.h.

Mange små og store vann ligger spredt i nedbørfeltet, spesielt i de to vestligste greinene (Barstadvassdraget og Steinevassdraget). Små vann forekommer tallrikest i de øvre deler av feltet, mens større innsjøer opptrer i vassdragets midterste del, i høydeintervallet 130-230 m o.h. Mange av vannene er sterkt forgreinet og svært dype.

2.2. Elver og innsjøer

Sokndalsvassdraget er oppdelt i fire greiner (fig. 1). Den østligste greina kalles Mydlandsvassdraget. Nederst renner elva i fosser og stryk, mens det lenger oppe ligger flere vann med Guddalsvatn (176 m o.h.) og Mydlandsvatn (232 m o.h.) som de største.

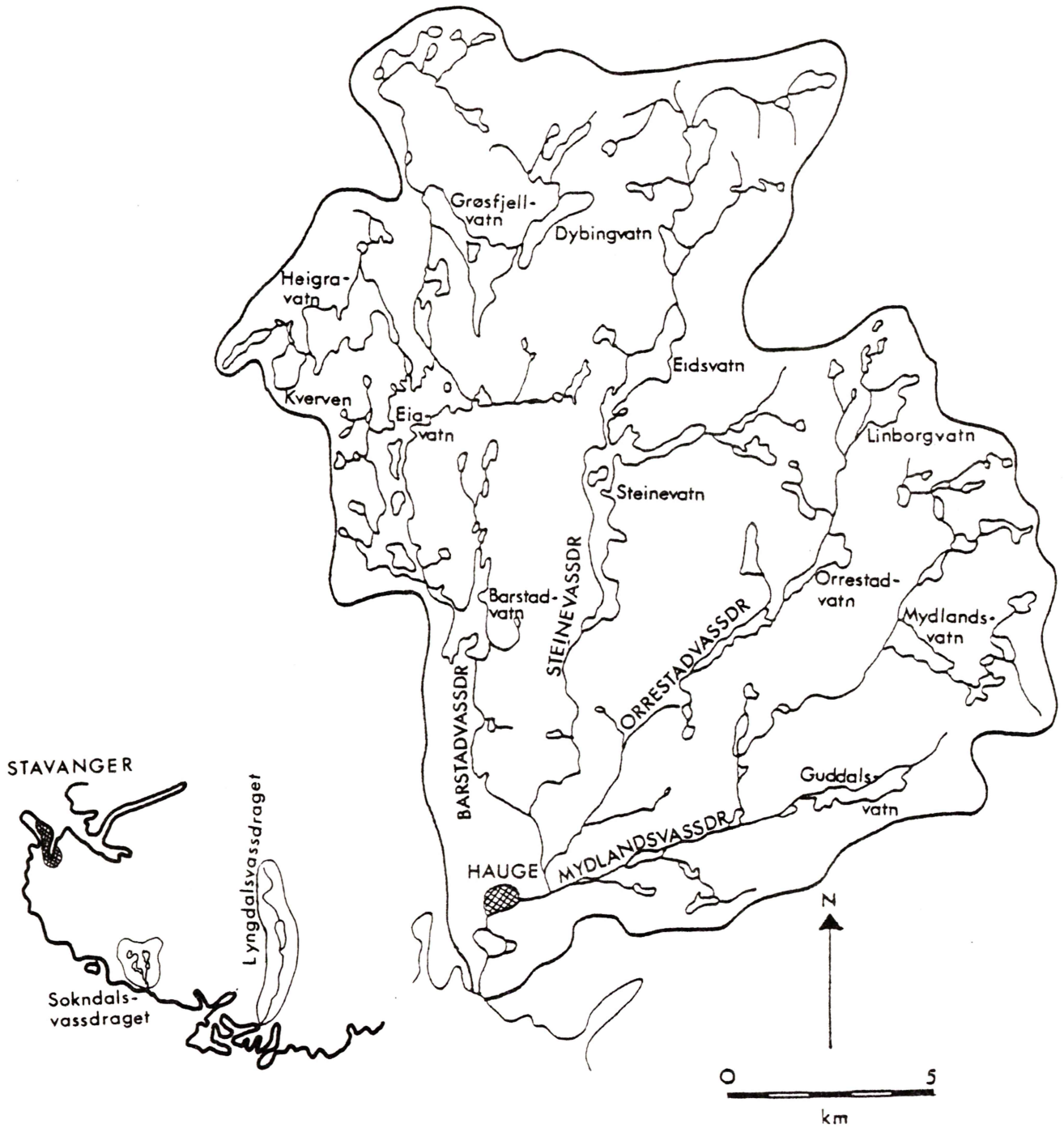


Fig. 1. Sokndalsvassdragets beliggenhet og avgrensning.

Nabogreina i vest er Orrestadvassdraget, som også har vannene samlet i øvre og midtre delen, med Myssavatn (152 m o.h.), Orrestadvatn (174 m o.h.) og Linborgvatn (314 m o.h.) som de største. Orrestadvatn og Linborgvatn har vært regulert fram til 1965 av A/S Titania.

Steinevassdraget drenerer de to store vannene Eidsvatnet (ved E-18) og Steinsvatnet (begge 153 m o.h.) og områdene nordenfor. Elva renner nedenfor Steinsvatnet i fosser og stryk gjennom et uveisomt terreng, og like ovenfor Lindland løper den sammen med Barstadvassdraget, som utgjør den vestligste greina. Barstadvassdraget drenerer en rekke store vann, bl.a. Grøsfjellvatn (176 m o.h.), Heigravatn, Eiavatn (139 m o.h.) og Barstadvatn (134 m o.h.). Ved elvemøtet med Steinevassdraget ligger et kraftverk, og flere av vannene i Barstadvassdraget er regulert.

De siste 5-6 km fra kraftverket og ned til sjøen renner elva stort sett stilleflytende, omgitt av løsavsetninger.

Det foreligger målinger av årlig årsavløp for alle fire hovedgreinene av vassdraget. Barstadvassdraget har størst årlig avløp, målt til ca. 188 mill. m^3, mens tilsvarende tall for Steine-, Orrestad- og Mydlandsvassdraget er hhv. ca. 125, 68 og 30 mill. m^3. Dette betyr at de vestligste greinene har størst nedbørfelt og årlig avløp.

Fiskebestanden i Sokndalsvassdraget har i de seinere år vært i sterk tilbakegang på grunn av forsuring av elvevannet. De store innsjøene har ifølge lokalbefolkningen fortsatt en viss bestand av aure og røye. Det synes som om røyebestanden er hardest rammet av forsuringen, og f.eks. i Eiavatnet er den nesten borte. I den nederste delen av vassdraget (nedenfor Hauge) skal det finnes trepigget stingsild, og fortsatt går noe sjøaure opp i vassdraget.

2.3. Klima

Nærmeste meteorologiske stasjoner er Nordre Eigerøy (63 m o.h.) ved Egersund og Ualand-Bjuland (196 m o.h.) like nord for Sokndalsvassdragets nedbørfelt. Data fra Nordre Eigerøy skulle gi et godt bilde av klimaforholdene i nedre deler av nedbørfeltet, mens Ualand-Bjuland burde dekke de indre delene ganske godt.

Hele nedbørfeltet har et typisk kystklima. Nedbørforholdene er imidlertid variable med omtrent dobbelt så mye nedbør i de indre delene som ute ved kysten. Temperaturen er også gjennomgående lavere i indre og høyereliggende strøk (fig. 2).

I 1982 var nedbørmengdene i mars, mai, august, september, november og desember store, mens spesielt juni og juli hadde lite nedbør (fig. 2). Nedbørsummen for hele året var

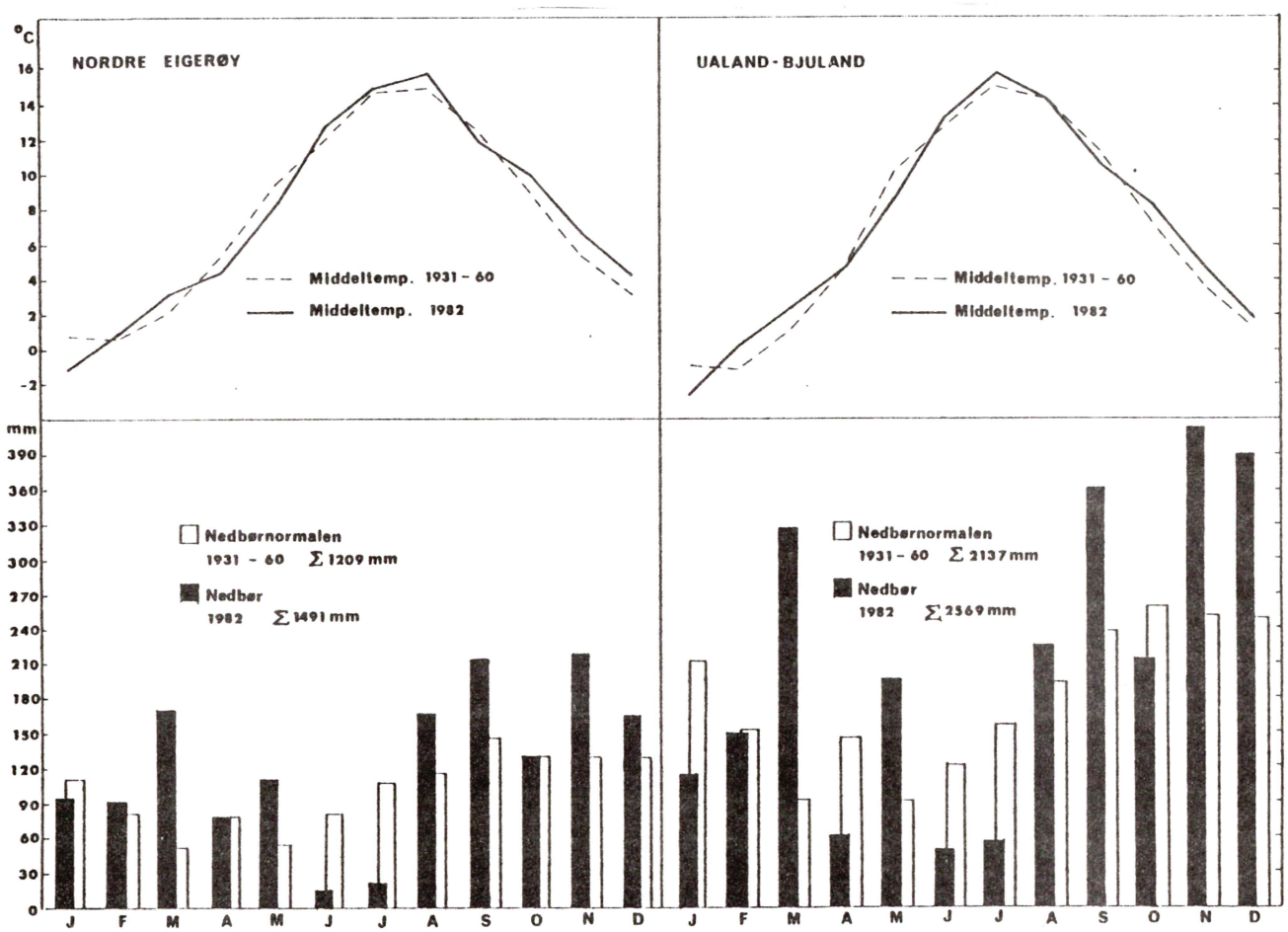


Fig. 2. Månedsmiddeltemperatur (°C) og månedsnedbør (mm) ved Nordre Eigerøy og Ualand-Bjuland.

300-400 mm større enn normalt. Sommertemperaturen var noe høyere enn normalt, men avvikene var ikke store.

2.4. Geologi

For en mer detaljert oversikt over geologiske forhold i Sokndalsvassdraget henvises til Sjulsen (1983).

Sokndalsvassdraget tilhører geologisk det såkalte Egersund-feltet. Dette området har en komplisert berggrunnsgeologi, og er siden 1930-åra blitt studert av den belgiske geologi-professoren Paul Michot med mange medarbeidere.

Det som kjennetegner feltet er anortositten, en hard og kalk-fattig bergart som kan variere i farge fra helt hvit til mørk (Oftedahl 1974). I Sokndalsvassdraget dominerer anorto-sitten i de østlige og vestlige deler av nedbørfeltet (fig. 3), og gir naturen der et goldt og karrig preg. I de sentrale deler av vassdraget finner monzonoritt og kvartsmonzonoritt (fig. 3). Strøkene omkring Hauge er bygd opp av leuconoritt og noritt, en slags gabbrobergart som gir grunnlag for en noe rikere vegetasjon enn ellers i nedbørfeltet.

I tilknytning til anortositten finnes enkelte steder den jern- og titanholdige ilmenittmalmen, som utvinnes av selskapet A/S Titania. Tidligere har det vært gruvedrift i Storegangen ved Sandbekk (Orrestadvassdraget), men gruvevirksomheten drives nå bare ved Tellnes utenfor Sokndalselvas nedbørfelt.

Kvartærgeologiske avsetninger forekommer sparsomt, og er begrenset til små morener i dalførene i området.

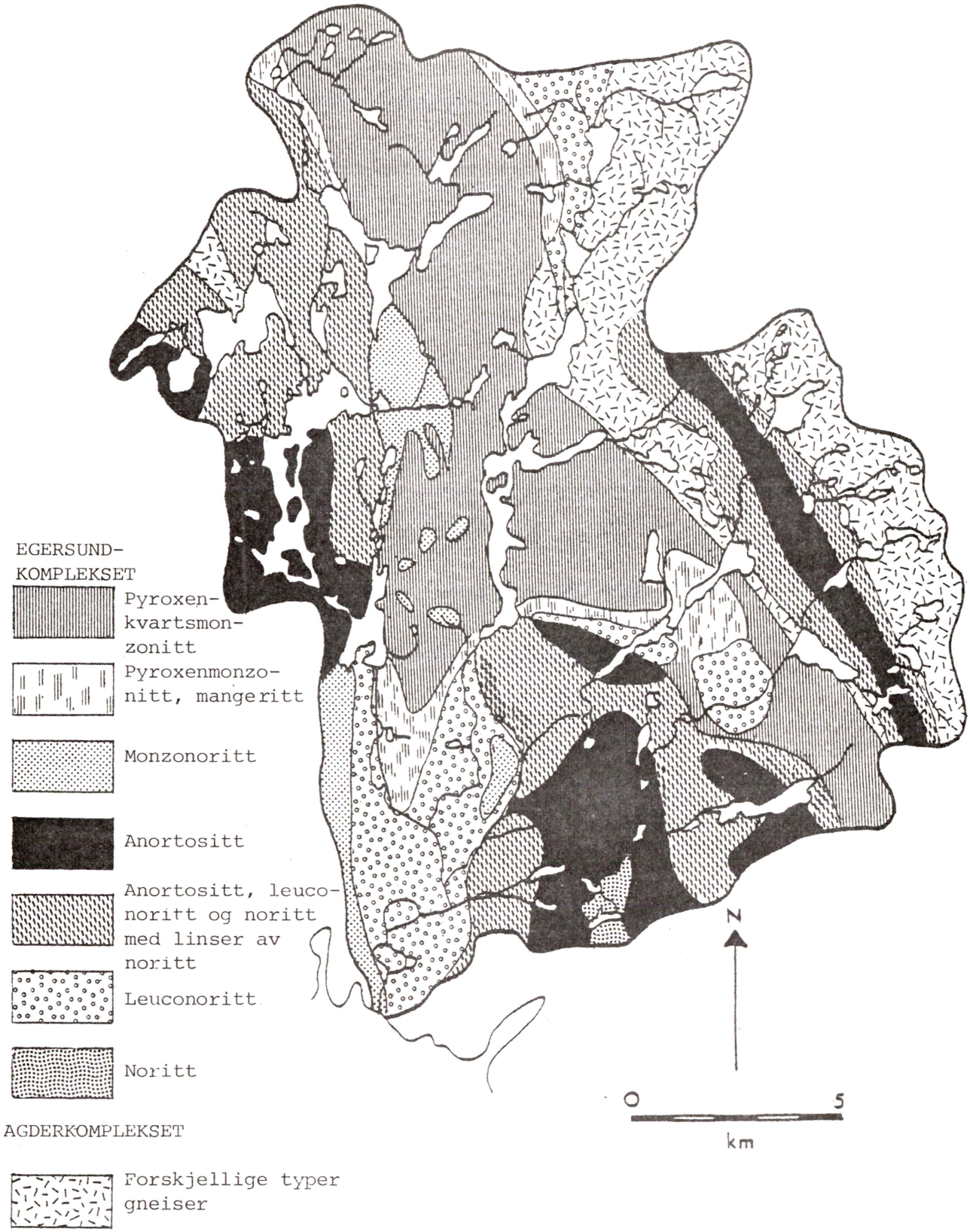


Fig. 3. Berggrunnsgeologisk kart over Sokndalsvassdragets nedbørfelt (fra Sjulsen 1983).

2.5. Vegetasjon

Vegetasjonen i området er behandlet mer inngående av Drangeid (in prep.).

De harde og sure bergartene i Sokndalsvassdraget gir grunnlag for en fattig vegetasjon. Området er dessuten sterkt utsatt for vind, da det ligger ut mot Nordsjøen og mangler skjærgård som kan gi ly.

De østre og vestre delene, som domineres av anortositt, består av et goldt og opprevet fjellterreng. Bart fjell ligger åpent, og innimellom vokser lyng, grasarter og noe fjellbjørk. I norittfeltet i vassdragets sentrale deler er vegetasjonen rikere. Her vokser det endel lauvskog, som går over i edellauvskog i enkelte sørvendte dalsider.

Skoggrensa ligger lengst i sør på 200-300 m o.h., men stiger innover i landet til ca. 400 m o.h. på beskyttede steder. De skogbare områdene utgjør størstedelen av landarealene i nedbørfeltet.

Vannvegetasjonen er sparsom. Strendene er preget av stein og fast fjell, og bare på mer beskyttede steder finnes vel-utviklet litoralvegetasjon. Under beskrivelsen av de under-søkte innsjøene er vannvegetasjonen behandlet mer inngående.

De fleste innsjøene i området er av typen lobeliasjøer, mens enkelte mindre vann kan karakteriseres som dysjøer. Små mesotrofe - eutrofe vann forekommer dessuten i tilknytning til dyrka mark og bebyggelse.

2.6. Menneskelig påvirkning

Bebyggelsen i Sokndalselvas nedbørfelt er vesentlig konsentrert i den nedre delen, hvor bygdesenteret Hauge med ca. 2000 innbyggere ligger. Ved Heskestad og Ualand øverst i vassdraget finnes også endel bebyggelse. Ellers er det spredt gårdsbebyggelse langs sideelvene i vassdraget.

Avrenninga fra den spredte bebyggelsen vil være liten i forhold til vannføringa i elvene, og bare påvirke kjemiske og biologiske forhold i vassdragene i liten grad. Det er likevel en viss variasjon fra vann til vann. Orrestadvatn har krystallklart, reint vann, mens det i Barstadvatn og Eidsvatn trolig er en viss forurensning fra hhv. Barstadgårdene og Ualand/Heskestad.

Jordbruket er basert på fehold, og det aller meste av utmarksaralene benyttes som sauebeite eller beite for storfe. Det store beitetrykket vil påvirke vegetasjonen i retning av mer gras og mindre lyngvegetasjon. Dette skulle forventes å virke gunstig inn på surhetsgraden i vassdraget (Rosenqvist 1977).

A/S Titania har tidligere (1918-1965) brudt ilmenittmalm i Storegangen ved Sandbekk, og inntil 1965 var det store slamutslipp i elva. Ved Sandbekk ligger store slagghauger etter gruvedrifta, og elveleiet er omgitt av gruveslam på begge sider flere hundre meter nedover. Dette påvirker de kjemiske forholdene i elva sterkt.

Europavei 18 krysser den nordlige delen av vassdraget ved Eidsvatn og Heskestad.

Guddalsvatn i Mydlandsvassdraget utnyttes til vannforsyningsformål. Barstadvassdraget er regulert, med et kraftverk ved Lindland.

3. MATERIALE OG METODER

Innsamling av materiale foregikk i periodene 20.-27. juni og 5.-13. august 1982. Totalt ble 5 innsjøer og 7 elvestasjoner undersøkt (fig. 4).

3.1. Hydrografi

I innsjøene er vannprøver tatt et stykke utpå, vanligvis over et dyp på ca. 40 m. Det er tatt en vannprøve ca. 1 m over bunnen, en fra 10-13 m dyp og en fra 1 m dyp. Prøvene ble tatt med 2 l Ruttner vannhenter med innebygd termometer. Vannet ble fylt på 1 l plastflasker og lagret mørkt og kjølig. På elvestasjonene ble prøvevannet fylt direkte på plastflasker.

Følgende hydrografiske parametre ble målt i felt: temperatur, siktedyp, innsjøfarge, vannfarge (mg Pt/l), pH, konduktivitet (K_{25}) og oksygeninnhold.

Siktedyp og innsjøfarge ble målt med en hvit, rund Secchi-skive med diameter 25 cm. Innsjøfargen, som ble avlest med skiva nedsenket på halvt siktedyp, er angitt etter Lundqvist-Ströms fargeskala (Ström 1943).

Vannfargen (mg Pt/l) ble målt med en Hellige Nessleriser fargekomparator.

pH (surhetsgraden) ble målt med Hellige fargekomparator. Indikatorene metylrødt og bromkresolgrønt ble benyttet. Da de to indikatorene ga avvikende resultater i det felles måleområdet, ble de kontrollert mot et elektrisk pH-meter av typen Radiometer. Vannprøver fra Sokndalsvassdraget ble benyttet. pH-meteret var på forhånd innstilt mot tre buffere (pH 4,1, 5,9 og 7,45).

Tabell 1. Resultater fra kolorimetriske pH-målinger sammenlignet med verdier oppnådd ved bruk av elektrisk pH-meter (Radiometer).

Prøve nr.	Bromkresol-grønt	Metyl-rødt	pH-meter
1	4,7	5,1	5,37
2	4,3	4,7	4,94
3	-	4,7	4,94
4	-	5,1	5,16
5	-	4,7	4,93
6	-	4,7	4,66
7	-	5,1	5,30
8	4,3	4,7	4,97
9	4,5	4,9	5,09

Resultatene er ført opp i tabell 1, og viser at begge indikatorene ga for lave pH-verdier. Dette gjelder spesielt bromkresolgrønt, som i gjennomsnitt ga resultater 0,65 enheter under den antatte korrekte verdi. Den samme tendens er funnet ved kontrollmålinger tidligere (Spikkeland 1977), men feilen er ekstra stor i Sokndalsvassdraget. Måling med metylrødt gir noe bedre resultat, som oftest ca. 0,2 enheter lavere enn pH-metermålingene ved lav pH (<5,0) og noe mindre ved pH >5,0.

Årsaken til at indikatorene gir så unøyaktige resultater, er at de er svake syrer. Siden vannet i Sokndalsvassdraget har svært liten bufferevne, vil den lille mengde indikator som tilsettes, senke pH betydelig. pH-målingene er derfor korrigert for målefeil ved å justere opp resultatene der bromkresolgrønt og metylrødt er benyttet med henholdsvis 0,6 og 0,1-0,2 pH-enheter.

Konduktiviteten (ledningsevnen, K_{25}) ble målt ved hjelp av en WTW/LF 56, og er angitt som µS/m ved 25°C.

Oksygeninnholdet er analysert etter den umodifiserte Winkler-metoden (Gaarder 1916). Resultatene er angitt som ml/l O_2 og % O_2-metning.

Vannets innhold av ioner (Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, SO_4, Cl) er analysert ved Limnologisk Institutt, Universitetet i Oslo. Kationkonsentrasjonen er målt med Perkin-Elmer atomabsorpsjons-spektrofotometer, mens anionene er bestemt ved titrering (Bøyum 1975). Innholdet av bikarbonat (HCO_3^-) er ikke analysert. På grunn av lav pH i vassdraget antas bikarbonatinnholdet å være ubetydelig.

3.2. Plankton og litorale krepsdyr

Planktonprøvene ble tatt på samme sted som vannprøvene. Prøvene ble tatt med planktonhov, som ble trukket med konstant hastighet (ca. 12 m/min) fra bunn til overflate. Det ble tatt tre hovtrekk, to trekk med liten hov (diameter 12 cm og dybde 50 cm) og ett trekk med en større hov (diameter 27 cm og dybde 57 cm). Begge hovene hadde maskevidde 90 µm. Prøvene tatt med liten hov er opptelt, mens den tredje prøven bare er sett igjennom for å finne sjeldne arter.

Litorale krepsdyr ble innsamlet med stor hov, ved at den ble ført nær bunnen og gjennom vegetasjonen slik at flere substrat- og vegetasjonstyper om mulig ble dekket.

Stort antall dyr både av plankton og litorale krepsdyr gjorde det nødvendig å fraksjonere enkelte prøver. Fraksjonene inneholdt normalt minst 200 individer, og ble tatt ut av prøven ved hjelp av en spesiell sugepipette. Metoden er tidligere testet og gir bra resultater (Spikkeland 1977).

Rotatorier (hjuldyr) er ikke bearbeidet, men de vanligste artene i planktonet er notert. Bestemmelsen er foretatt etter Donner (1956).

Cladocerene er artsbestemt ved hjelp av Herbst (1962), og i tvilstilfelle er Frey (1965), Smirnov (1971) og Flössner (1972) benyttet. Copepodene er bestemt etter Kiefer (1973), supplert med tekst og tegninger i Sars (1903 og 1918).

Nomenklaturen følger Illies (1978).

3.3. Bunndyr

Bunndyr i innsjøenes strandsone er innsamlet ved sparkemetoden. En stanghov med kvadratisk åpning (sidelengde 24,3 cm) og maskevidde 500 µm ble brukt til å sile av dyra etter at substratet først var blitt sparket opp. Sparkinga foregikk i ett minutt på alle stasjonene.

Det ble i begge feltperiodene tatt sparkeprøver fra tre forskjellige steder i hver innsjø, slik at ulike substrattyper om mulig ble dekket. De tre prøvene er imidlertid slått sammen og bearbeidet under ett.

I rennende vann ble også sparkemetoden og ettminutts-prøver benyttet. Som i innsjøene ble tre sparkeprøver fra hver lokalitet tatt, fortrinnsvis fra forskjellige substrattyper. De tre prøvene er slått sammen og behandlet under ett.

Profundale bunndyr er innsamlet med en van Veen-grabb som dekker et bunnareal på 0,02 m^2. Prøver er med et par unntak tatt på 5 stasjoner pr. innsjø, på dypene 40 m, 30 m, 20 m, 10 m og 1,5-2 m. På hver stasjon er det tatt 5 grabbprøver, som under den videre behandling er slått sammen til en prøve.

Materialet er sortert til orden eller familienivå. Steinfluer, døgnfluer, ryggsvømmere, knott og igler er artsbestemt. Artsbestemmelsen er foretatt av amanuensis Svein Jakob

Saltveit (steinfluer), dr.philos. John Brittain (døgnfluer), dr.philos. Dag Dolmen (ryggsvømmere), cand.real. Jan E. Raastad (knott) og forsker Karen Anna Økland (igler). Nomenklaturen følger Illies (1978).

4. BESKRIVELSE AV DE ENKELTE LOKALITETER

Beliggenheten til vannene og elvestasjonene som inngår i undersøkelsen, er vist på fig. 4. I tabell 2 er karakteristiske data for de enkelte lokaliteter ført opp. UTM-koordinatene for vannene refererer til punktet der vannprøver ble tatt. Arealet er bestemt ved planimetrering på kart med målestokk 1:50 000, og er derfor omtrentlige verdier. Innsjøenes maksimale dyp er etter alt å dømme større enn største registrerte dyp, som er angitt i tabellen.

Tabell 2. Undersøkte innsjøer (lok. 1-6) og elvestasjoner (lok. 7-12) med endel karakteristiske data.

Lok. nr.	Lokalitet	UTM-koordinater	Høyde m o.h.	Areal km^2	Største reg. dyp, m
1	Orrestadvatn	LK 502785	174	0,80	60
2	Eidsvatn	LK 445833	153	1,98	50
3	Barstadvatn	LK 409769	134	1,42	48
4	Eiavatn	LK 392790	139	4,47	50
5	Grøsfjellvatn	LK 403873	176	2,20	55
6	Sokndalselva	LK 413696	10	-	-
7	Orrestadvassdr. I	LK 436720	60	-	-
8	Orrestadvassdr. II	LK 455749	140	-	-
9	Steinevassdr. I	LK 425715	14	-	-
10	Steinevassdr. II	LK 434742	85	-	-
11	Barstadvassdr. I	LK 407735	120	-	-
12	Barstadvassdr. II	LK 401863	160	-	-

4.1. Innsjøer

Alle innsjøene er dype (>50 m), og relativt store. De er mer eller mindre forgreinet, og består av flere delvis adskilte bassenger. De fleste steder er innsjøene omgitt av steile fjellskrenter. Spesielt Orrestadvatn (fig. 5) ligger mellom høye og bratte fjell, mens Barstadvatn, Eiavatn og Grøsfjellvatn er omgitt av noe lavere heier på vestsida. Strandvegetasjon finnes bare i de mest beskyttede vikene. Gjennomstrømminga i vannene må antas å være liten.

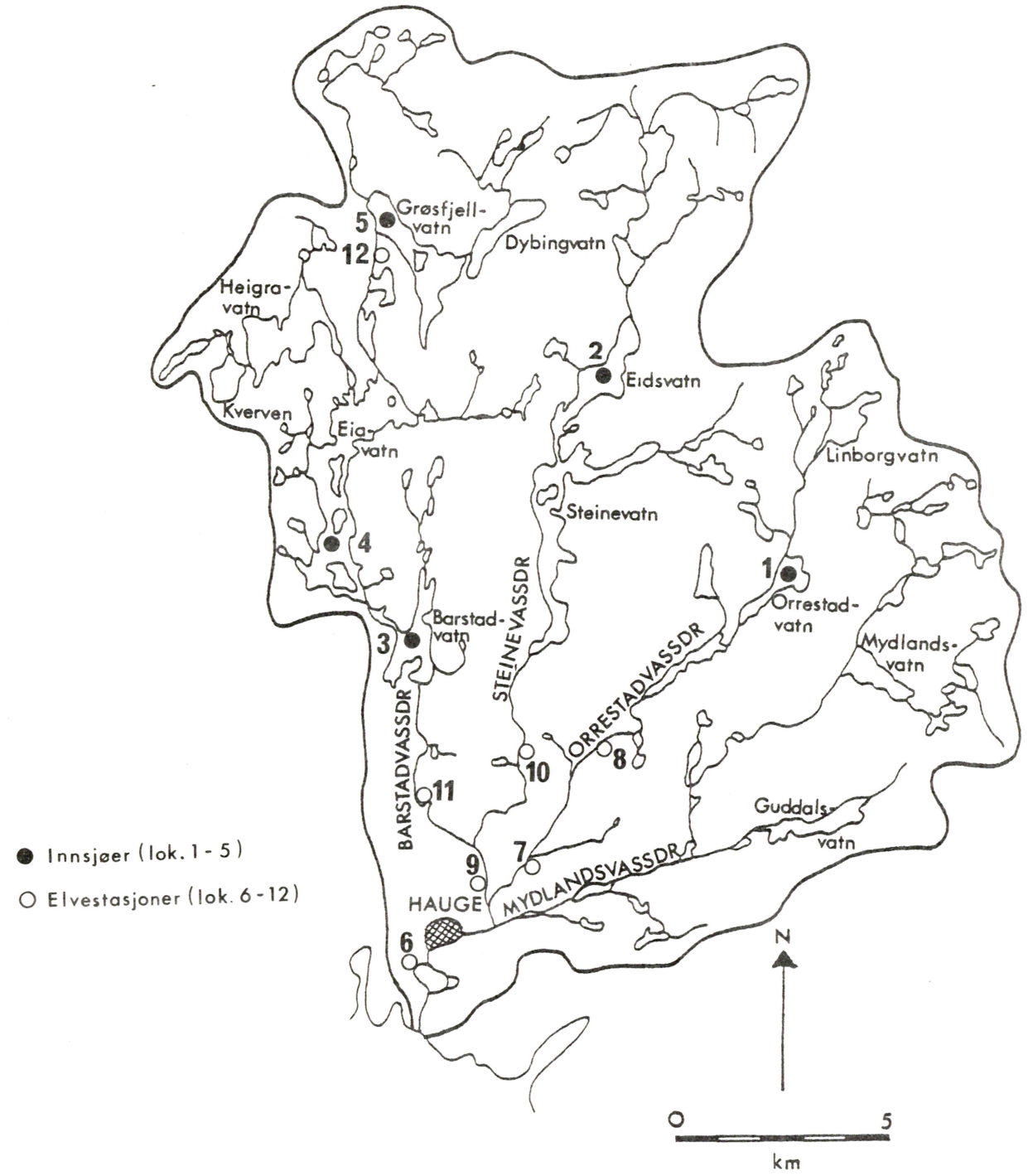


Fig. 4. Undersøkte innsjøer og elvestasjoner.

I tabell 3 er prøvestasjonene i stillestående vann beskrevet. Stasjonene er i de fleste tilfeller lagt på mer beskyttede steder, og det er tatt prøver fra steder med og uten vegetasjon. Stasjonene er derfor ikke helt typiske for disse innsjøene, som gjerne har bratte og steinete strender vanskelig tilgjengelig for undersøkelse.

Typiske plantearter på beskyttede steder er elvesnelle, flaskestarr, krypsiv og botnegras. Arter som trådsiv, flotgras, mannasøtegras, tusenblad og gul nøkkerose ble også registrert. Prøvestasjonen ved Barstadvatn (fig. 6) hadde rikest plantevekst, mens stasjonen ved Grøsfjellvatn var noe fattigere både med hensyn til arts- og individantall. Stasjonene i de andre innsjøene hadde bare sparsom vegetasjon. På noe dypere vann vokser det i alle innsjøene tette enger av brasmegras og vannmoser.

Tabell 3. Beskrivelse av prøvestasjonene i stillestående vann. S: sparkeprøver, L: litoraltrekk med planktonhåv.

Lok. nr.	Lokalitet	Stasjon	Vind-eksponering	Bunnsubstrat	Vannvegetasjon	Dominerende vegetasjon langs bredden
1	Orrestadvatn	S I-II, L I	NØ (sterk)	Grov grus, stein 1-15 cm	-	Fjell med noe grasveg.
		S III, L II	NV (middels)	Grovt org. materiale	Botnegras, elvesnelle	Dyrka mark, noe lauvskog
2	Eidsvatn	S I-II	NØ (liten)	Stein 3-10 cm, sand	-	Dyrka mark
		S III, L I	"	Org. materiale	Botnegras, mose	Dyrka mark
3	Barstadvatn	S I-II	NØ (liten)	Stein 3-10 cm, grus	-	Lauvskog, beitemark
		S III, L I	"	Grovt org. materiale	Elvesnelle, trådsiv, krypsiv, flotgras, gul nøkkerose	Lauvskog, beitemark
4	Eiavatn	S I-II	NV (liten)	Stein 2-10 cm, grus	-	Beitemark
		S III, L I	"	Sand, org. materiale	Botnegras, elvesnelle, krypsiv	Beitemark
5	Grøsfjellvatn	S I-II	Ø (liten)	Stein 2-5 cm, grus	Elvesnelle	Lauvskog, beitemark
				Sand, org. materiale	Elvesnelle, krypsiv, tusenblad	Lauvskog, beitemark

Bunnsubstratet består på dypt vann av mørk gytje, som stedvis inneholder rødbrune lag av utfelte jernhydroksyder. I Orrestadvatn ble grå gytje registrert ved den dypeste stasjonen (42 m). Gytja er i alle vannene nesten fri for organisk materiale, selv inne på 10 m dyp, noe som viser at bare små mengder terrestrisk materiale tilføres innsjøene. Dette har nok sammenheng med at det er lite skog og myr i nedbørfeltet.

Innsjøene er normalt islagt i perioden desember - mars.

Fig. 5. Orrestadvatn fotografert fra innsjøens sørende mot nord.

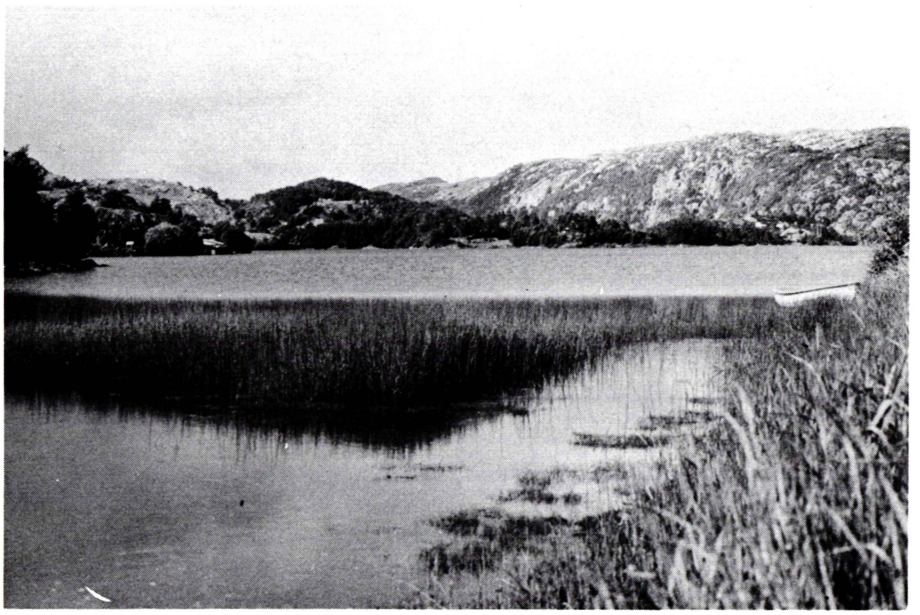


Fig. 6. Barstadvatn fotografert mot nordøst.

4.2. Rennende vann

Prøvestasjonene i rennende vann er i den grad det har vært mulig valgt ut slik at viktige miljøfaktorer som bunnsubstrat og strømhastighet er noenlunde like fra stasjon til stasjon. Det skulle dermed være grunnlag for å sammenligne faunaen på de forskjellige lokalitetene.

Tabell 4. Beskrivelse av prøvestasjoner i rennende vann.

Lok. nr.	Lokalitet	Vanndybde cm	Dominerende bunnsubstrat	Detritus	Vannvegetasjon	Strandvegetasjon
6	Sokndalselva	3-15	Grus, stein 2-10 cm	Lite	Ingen	Dyrka mark, bjørkekratt
7	Orrestadvassdr. 1	5-20	Gruveslam, stein 3-10 cm	Noe	Noe mose	Lauvskog
8	Orrestadvassdr. 2	5-15	Grus, stein 5-30 cm	Lite	Mye mose, noe påvekstalger	Lauvskog, einer
9	Steinevassdr. 1	3-15	Sand, grus	Noe	Noe botnegras	Dyrka mark, lauvkratt
10	Steinevassdr. 2	5-10	Grus, stein 2-15 cm	Noe	Mye mose	Lauvskog
11	Barstadvassdr. 1	5-20	Stein 5-25 cm	Mye	Noe mose	Lauvskog
12	Barstadvassdr. 2	2-15	Stein 10-50 cm	Mye	Mye mose, noe påvekstalger	Lauvskog

Beskrivelse av prøvestasjonene er gitt i tabell 4. Den typiske stasjonen har bunnsubstrat som består av steiner med diameter 5-15 cm. Dette skulle tilsi en strømhastighet på 50-100 cm/sek. (Økland 1975). Mellom steinene er det grus og sand iblandet detritus. På steinene vokser det endel mose, mens påvekst-alger forekommer i liten grad. Lok. 6 (fig. 7), 7 og 9 skiller seg ut med mindre strømhastighet og dermed også mer sand og grus i bunnsubstratet. Botnegras vokser spredt på lok. 9, mens mose og påvekstalger mangler på begge stasjonene.

Lok. 12 (fig. 8) hadde store steiner på bunnen, men den tørre sommeren ga likevel liten vannføring og strømhastighet her i begge feltperiodene. Faunaen ved denne stasjonen er muligens noe preget av utløpseffekt fra Grøsfjellvatn.

Det foreligger bare vannføringsdata fra stasjon 11. Disse er gitt som månedlig gjennomsnittsvannføring (m^2/sek.) for perioden 1970-80. Omregnet til gjennomsnitt på årsbasis gir dette en vannføring på 5-6 m^3/sek. Sommervannføringa ligger normalt på 2-3 m^3/sek.

Lauvskogen dominerer i omgivelsene ved de fleste stasjonene.

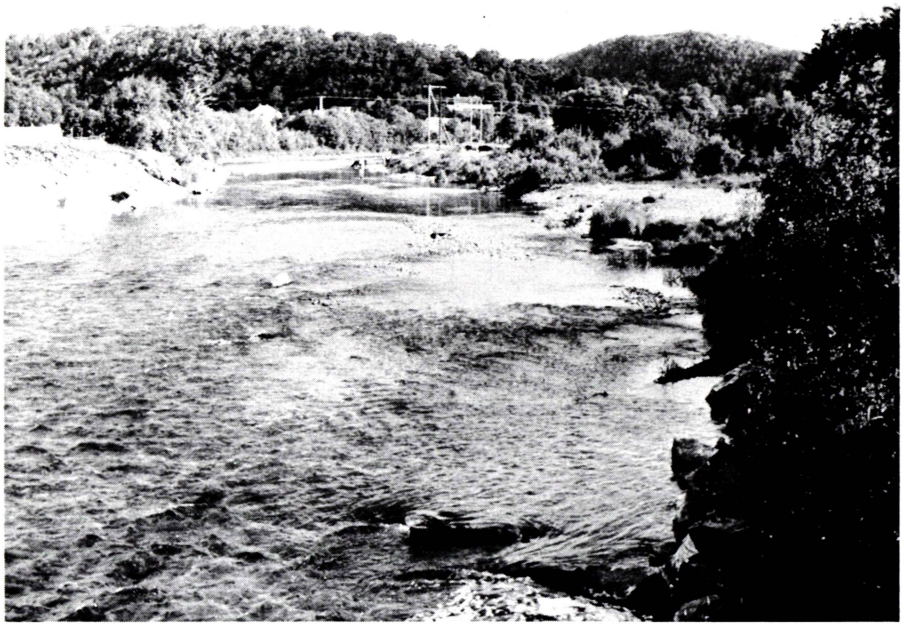


Fig. 7. Sokndalselva nedenfor Hauge (st. 6).

Fig. 8. Barstadvassdraget nedstrøms Grøsfjellvatn (st. 12). Vannføringen i elva var liten i begge feltperiodene.

5. RESULTATER OG DISKUSJON

5.1. Hydrografi

Resultatene fra de hydrografiske målingene er gitt i tabell 5.

5.1.1. Temperatur

Alle prøvestasjonene ligger lavere enn 200 m o.h., og temperaturene er derfor nokså like fra stasjon til stasjon både i vann og elver.

Innsjøene har tydelig temperatursjiktning med 4-6°C i bunnvannet. Termoklinen lå på 8-14 m dyp i alle vannene i 1982.

På grunn av høye temperaturer i juli/august, varierte overflatetemperaturen mellom 18,5 og 21,0°C i vannene, og mellom 19,5 og 23,8°C i elvene. Lavest var temperaturen i Orrestadvassdraget (st. 1 og 7) og høyest i Grøsfjellvatn og i Sokndalselva (st. 6).

5.1.2. Siktedyp, innsjøfarge og vannfarge

Alle innsjøene har ekstremt klart vann til lavlandssjøer å være. Det minste siktedypet, 11,6 m, ble registrert i Eiavatn i juni, men ellers lå det stort sett mellom 12 og 15 m. Orrestadvatn skiller seg imidlertid ut med spesielt klart vann og et siktedyp på 19,0 m i begge feltperiodene.

Innsjøfargen var i alle vannene en blanding av blått og grønt og bare i Orrestadvatn var den blå komponenten dominerende både i juni og august.

Tabell 5. Hydrografiske data fra Sokndalsvassdraget 1982.

Lokalitet	Dato	Dyp m	Temp. °C	pH	σ_{25} mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	SO_4 mg/l	Cl mg/l	Vannfarge mg Pt/l	Siktedyp/ Innsjøfarge	O_2 ml/l	O_2 %
Sokndalselva	25/6		15,0	5,4	4,75	2,18	1,10	5,76	0,68		0,05	10,05	9,00	2			
	7/8		23,8	5,4	5,03	2,35	1,11	6,00	0,70	0,06	0,05	10,00	9,56	4			
Barstadvassdr. st.11	25/6		15,0	5,0	4,32	1,18	0,92	5,88	0,65		0,07	6,82	9,17	1			
	6/8		22,3	5,0	4,80	1,19	0,91	5,76	0,63		0,06	6,55	9,13	3			
st.12	23/6		15,0	4,9	3,97	1,02	0,85	4,98	0,58		0,05	5,90	8,00	3			
	6/8		23,3	4,8	4,30	1,11	0,83	5,20	0,62		0,05	6,22	8,14	3			
Steinevassdr. st.9	25/6		16,0	5,1	4,33	1,27	0,85	5,76	0,60		0,07	6,59	9,03	3			
	7/8		22,1	5,1	4,61	1,25	0,80	5,74	0,60		0,07	6,36	9,03	4			
st.10	21/6		17,3	4,9	4,18	1,11	0,86	4,68	0,60		0,07	6,17	7,43	5			
	7/8		20,3	5,1	4,13	1,25	0,86	5,00	0,55		0,05	6,64	7,79	4			
Orrestadvassdr. st.7	21/6		18,5	6,7	8,34	8,00	2,15	5,18	0,61			13,83	7,50	5			
	7/8		19,5	6,9	12,70	15,15	3,65	5,58	0,85			23,33	8,00	5			
st.8	21/6		18,2	4,9	4,07	0,88	0,68	4,80	0,38			4,93	7,50	4			
	7/8		21,2	5,1	4,00	0,97	0,70	4,96	0,40	0,05	0,05	5,16	7,79	3			
Grøsfjellvatn	Juni	1	15,1	5,1	4,30	0,96	0,79	4,76	0,58		0,08	5,76	7,43	4	13,0 m/	7,2	99,9
		10	10,4	5,1	4,29	0,98	0,78	5,06	0,59		0,06	5,67	7,93	4	grønnlig blå	-	-
		40	6,5	5,1	4,35	1,03	0,77	4,86	0,58		0,06	5,76	7,61	4		8,1	93,0
	Aug.	1	21,0	4,9	4,16	1,13	0,80	5,20	0,58		0,07	6,13	8,14	2	15,9 m/	8,3	128,8
		13	12,1	4,9	4,13	1,08	0,75	5,20	0,59		0,06	5,85	8,14	4	blålig grønn	7,0	91,8
		40	7,0	4,9	4,22	1,03	0,75	5,06	0,60		0,07	5,67	7,61	4		5,7	66,1
Eiavatn	Juni	1	15,3	4,9	4,49	1,18	0,79	5,32	0,64		0,07	6,59	8,28	2	12,0 m/	7,8	108,7
		10	10,3	4,9	4,54	1,21	0,76	5,44	0,64		0,08	6,27	8,50	2	blålig grønn	6,9	86,6
		33	6,5	4,9	4,58	1,15	0,74	5,42	0,62		0,08	6,11	8,50	2		6,3	72,4
	Aug.	1	20,5	4,9	4,69	1,19	0,77	5,62	0,63		0,08	6,09	8,85	4	12,0 m/	7,0	108,1
		13	13,2	4,9	4,78	1,21	0,80	5,50	0,66		0,09	6,32	8,67	5	blålig grønn	8,4	112,6
		40	8,0	4,9	4,61	1,15	0,84	5,42	0,64		0,09	6,36	8,50	5		7,0	83,8
Barstadvatn	Juni	1	15,2	4,9	4,56	1,22	0,84	5,60	0,69		0,07	6,45	8,85	1	11,8 m/	7,8	108,5
		10	10,7	4,9	4,82	1,20	0,87	5,64	0,70		0,08	6,68	8,85	1	grønnlig blå	9,4	119,1
		32	6,5	5,1	4,92	1,20	0,85	5,84	0,70		0,10	6,55	9,20	1		4,3	43,4
	Aug.	1	20,5	5,1	4,59	1,34	0,81	5,66	0,69		0,07	6,82	8,85	5	12,0 m/	8,4	128,9
		13	13,3	5,1	4,72	1,22	0,80	5,92	0,75		0,08	6,73	9,15	5	blålig grønn	6,3	84,6
		40	7,0	5,1	4,88	1,08	0,81	6,02	0,75		0,11	6,27	9,50	5		5,3	61,4
Eidsvatnet	Juni	1	15,2	5,2	3,80	1,13	0,72	4,62	0,78		0,07	5,53	7,70	3	11,6 m/	7,4	102,9
		10	9,7	5,2	3,92	1,05	0,76	4,64	0,79			4,56	8,50	3	grønnlig blå	6,4	79,2
		42	5,5	5,1	3,98	1,16	0,74	4,58	0,78		0,07	5,90	7,50	3		7,0	78,5
	Aug.	1	19,5	5,2	3,85	1,10	0,75	4,60	0,78			4,79	8,25	6	13,3 m/	6,2	92,9
		12	9,9	5,0	4,15	1,27	0,82	4,56	0,78			5,80	7,85	6	blålig grønn	8,0	89,7
		40	5,5	5,0	4,22	1,30	0,74	4,56	0,77		0,08	5,62	7,85	6		7,5	84,2
Orrestadvatn	Juni	1	15,5	5,1	3,91	0,62	0,62	4,42	0,34		0,05	3,60	7,25	2	19,0 m/	6,9	96,6
		10	10,3	5,1	3,91	0,66	0,63	4,26	0,34			3,73	7,00	2	grønnlig blå	8,2	102,9
		40	5,7	5,1	4,00	0,68	0,67	4,04	0,34			3,50	7,00	5		8,2	92,4
	Aug.	1	18,5	4,9	3,98	0,62	0,64	4,42	0,32			4,15	6,85	2	19,0 m/	5,9	82,3
		12	13,2	4,9	3,92	0,69	0,63	4,30	0,34			4,06	6,85	2	grønnlig blå	7,7	102,4
		40	5,5	4,9	3,98	0,70	0,64	4,28	0,35			4,47	6,60	4		7,2	80,7

Vannfargen målt som mg Pt/l viste óg svært lave verdier, 1-6 mg Pt/l. Variasjonene fra stasjon til stasjon var små både i innsjøene og elvene.

Disse målingene viser at Sokndalsvassdraget nesten ikke er påvirket av humusstoffer. Dette har nok sammenheng med at nedbørfeltet inneholder lite skog og myr, og at barskog nesten ikke forekommer. Produksjonen av plante- og dyreplankton synes også å være liten, siden vannet er så klart. Når det gjelder siktedyp, vannfarge og innsjøfarge, har Sokndalsvassdraget stor likhet med vassdrag i snaufjellet.

5.1.3. Oksygeninnhold

Som en kunne forvente, er alle vannene tilnærmet mettet med oksygen, selv om O_2-prosenten synker noe i dypet utover sommeren. Det relativt lave oksygeninnholdet på 32 m dyp i Barstadvatn i juni ble ikke bekreftet i august, og skyldes trolig målefeil.

En viss overmetning av oksygen i øvre vannlag ble funnet i noen av vannene både i juni og august.

5.1.4. Surhetsgrad (pH)

Feilkilder ved pH-målingene er diskutert i kap. 3.1.

Med unntak av de områder av Sokndalsvassdraget som er påvirket av tilsig fra slagghaugene ved Sandbekk, er surhetsgraden nokså ensartet i hele vassdraget. pH varierer på de upåvirkede stasjonene mellom 4,8 og 5,2. Det er en tendens til høyest pH i juni, men avvikene er små.

Blant vannene skiller Eiavatn seg ut med noe lavere pH i gjennomsnitt (4,9) enn de andre, men også her er forskjellen liten. Dette er forøvrig hva en måtte forvente siden vannet ligger i et anorthosittområde.

Effekten av tilsiget for det tidligere gruveområdet ser en tydelig i Orrestadvassdraget. I øvre delen (st. 1 og 8) er pH 4,9-5,2, mens pH nedenfor Sandbekk (st. 7), der slagghaugene ligger, er 6,7-6,9. Gruvetilsiget påvirker hele vassdraget nedenfor Sandbekk, og i Sokndalselva et par km ovenfor utløpet (st. 6) ble pH i begge periodene målt til 5,4. En viss positiv effekt på surhetsgraden fra jordbruksområdene i den nedre delen må en også regne med.

De målte pH-verdiene viser god overensstemmelse med data fra DVF's elveserie (Sivertsen et al. 1980, Skogheim & Sivertsen 1981, Skogheim pers.medd.). pH-verdiene er imidlertid gjennomgående noe høyere enn DVF's data fra samme periode, noe som kan ha sammenheng med at ulike metoder for pH-bestemmelsene er benyttet.

Ut fra resultatene må Sokndalsvassdraget karakteriseres som et vassdrag med meget surt vann, og har på dette området stor likhet med flere andre større vassdrag i Agder og Rogaland.

5.1.5. Konduktivitet (K_{25})

Konduktiviteten eller ledningsevnen (K_{25}) er et mål på vannets innhold av oppløste salter.

Også konduktiviteten viser liten variasjon innen nedbørfeltet, når en ser bort fra de gruvepåvirkede delene. Det er likevel en svak økning i konduktivitet ned mot kysten. Dette har sammenheng med økende tilførsel av havsalter via luft og nedbør desto nærmere sjøen en kommer. Orrestadvatn hadde en ledningsevne på 3,9-4,0 µS/m, mens den nederst i vassdraget var 4,7-5,0 µS/m.

Tilsig fra slagghaugene ved Sandbekk gir lokalt sterk økning i ledningsevnen. Ved st. 7 nedenfor Sandbekk ble K_{25} målt til 8,3 µS/m i juni og 12,7 i august. Nedenfor samløpet med de andre tre greinene av vassdraget synker K_{25} sterkt, og var ved st. 6 ca. 4,8 og 5,0 µS/m i hhv. juni og august.

Sammenlignet med andre store vassdrag i Sør-Norge er K_{25} i Sokndalsvassdraget relativt høy (jfr. Gjessing et al. 1976). Dette har utvilsomt sammenheng med vassdragets kystnære beliggenhet, som medfører at nedbørfeltet mottar relativt store mengder havsalter (Na, Mg, Cl og delvis også SO_4) både med nedbøren og som aerosoler og tørravsetning (jfr. Wright & Henriksen 1978, Henriksen et al. 1982).

5.1.6. Oppløste salter

De saltene som er analysert, framgår av tabell 5. Deteksjonsgrensa for Mn og Fe er ved den anvendte analysemetode satt til 0,05 mg/l. Jernkonsentrasjonen ligger i de fleste tilfeller under dette, mens mengden av mangan ligger i overkant av 0,05 mg/l.

Orrestadvassdraget ved Sandbekk (st. 7) utmerker seg ved å ha høyere konsentrasjoner både av Ca, Mg og SO_4 enn de andre stasjonene. Dette må tilskrives slagghaugene i området. Ellers er det svakt økende konsentrasjon av alle salter nedover mot kysten.

Konsentrasjonen av Ca er svært lav ved alle stasjoner unntatt ved st. 6 og 7 (gruvepåvirkning), og ligger i intervallet 0,6-1,3 mg/l. Dette er konsentrasjoner som bare i liten grad overskrider Ca-konsentrasjonen i nedbøren (jfr. Henriksen et al. 1982). Orrestadvatn utmerker seg med et Ca-innhold på omtrent halvparten av innholdet i de andre lokalitetene (ca. 0,6 mg/l). Ved Sandbekk var Ca-konsentrasjonen ca. 8,0 og 15,0 mg/l (juni og august hhv.).

Vannets innhold av Mg var i gjennomsnitt vel 75% av Ca-innholdet, noe som betyr at andelen av Mg er relativt stor. Dette må tilskrives atmosfærisk tilførsel med havet som kilde.

Både Na, Cl og SO_4 forekommer i relativt høye konsentrasjoner. Også disse sonene er trolig i det vesentlige tilført via atmosfæren. Na og Cl stammmer fra havet. Dette gjelder også endel av SO_4, men mye sulfat har også antropogen opprinnelse (Wright & Henriksen 1978, Overrein et al. 1980, Henriksen et al. 1982).

Kaliumkonsentrasjonen viser den relativt sett største variasjonen, fra ca. 0,35 mg/l i Orrestadvatn til ca. 0,80 mg/l i Eidsvatn. Ved st. 7 (Sandbekk) ble det dessuten målt 0,85 mg/l i august. Det relativt høye K-innholdet i Eidsvatn har trolig sammenheng med kloakkutslipp og jordbruksavrenning i Heskestad - Ualandsområdet, men kan muligens også skyldes en noe annen berggrunn der enn i vassdraget ellers.

I forhold til andre vassdrag er det små variasjoner i konsentrasjonen av oppløste salter. Selv om det er en viss variasjon i geologiske forhold, gir ikke det seg noe vesentlig utslag i vannets kjemiske sammensetning. Dette peker i retning av at atmosfærisk tilførsel er den viktigste kilden til saltinnholdet i vassdraget.

5.1.7. Ionebudsjett

Gjennomsnittlig ionesammensetning i Sokndalsvassdraget er i tabell 6 angitt både som mg/l og µekv/l. Dessuten er summen av hhv. anioner og kationer angitt. Standardavviket er spesielt stort for Ca, noe som til en viss grad skyldes høye konsentrasjoner ved st. 7. For Na, K og Cl er avvikene små.

Analysene gir en totalsum av kationer på 351 µekv/l, mens anionsummen er 365 µekv/l. I dette regnestykket er hverken H^+ eller Al^{3+} tatt med. En pH på 4,9 tilsvarer ca. 12,5 µekv/l H^+. Videre antyder data fra DVF's elveserie (Skogheim pers.medd.) en aluminiumskonsentrasjon på 66-179 µg/l i juni, svarende til 7,3-20,0 µekv/l. I tillegg vil også andre anioner og kationer opptre i små mengder. Selv om en tar hensyn til dette, vil

Tabell 6. Gjennomsnittlig ionesammensetning i Sokndalsvassdraget i 1982 angitt som mg/l og µekv/l. De angitte verdier er gjennomsnittet av juni- og augustprøvene. Antall prøver er 44.

	mg/l		µekv/l	
	Md	SD	Md	SD
Na^+	5,13	± 0,55	223	± 24
K^+	0,61	± 0,14	16	± 4
Mg^{2+}	0,88	± 0,48	32	± 17
Ca^{2+}	1,60	± 2,35	80	±118
SO_4^{2-}	6,51	± 3,13	135	± 65
Cl^-	8,16	± 0,77	230	± 22
Σ Kationer	8,22		351	
Σ Anioner	14,67		365	

avviket mellom anionsum og kationsum, neppe overskride 5%, og ionebalansen må derfor karakteriseres som god (jfr. Golterman 1970).

Ut fra de målte konsentrasjonene blir beregnet konduktivitet ved 25°C 4,74 µS/m mot målt gjennomsnittsverdi 4,61 µS/m. Tas det hensyn til H^+ og Al^{3+}, blir beregnet verdi noe høyere.

Tabell 7. Gjennomsnittlig ekvivalentprosent for de viktigste ionene i Sokndalsvassdraget sammenliknet med Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981), Kynna i Hedmark (Sandlund & Halvorsen 1980) og i Hemsedal (Bjerke & Halvorsen 1982).

	Sokndals-vassdraget	Lyngdals-vassdraget x)	Kynna	Hemsedal
Na	63,5	47,9	19,4	20,5
K	4,6	5,3	3,4	4,8
Mg	9,1	16,8	25,9	19,3
Ca	22,7	30,0	51,9	55,4
HCO_3	-	1,6	50,7	36,2
SO_4	37,0	63,2	45,3	56,7
Cl	63,0	34,9	4,3	7,1

x) Gjennomsnittet av de angitte verdier for perioden 1971-1980 er benyttet.

I tabell 7 er prosentvis sammensetning av dominerende ioner i Sokndalsvassdraget sammenliknet med tilsvarende data fra andre områder i Sør-Norge. Av kationer spiller Na svært stor rolle i Sokndalsvassdraget, og er overlegent det dominerende kation. I mindre sure vassdrag er det normalt Ca som spiller

denne rollen, men i Sokndal er Ca's ekvivalentprosent bare 22,7. Konsentrasjonen av bikarbonat (HCO_3^-) er på grunn av den lave pH i Sokndalsvassdraget antatt å være tilnærmet 0. Det dominerende anion er Cl, mens SO_4 bare har halvparten så stor ekvivalentprosent. Dette er nøyaktig motsatt av hva forholdet er i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981). I de andre områdene betyr Cl enda mindre, mens HCO_3 eller SO_4 er dominerende anioner.

Sokndalsvassdraget er altså karakterisert ved svært stor ekvivalentprosent av Na og Cl, og dette skyldes som tidligere påpekt nedbørfeltets høye årlige nedbørsum og kystnære beliggenhet, som gir stor tilførsel av havsalter.

5.2. Bunndyr i rennende vann

Bunnprøvene er tatt med sparkemetoden (se kap. 3.3). Denne metoden er ikke kvantitativ, men vil likevel kunne gi et grovt bilde av relative tettheter i de forskjellige lokalitetene. Sammenlikning av resultatene fra de ulike prøvestasjonene skulle derfor være mulig.

Resultatene er ført opp i tabell 8. Det er stor variasjon fra stasjon til stasjon med hensyn til bunndyrtetthet (se fig. 9). Stasjon 7 (Sandbekk) skiller seg ut med svært lite dyr, og med vannmidd som dominerende gruppe. Den lave bunndyrtettheten antas å ha sammenheng med tilsig fra gruveområdet, og skyldes muligens giftvirkning fra tungmetaller.

Sokndalselva nedenfor Hauge (st. 6) har i gjennomsnitt for begge feltperiodene størst tetthet av bunndyr. Deretter følger st. 8 og st. 12. I juni var bunndyrtettheten størst ved st. 6, mens den i august var størst ved st. 10 (fig. 9).

Tabell 8. Forekomsten av bunndyrgrupper i rennende vann i Sokndalsvassdraget sommeren 1982. Resultatene fra juni er ført opp øverst og august nederst i tabellen.

		Stasjon								
		6	7	8	9	10	11	12	Sum	%
Rundorm	Nematoda			2			3		5	0,2
Børstemark	Oligochaeta	1		3	21		15	1	41	1,8
Øyenstikkere	Odonata		1						1	0
Døgnfluer	Ephemeroptera							1	1	0
Steinfluer	Plecoptera	425	5	213	85	44	29	9	810	35,0
Vårfluer	Trichoptera	20	8	98	46	6	58	159	395	17,1
Mudderfluer	Megaloptera				2		1	1	4	0,2
Vannbiller	Coleoptera			2					2	0,1
Knott	Simulidae	5		1		13	5	16	40	1,7
Fjærmygg	Chironomidae	258	7	134	73	85	116	99	772	33,4
Tovinger ubest.	Diptera	31		9	5	7	2	20	74	3,2
Vannmidd	Hydracarina	18	11		18	47	64	11	169	7,3
Antall ind.		758	32	462	250	202	293	317	2314	100
Antall ind. pr. min. prøve		253	11	154	83	67	98	106		
Rundorm	Nematoda				1				1	0
Børstemark	Oligochaeta	4	4		20	9	4	1	42	2,0
Steinfluer	Plecoptera	154	3	27	26	24	7	21	262	12,5
Vårfluer	Trichoptera	100	13	250	12	166	103	191	835	39,9
Mudderfluer	Megaloptera			4		2			6	0,3
Vannbiller	Coleoptera			2	1				3	0,1
Knott	Simulidae	53	26	2		39		6	126	6,0
Fjærmygg	Chironomidae	99	16	73	70	201	66	68	593	28,3
Tovinger ubest.	Diptera	15	1	2	1	48	1	3	71	3,4
Vannmidd	Hydracarina	23	30		20	64	1	18	156	7,4
Antall ind.		448	93	360	151	553	182	308	2095	99,9
Antall ind. pr. min. prøve		149	31	120	50	184	61	103		

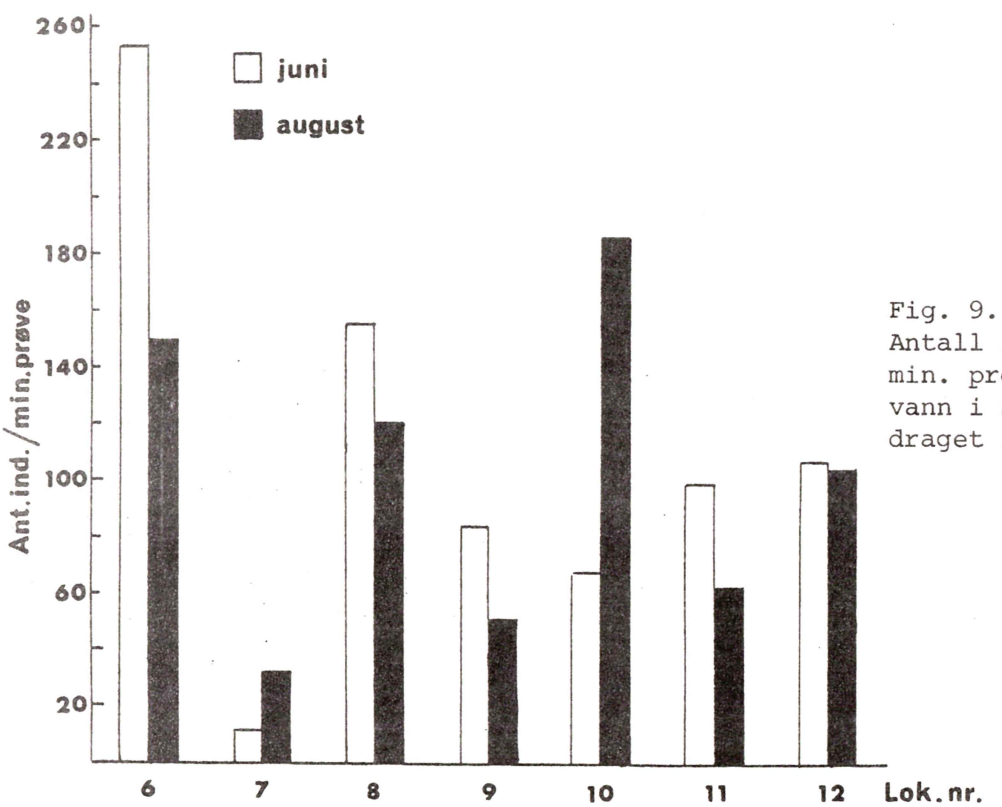


Fig. 9.
Antall individer pr. min. prøve i rennende vann i Sokndalsvassdraget 1982.

Sammenlignet med andre områder hvor tilsvarende innsamlingsmetode er benyttet, f.eks. Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981) og Tovdalsvassdraget (Saltveit 1980), er bunndyrtettheten i Sokndalsvassdraget relativt liten. Det kan imidlertid være store forskjeller mellom de enkelte prøvestasjoner i alle disse områdene, slik at sammenlikning av resultatene ikke nødvendigvis gir et reelt bilde av tetthetsforholdene.

En faktor som er av stor betydning for bunndyrtettheten, er fiskebestanden. Men siden fiskebestanden i området ikke er undersøkt, er det ikke mulig å vurdere betydningen av denne faktoren.

De enkelte dyregruppers prosentvise forekomst er vist i fig. 10. Tovinger utgjør den tallrikeste gruppen, og av disse er den overveiende delen fjærmygglarver (tabell 8). Vårfluene er også tallrike, spesielt i august, og omfatter nesten uten unntak frittlevende arter. Steinfluene opptrer også i stort antall, spesielt i juni. Materialet er artsbestemt og blir kommentert nedenfor. Gruppa knott er fåtallig, det samme gjelder børstemark.

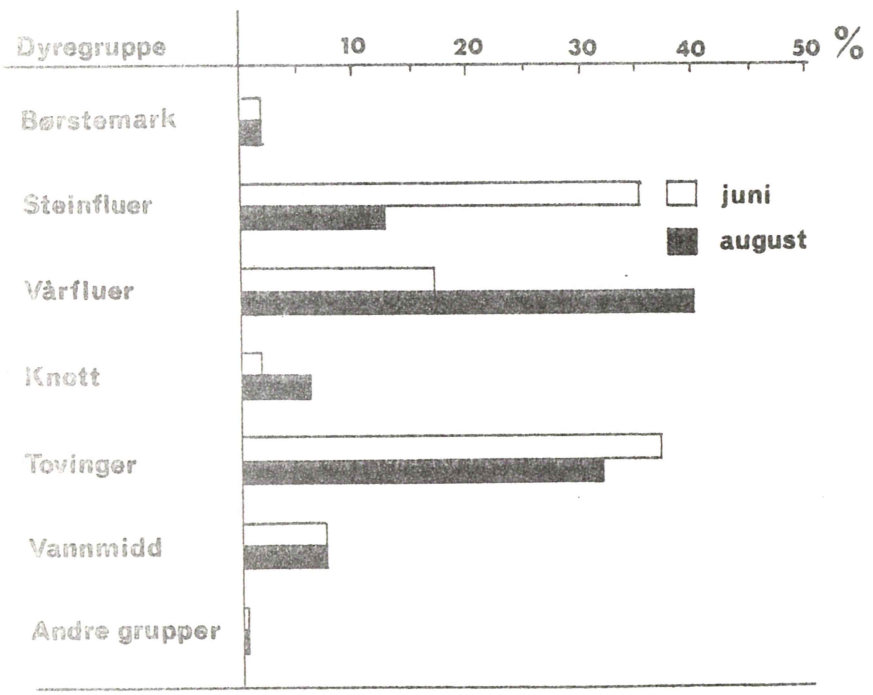


Fig. 10.
Prosentvis forekomst av bunndyr i rennende vann i Sokndalsvassdraget 1982.

Når det gjelder bunnfaunaens dominansforhold er det store likheter mellom Sokndalsvassdraget og vassdragene i Tovdalen og Lyngdalen. Steinfluene synes imidlertid å være mer tallrike i Sokndalsvassdraget, mens knott er fåtallig og døgnfluer nesten ikke er påvist.

5.2.1. Døgnfluer (Ephemeroptera)

Det ble bare påvist ett individ i denne gruppa i rennende vann. Arten var *Leptophlebia vespertina*, og ble funnet ved st. 12. Denne arten er vanlig over hele landet, og synes å være spesielt godt tilpasset surt vann. Arten foretrekker stillestående vann, og ble påvist i flere innsjøer i vassdraget (se pkt. 5.3).

Sammenlignet med andre vassdrag er forekomsten av døgnfluer i rennende vann svært sparsom. En viktig årsak til dette er det sure vannet i vassdraget (jfr. Overrein et al. 1980).

5.2.2. Steinfluer (Plecoptera)

Steinfluefaunaen i Sokndalsvassdraget må karakteriseres som fattig. Bare 5 arter ble påvist i rennende vann (se tabell 9). I tillegg ble ytterligere to arter, *Nemoura cinerea* og *Nemurella picteti* påvist i to av innsjøene (se pkt. 5.3.2).

Til sammenlikning kan nevnes at det i Lyngdalsvassdraget ble funnet 12 arter (Halvorsen 1981), og i Tovdalsvassdraget 13 arter (Saltveit 1980). Begge disse vassdragene er kjemisk sett nokså like Sokndalsvassdraget, men humuspåvirkningen er mindre i Sokndal. Artsantallet i Sokndal ville trolig blitt noe høyere dersom det også var blitt samlet inn prøver i mai. Et annet forhold som kan være medvirkende til det lave artsantallet, er at relativt få stasjoner ble undersøkt.
I Sjåvatn- og Lifjellområdet i Telemark, der et tilsvarende antall lokaliteter er undersøkt på samme tidspunkt som i

Tabell 9. Forekomsten av steinfluelarver i rennende vann i Sokndalsvassdraget 1982.

Art	Lokalitet							
	6	7	8	9	10	11	12	Totalt
Juni:								
Amphinemura borealis Morton	1		1		9		1	12
Leuctra fusca L.	424	4	212	85	37	29	8	799
Antall ind. totalt	425	4	213	85	46	29	9	
August:								
Taeneopteryx nebulosa L.		1			5			6
Protonemura meyeri Pictet	2				4		1	7
Leuctra fusca L.	152	2	27	26	10	7	20	244
Leuctra hippopus Kmp.					2			2
Antall ind. totalt	154	3	27	26	21	7	21	

Sokndal, ble hhv. 8 og 12 arter påvist (Spikkeland 1980 a,b). Vannkjemien i disse høyereliggende områdene er nokså lik Sokndalsvassdraget, og resultatene herfra støtter oppfatningen av at steinfluefaunaen i Sokndal er artsfattig.

Alle artene som ble påvist, er vanlige over store deler av Norge (Lillehammer 1974). Den absolutt dominerende arten både i juni og august var *Leuctra fusca*. Denne arten synes å ha en vid økologisk amplitude, og er bl.a. registrert som dominerende steinflueart både i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981), Tovdalsvassdraget (Saltveit 1980) og i vassdrag i Telemark (Spikkeland 1980 a,b).

Amphineura borealis ble påvist på halvparten av stasjonene i juni, men ble ikke funnet i august. Arten har en tendens til å opptre i elver. *Taeneopteryx nebulosa*, *Protonemura meyeri* og *Leuctra hippopus* ble bare påvist ved hhv. 2, 3 og 1 stasjon, og bare i august.

Alle 5 artene ble funnet ved lok. 10. Ved lok. 9 og 11 ble bare *L. fusca* påvist, mens det ved de andre lokalitetene ble funnet 2-3 arter.

5.2.3. *Knott (Simulidae)*

Det ble påvist 5 arter av knott (tabell 10). Ved lok. 10 og 12 ble fire av artene registrert. Ellers varierte artsantallet mellom 2 og 3. Individantallet var størst i august, spesielt ved lok. 6 og 10.

Tabell 10. Forekomsten av knottlarver i rennende vann i Sokndalsvassdraget 1982.

Art	Lokalitet							
	6	7	8	9	10	11	12	Totalt
Juni:								
Eusimulum vernum (Macqu.)	3			7		4	7	21
Simulum ornatum Mg.	2			4			10	16
S. sublacustre Davies			1			1		2
Antall ind. totalt	5		1	11		5	17	
August:								
Eusimulum vernum (Macqu.)	7	1	1		18		4	31
E. aureum (Fries)					12		1	13
Simulium ornatum Mg.	45	23	1		10			79
S. tuberosum (Ldstr.)		2						2
S. sublacustre Davies					1		1	2
Antall ind. totalt	52	26	2		41		6	

Eusimulum vernum og *Simulum ornatum* var de tallrikeste artene, og forekom ved alle stasjoner, mens *E. aureum* og *S. tuberosum* bare ble påvist i en lokalitet hver. Både *E. vernum*, *S. ornatum* og *S. tuberosum* er vanlig i elver og bekker over hele landet. *E. aureum* opptrer derimot helst i skogsbekker i høyere strøk, og forekommer spredt i lavlandet. *S. sublacustre* er typisk for utløpsbekker og -elver (Raastad pers.medd.).

Knottfaunaen i vassdraget må karakteriseres som artsfattig. I Lyngdalsvassdraget er 9 arter påvist (Halvorsen 1981) og i Tovdal 11 arter (Saltveit 1980). Alle artene i Sokndal er også påvist i de andre vassdragene, med unntak av *E. aureum*, som bare er funnet i Sokndal.

5.3. Litorale bunndyr

Bunndyra i innsjøenes litoralsone er innsamlet ved sparke-metoden (se kap. 3.1). Resultatene er ført opp i tabell 11.

Tabell 11. Litorale bunndyr i innsjøer i Sokndalsvassdraget sommeren 1982.

Art		Orrestad-vatn	Eids-vatn	Barstad-vatn	Eia-vatn	Grøsfjell-vatn	Sum	%
Juni:								
Rundorm	Nematoda				1		1	0,2
Børstemark	Oligochaeta	4	7	40	35	39	125	28,3
Igler	Hirudinea					1	1	0,2
Døgnfluer	Ephemeroptera	19	11	9		3	42	9,5
Steinfluer	Plecoptera					1	1	0,2
Vårfluer	Trichoptera	2	12	9	2	13	38	8,6
Vannteger	Heteroptera	28		22	29	9	88	19,9
Mudderfluer	Megaloptera		7	4			11	2,5
Vannbiller	Coleoptera	13	4	14	19	10	60	13,6
Tovinger	Diptera	10	20	20	6	8	64	14,5
Vannmidd	Hydracarina	3	4	2	2		11	2,5
Totalt antall ind.		79	65	120	94	84	442	100,0
Ant. ind. pr. min. prøve		26	22	40	31	28		
August:								
Rundmark	Nematoda					2	2	0,3
Børstemark	Oligochaeta	12	10	27	31	9	89	12,5
Igler	Hirudinea					1	1	0,1
Øyenstikkere	Odonata		4	1		1	6	0,8
Døgnfluer	Ephemeroptera	8				6	14	2,0
Vårfluer	Trichoptera	5	14	6		6	31	4,4
Vannteger	Hydrocorisae	44		89	35	24	193	27,1
Mudderfluer	Megaloptera	1	1	16			18	2,5
Vannbiller	Coleoptera	51	3	11	21	17	103	14,5
Tovinger	Diptera	63	55	89	15	24	246	34,6
Vannmidd	Hydracarina	1	4	3			8	1,1
Totalt antall ind.		195	91	242	102	91	711	99,9
Ant. ind. pr. min. prøve		62	30	81	34	30		

Det er moderate forskjeller i bunndyrtettheten mellom de ulike stasjonene (se fig. 11). Eidsvatn og Barstadvatn representerer ytterpunktene, både i juni og august. Den relativt lave tetthet-heten i Eidsvatn skyldes trolig fiskepredasjon, da endel småaure ble sett inne på grunnene. En av prøvene i Barstad-vatn er tatt i tett og frodig vegetasjon, noe som har gitt utslag i retning av stor bunndyrtetthet der.

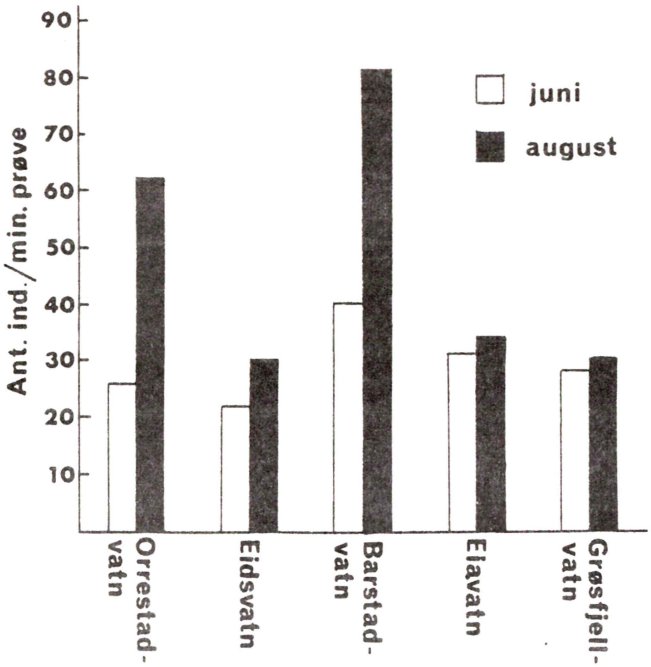


Fig. 11.
Antall ind./min. prøve i litoralsonen i innsjøer i Sokndalsvassdraget 1982.

Bunndyrtettheten var over dobbelt så stor i juni som i august i Orrestadvatn og Barstadvatn, mens det i de andre vannene bare var små forskjeller. Variasjoner i bunndyrtetthet fra et tidspunkt til et annet er nokså typisk, og har sammenheng med livssyklus til artene i samfunnene. Hvilket tidspunkt som har størst tetthet avhenger av de dyregrupper som dominerer.

Sammenliknet med vassdrag i Agder og Telemark der tilsvarende undersøkelser er foretatt, er bunndyrtettheten relativt liten. Resultater fra Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981) antyder en tetthet 5-10 ganger større enn i Sokndal,mens nedre deler av Tovdal (Spikkeland 1979) hadde omtrent dobbelt så stor tetthet. I øvre deler (>600 m o.h.) var imidlertid tettheten av samme størrelsesorden som Sokndalsvassdraget. Det samme gjelder innsjøer i Lifjellområdet (Spikkeland 1980a). Alle disse områdene har en surhetsgrad i vannet som ikke avviker vesentlig fra Sokndalsvassdraget.

Til å være lavlandsvann er altså bunndyrtettheten i Sokndals-lokalitetene liten. Det er mulig at fiskebestanden kan være en årsak til dette. De fleste innsjøene har imidlertid tynn

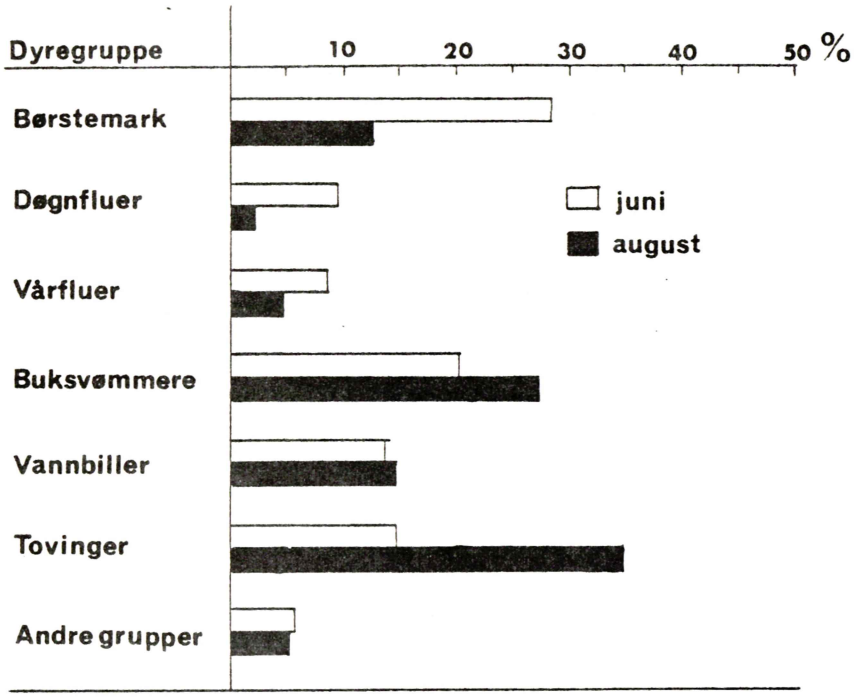


Fig. 12.
Prosentvis forekomst av litorale bunndyr i innsjøer i Sokndalsvassdraget i 1982.

bestand, og det er derfor grunn til å tro at de steinete og eksponerte strendene og den beskjedne forekomsten av litoralvegetasjon er av større betydning.

De enkelte dyregruppers forekomst er vist i fig. 12. Dominerende grupper er børstemark, buksvømmere, vannbiller og tovinger. Gruppen vannbiller omfatter stort sett vannkalvlarver og voksne vannkalver, mens fjærmygglarvene dominerer sterkt blant tovingene.

Sokndalsvassdraget utmerker seg i forhold til forsuringsområdene i Agder og Telemark ved at døgnfluer opptrer svært fåtallig. Ellers er dominerende grupper stort sett de samme som i andre vassdrag med tilnærmet samme vannkjemi.

Den relativt store tettheten av buksvømmere antyder at predasjonstrykket fra fisk er moderat. Den nesten totale mangelen på voksne dyr kan imidlertid tyde på at fiskepredasjonen likevel ikke er helt ubetydelig.

5.3.1. Døgnfluer (Ephemeroptera)

Tabell 12 viser forekomsten av forskjellige arter av døgnfluer i innsjøene. Bare to arter, *Leptophlebia vespertina* og *Siphlonurus alternatus* ble påvist. Endel av *Leptophlebia*-individene var for små til at de kunne artbestemmes med sikkerhet, men de tilhørte muligens arten *L. marginata* (Brittain pers.medd.). Alle disse artene er svært vanlige i denne delen av landet.

Tabell 12. Døgnfluelarver i innsjøenes litoralsone i Sokndalsvassdraget 1982.

Art	Mnd.	Orrestad-vatn	Eids-vatn	Barstad-vatn	Eia-vatn	Grøsfjell-vatn
Leptophlebia vespertina (L.)	Juni	19	9	9		2
Leptophlebia sp.	Aug.	6				1
Siphlonurus alternatus Say.	Juni		2			1
	Aug.					5

Døgnfluer ble registrert i alle innsjøene unntatt Eiavatn. I Eidsvatn og Grøsfjellvatn ble begge artene funnet, og i de to andre vannene opptrådte bare *L. vespertina*.

Dersom vassdraget også var blitt undersøkt i mai, ville muligens flere arter blitt påvist, men det rokker ikke ved inntrykket av at døgnfluefaunaen i Sokndalsvassdraget er meget artsfattig. Dette har sammenheng med det sure vannet i vassdraget, da de fleste artene er lite tolerante overfor lav pH.

I Lifjell- og Sjåvatnområdet i Telemark (Spikkeland 1980 a, b), der vannets surhetsgrad og antall undersøkte lokaliteter tilsvarer Sokndalsvassdraget, ble hhv. 3 og 4 arter påvist. Både i Lyngdals- og Tovdalsvassdraget er det påvist 5 arter, men der er antall lokaliteter større. I områder med mer nøytralt vann er artsantallet normalt betydelig høyere (jfr. Kildal & Eie 1975, Koksvik 1976, Sandlund & Halvorsen 1980).

5.3.2. Steinfluer (Plecoptera)

Steinfluer opptrer primært i rennende vann. I Sokndalsvassdraget ble denne gruppen bare påvist i to innsjøer, Eidsvatn og Grøsfjellvatn, og bare et individ i hver lokalitet. De tilhørte to arter, *Nemurella picteti* i Eidsvatn og*Nemoura cinerea* i Grøsfjellvatn. *N. picteti* synes å være mindre vanlig i denne delen av landet (jfr. Lillehammer 1974), men er påvist i et fåtall lokaliteter både i Lyngdalen (Halvorsen 1981) og Tovdalen (Saltveit 1980). *N. cinerea* er derimot vanlig forekommende i disse strøkene.

Steinfluefaunaen i området er kommentert mer inngående i avsnittet om rennende vann (pkt. 5.2.2).

5.3.3. Vannteger (Hydrocorisae)

Vanntegene tilhørte med ett unntak gruppen buksvømmere, som ikke er artsbestemt. I Orrestadvatn ble 2 individer av ryggsvømmere, en annen gruppe av vannteger, funnet. Begge individene var små nymfer, og lot seg ikke artsbestemme. Men tidspunktet for funnet (24/6) kan tyde på at det er *Notonecta glauca* (Dolmen pers.medd.), en art som er vanlig over lavere strøk av Sør-Norge.

5.3.4. Igler (Hirudinea)

Et individ ble funnet i Grøsfjellvatn i juni. Dette var en vanlig hundeigle, *Erpobdella octoculata* (K.A. Økland pers.medd.). Arten synes å være vanlig over store deler av Norge.

Den nesten totale mangelen på igler i disse innsjøene har utvilsomt sammenheng med det sure miljøet i vassdraget.

5.4. Profundale bunndyr

Med profundale bunndyr menes her dyr som er innsamlet med van Veeg-grabb på bløtbunn fra ca. 2 m dyp og ned mot ca. 40 m dyp. Metoden som er benyttet, er tilnærmet kvantitativ.

Resultatene framgår av tabell 13. Dominerende gruppe er fjærmygglarver, men endel børstemark og vårfluer forekommer også, særlig på de grunneste stasjonene (2 og 10 m).

Tabell 13. Forekomst av bunndyrgrupper i profundalsonen i Sokndalsvassdraget sommeren 1982. Bunndyrtettheten er angitt for hvert av prøvedypene i samme rekkefølge som disse.

Lok. nr.	Lokalitet	Dato	Rundmark	Børstemark	Døgnfluer	Buksvømmere	Mudderfluer	Vannbiller	Vårfluer	Fjærmygglarver	Tovinger (larver)	Vannmidd	Totalt antall dyr	Prøvedyp (m)	Bunndyrtettheter Ant. ind./m^2
1	Orrestadvatn	24/6				1			3	49	1		54	2-10-20-30-42	70-280-110-80-0
		10/8		4			5	1	2	55	2		69	2-10-20-30-40	250-150-90-160-40
2	Eidsvatn	23/6			1			1	3	6			11	1,5-10-20-30-40	60-30-0-10-10
		10/8		2				2	15	87	1		107	2-10-20-30-40	980-70-0-20-0
3	Barstadvatn	22/6					1		6	32			39	1,5-10-20-30-40	190-30-40-140-0
		9/8		4		1		2	1	45			53	2-10-20-30-40	290-60-100-10-70
4	Eiavatn	22/6		10		4		2	3	41		2	62	1,5-10-21-32-40	60-390-140-30-0
		9/8		5						44			49	2-10-20-30-40	70-210-50-70-20
5	Grøsfjellvatn	24/6	3	4	1	1			1	12			22	1,5-10-20-30-42	130-40-30-0-20
		6/8	2	2				3		17	1		25	2-10-20-30-40	170-190-20-20-20

Det er ikke noen tydelige forskjeller i tetthet mellom innsjøene, men det synes som om Eidsvatn og Grøsfjellvatn har mindre bunndyrtetthet enn de andre.

Bunndyrtetthetene i Sokndalsvassdraget er lave i norsk sammenheng, men synes likevel å ligge på omtrent samme nivå som i flere andre sure vassdrag i Sør-Norge. I Tovdalsvassdraget og i Lifjellområdet (Spikkeland 1979, 1980a) er det funnet tettheter av samme størrelsesorden. Det samme gjelder det mindre sure vassdraget Kynna i Hedmark (Sandlund & Halvorsen 1980). Sjåvatnområdet i Telemark og Lyngdalsvassdraget har derimot markert større tetthet i gjennomsnitt (Halvorsen 1981, Spikkeland 1980b).

5.5. Krepsdyr

5.5.1. Registrerte arter

De registrerte artene er ført opp i tabell 14. Bare arter som tilhørte gruppene vannlopper (Cladocera) og hoppekreps (Copepoda) ble påvist. Nomenklaturen følger Illies (1978).

Tabell 14. Registrerte krepsdyrarter i Sokndalsvassdraget sommeren 1982.

	Orrestad-vatn	Eids-vatn	Barstad-vatn	Eia-vatn	Grøsfjell-vatn
Cladocera					
Sida crystallina (O.F.M.)		o	o	o	o
Holopedium gibberum Zaddach	o	o	o	o	o
Daphnia galeata Sars			o		
D. longispina (O.F.M.)	o	o		o	o
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	o	o	o		o
Bosmina longispina Leydig	o	o	o	o	o
Acroperus harpae (Baird)	o	o	o	o	o
Alona affinis (Leydig)		o	o		o
A. guttata Sars			o	o	o
A. rustica Scott	o				o
A. intermedia Sars					o
Alonella excisa (Fisher)	o	o	o	o	
A. exigua (Lilljeborg)				o	
A. nana (Baird)				o	
Alonopsis elongata Sars	o	o	o	o	o
Chydorus sphaericus (O.F.M.)		o	o	o	o
Monospilus dispar G.O.Sars				o?	
Eurycercux lamellatus (O.F.M.)		o			o
Rhynchostalona falcata (Sars)				o	o
Polyphemus pediculus L.	o	o	o		
Bythotrephes longimanus Leydig		o	o	o	o
Copepoda					
Eudiaptomus gracilis (Sars)	o	o	o	o	o
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)		o			
Heterocope saliens (Lillj.)	o	o	o	o	o
Macrocyclops fuscus (Jur.)	o	o	o	o	o
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	o	o	o		o
E. speratus (Lillj.)			o		
Cyclops abbyssorum s.l.		o			
C. scutifer Sars	o	o	o	o	o
Acanthocyclops capillatus (Sars)		o			
A. robustus (Sars)			o	o	
Diacyclops nanus (Sars)			o	o	
Antall arter Cladocera	9	13	13	14	15
Antall arter Copepoda	5	8	8	6	5
Totalt antall arter	14	21	21	20	20

Det er tilsammen registrert 32 arter av krepsdyr; 21 vannlopper og 11 hoppekreps.

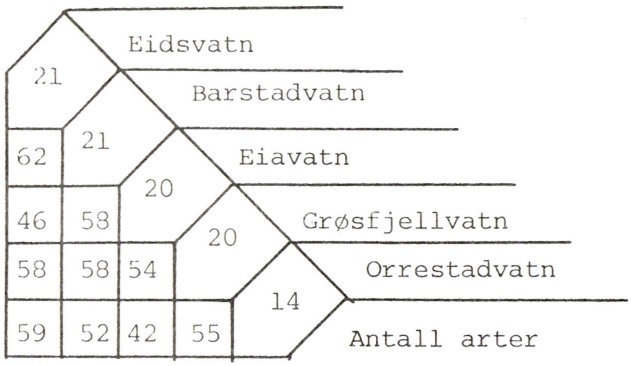
Funnet av *Monospilus dispar* i Grøsfjellvatn er noe usikkert, da det individet som ble fanget, ikke stemte helt med beskrivelsen av arten.

Åtte arter er funnet i alle lokaliteter. Det er *Sida crystallina*, *Bosmina longispina*, *Acroperus harpae*, *Alanopsis elongata*, *Eudiaptomus gracilis*, *Heterocope saliens*, *Macrocyclops fuscus* og *Cyclops scutifer*. Alle disse er forøvrig vanlige over lavere strøk av Sør-Norge, og de fleste finnes over hele landet.

Noen av de påviste artene foreligger det få funn av i Norge. Det gjelder *Monospilus dispar* og *Alona intermedia*, som tidligere bare er påvist et fåtall steder. Også *Eucyclops speratus* synes å være mindre vanlig. Disse tre artene er forøvig også funnet i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981, mens bare *M. dispar* ble påvist i Tovdalen (Spikkeland 1979).

Funnet av *Daphnia galeata* i Barstadvatn er interessant. Arten er vanlig på Østlandet og i Trøndelag, og er også påvist på de nordlige deler av Vestlandet, mens det ikke foreligger noen funn fra Sørlandet. De to hoppekrepsene *Mixodiaptomus laciniatus* og *Cyclops abyssorum* forekom bare i Eidsvatnet, og hører med blant de artene som er mindre vanlige i denne delen av landet. Alle de andre artene må karakteriseres som vanlige over store deler av Sør-Norge.

I Orrestadvatn ble bare 14 krepsdyrarter påvist, noe som er svært lite i en innsjø av denne størrelsen. Artsantallet i de andre vannene var 20-21, og Orrestadvatn skiller seg tydelig ut med fattig krepsdyrfauna.



$\overline{\overline{CC}} = 54$

Fig. 13. Samfunnsindeksen CC beregnet for krepsdyrsamfunnene i de undersøkte lokalitetene i Sokndalsvassdraget sommeren 1982.

I fig. 13 er krepsdyrfaunaen i de ulike innsjøene sammenlignet ved hjelp av samfunnsindeksen CC. Denne indeksen er definert ved

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

der a og b er antall arter i hver av de to samfunnene som sammenlignes, mens c er antall arter felles (Jaccard 1932). Denne indeksen gir CC = 100 for to lokaliteter med lik artssammensetning. Indeksen legger like stor vekt både på vanlige og sjeldne arter, noe som kan gjøre den noe misvisende.

Figuren viser at Eidsvatn og Barstadvatn har størst likhet (62%), mens Eiavatn og Orrestadvatn har minst likhet (42%) i krepsdyrfauna. Forskjellene mellom lokalitetene målt ved CC må karakteriseres som moderate. Gjennomsnittet for alle indeksene blir 54, mot 59 i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981). En skulle likevel forventet noe større likhet mellom lokalitetene på grunn av at de fysiske og kjemiske forhold er så like i Sokndalsvassdraget.

Sammenlignet med andre områder i Sør-Norge der tilsvarende undersøkelser er utført, er krepsdyrfaunaen i Sokndal relativt artsfattig. I Lyngdalsvassdraget er det f.eks. påvist 42 arter, dvs. 10 flere enn i Sokndal. Vegårsvassdraget i østlige deler av Aust-Agder har 44 arter (Larsen in manus), Tovdalsvassdraget 50, Lifjell 36 og Sjåvatnområdet 38 (Spikkeland 1979, 1980 a,b).

Nå er antall undersøkte lokaliteter noe lavere i Sokndal enn i de nevnte områdene, og dette bidrar trolig til å gi et lavere artsantall. Når det gjelder vannkvalitet, er det store likheter mellom alle disse områdene.

5.5.2. Litorale krepsdyr

Forekomsten av de vanligste artene er vist i tabell 15. Bare arter som utgjorde mer enn 5% av det totale individantall i en eller flere lokaliteter er tatt med.

Tabell 15. Prosentvis forekomst av dominerende arter (>5%) i litoralsonen i Sokndalsvassdraget sommeren 1982.

Arter	Orrestad-vatn		Eidsvatn		Barstad-vatn		Eiavatn		Grøsfjell-vatn	
	Juni	Aug.	Juni	Aug.	Juni	Aug.	Juni	Aug.	Juni	Aug.
S. crystallina			4,1	2,1	0,3	4,8		11,0	38,1	84,7
H. gibberum	11,5	2,1		8,9			0,6	3,1	0,5	
S. mucronata		2,1	4,1	53,3		2,1			30,2	0,5
B. longispina	49,1	82,7	46,1	1,0	50,1	18,6	7,2	34,6	13,0	0,5
A. harpae	1,6		3,3	0,3	0,5	10,3	1,7			0,5
A. excisa	1,6		1,5		24,7	1,4	32,6			
A. elongata	16,4	5,8	19,2		8,5	12,4	48,6	31,5	3,7	9,3
C. sphaericus			3,7		10,8	4,1	5,5		0,5	0,5
P. pediculus	3,3		12,9	28,9	4,6	28,3				
E. serrulatus		0,5		0,3	0,3	2,1			8,4	0,5
C. scutifer	0,6	0,5	0,4		0,3	0,7		8,7		0,5
Cyclopoidea, naupl.-Cop.III	1,6	0,5	0,4	0,9		11,7				
Antall ind. opptelt	61	191	272	291	389	145	181	127	215	187
Antall ind. pr. m trekk	12	38	455	291	78	290	362	25	108	94

Det er store variasjoner både fra vann til vann og fra den ene feltperioden til den andre når det gjelder dominerende arter. *Bosmina longispina* er i gjennomsnitt den mest tallrike arten, og dominerer i minst en av feltperiodene i 4 av vannene. Grøsfjellvatn danner et unntak med den store vannloppa *Sida crystallina* som dominerende art både i juni og august.

Den nest tallrikeste arten når en ser alle lokaliteter under ett, er *Alonopsis elongata*. Deretter følger *Scapholeberia mucronata*, *Polyphemus pediculus* og *Alonella excisa*. Hoppekreps, både nauplier, copepoditter og adulte, betyr lite antallsmessig sett.

Dominansforholdene i litoralsonen avviker lite fra det vanlige mønsteret i sørnorske vann. *Chydorus sphaericus* er imidlertid relativt fåtallig, mens *Scapholeberis mucronata* opptrer tallrikt i to av vannene.

Artsantallet pr. lokalitet følger stort sett artsantallet for krepsdyr totalt. I Orrestadvatn er bare 13 arter påvist, mens Eidsvatn har 19, og de andre lokalitetene 16-18 arter. Artsantallet avspeiler stort sett forholdene i strandsonen. Prøvestasjonene i Orrestadvatn var eksponert for vind, og litoralvegetasjonen manglet på to av de tre stasjonene. Dessuten er vannet det mest næringsfattige av de undersøkte lokalitetene og kan derfor tilby det minst gunstige miljø.

I alle lokaliteter unntatt Grøsfjellvatn ble flest arter registrert i juni.

Antall individer som er fanget pr. meter trekk gir et mål på tettheten av dyr. Dette framgår av tabell 15. Tallene må brukes med varsomhet, da flere faktorer kan påvirke resultatene. Vind vil f.eks. kunne samle dyr i bukter og viker, og filtreringseffekten til hoven kan variere sterkt alt etter hvor mye dyr og organisk materiale som samles opp. Videre vil valg av prøvestasjon være avgjørende for hvor representative prøvene er. Tallene antyder imidlertid at tettheten er mye mindre i Orrestadvatn enn i de andre lokalitetene. Den store tettheten i Eiavatn i juni skyldes trolig pålandsvind.

5.5.3. Planktonkrepsdyr

a. Artssammensetning og artsantall

Planktonsamfunnenes sammensetning er vist i tabell 16. Totalt ble det registrert lo typiske planktonarter. I tillegg forekom flere mer litorale arter fåtallig i planktonet. Dette gjelder spesielt *Alonopsis elongata* og *Polyphemus pediculus*. Disse artene er utelatt fra tabellen da de antallsmessig betyr svært lite.

Tabell 16. Planktonsamfunnenes prosentvise sammensetning i juni og august 1983.

	Orrestad-vatn		Eidsvatn		Barstad-vatn		Eiavatn		Grøsfjell-vatn	
	24/6	10/8	23/6	10/8	22/6	9/8	22/6	9/8	24/6	6/8
Holopedium gibberum	12,3	15,6	3,1	9,0	5,1	0,6	9,8		1,1	1,0
Daphnia galeata					0,5	0,6				
D. longispina	0,6	0,9	2,5	10,2					6,9	3,8
Bosmina longispina	62,6	48,9	37,1	19,8	11,3	44,1	2,5	12,0	5,8	19,0
Bythotrephes longimanus				0,3	0,5				1,2	0,3
Calanoidea, naupl.-cop.II	8,9	1,3	7,6	1,5	26,3	1,9	22,5	3,5	3,1	0,3
Eudiaptomus gracilis, cop.III-ad.	7,3	27,7		13,2	36,6	18,6	34,5	37,5	45,8	26,6
Mixodiaptomus laciniatus, cop.III-ad.			23,8	1,5						
Heterocope saliens, cop.III-ad.	3,4	0,4	1,1	0,6	2,1	1,3	0,7		1,2	1,4
Cyclopoidea, naupl.-cop.II	1,7	4,8	4,8	39,0	4,6	26,3	4,0	33,0	3,1	1,7
Cyclops abyssorum, cop.III-ad.				0,3						
C. scutifer, cop.III-ad.	3,4	0,4	19,8	4,5	12,9	6,4	25,8	14,0	31,9	45,6
Antall ind. opptalt	353	460	706	666	388	312	550	400	520	578
Antall ind. pr. m^2 overflate	15606	20336	31212	29444	17153	13793	24315	17683	22989	25553

Eudiaptomus gracilis er den tallrikeste planktonarten når en ser alle vannene under ett og regner med alle utviklingsstadier. *Bosmina longispina* og *Cyclops scutifer* opptrer og i stort antall i de fleste lokalitetene. *Holopedium gibberum* ble funnet i alle vannene, men oftest i lite antall. *Daphnia longispina* mangler i to vann, og opptrer ellers fåtallig. Den erstattes av *Daphnia galeata* i Barstadvatn. *Mixodiaptomus laciniatus* og *Cyclops abyssorum* ble også funnet i bare en lokalitet, begge i Eidsvatn.

Eidsvatn har flest arter (9), mens Eiavatn og Orrestadvatn bare har hhv. 5 og 6 arter.

Artsrikdommen eller diversiteten i et planktonsamfunn kan måles ved f.eks. Shannon-Wieners diversitetsindeks. Den er definert ved

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

der p_i er antall individer av art nr. i dividert på totalt individantall i prøven. s er artsantallet i prøven (Pielou 1975).

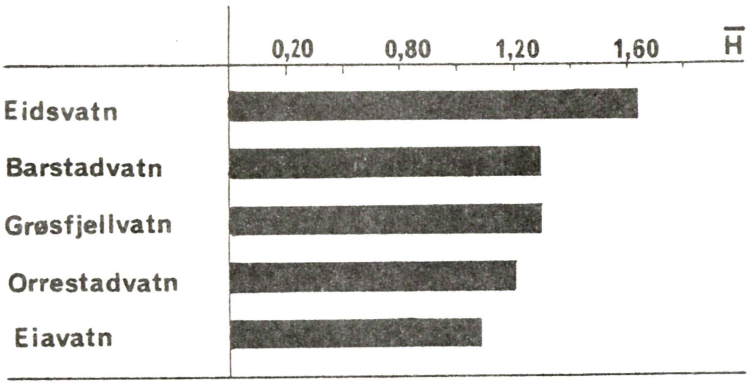


Fig. 14. Shannon-Wieners diversitetsindeks for planktonsamfunnene i Sokndalsvassdraget sommeren 1982. Gjennomsnittsverdier for juni og august er benyttet. Under utregning av $\bar{H}$ er naturlige logaritmer (grunntall e) brukt.

Diversitetsindeksen framgår av fig. 14. Det er benyttet naturlige logaritmer (grunntall e) ved utregninga av $\bar{H}$. Eidsvatn har en $\bar{H}$-verdi på 1,64, mens tilsvarende verdi i Eiavatn er 1,08. Etter norske forhold er diversitetsindeksen for Eidsvatn høy, men også de andre lokalitetene har relativ stor diversitet. Dette har nok sammenheng med at de undersøkte lokalitetene er store og dype, noe som gir større og mer variable økosystemer og dermed flere funksjonelle nisjer (jfr. Patalas & Patalas 1966).

Tabell 17. Antall planktoniske krepsdyrarter i Sokndalsvassdraget sammenliknet med andre vassdrag i Rogaland, Agder og Telemark. CC-indeksen (prosent likhet) mellom Sokndalsvassdraget og de andre vassdragene er angitt.

	Antall lok.	Ant. arter (gj.sn.) Clad.	Cop.	Begge gr.	Tot. artsantall	CC
Sokndalsvassdraget	5	3,4	3,4	6,8	10	-
Øvre Tovdal (Spikkeland 1979)	7	-	-	5,0	10	90
Bjerkreimsvassdraget (Halvorsen in prep.)	17	2,4	2,8	5,2	8	80
Sjåvatnområdet, Telemark (Spikkeland 1980)	9	3,0	1,6	4,6	13	53
Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981)	19	3,0	2,6	5,6	12	50
Gjerstad-Söndeled (Nilssen 1976)	12	-	-	6,8	14	50
Vegårsvassdraget (Halvorsen upubl.)	20	3,7	3,1	6,8	14	-
Nedre Tovdal (Spikkeland 1979)	10	-	-	7,5	12	47
Lifjellområdet (Spikkeland 1980)	9	3,3	1,6	4,9	12	38

Tabell 17 viser antall planktonarter i Sokndalsvassdraget sammenliknet med andre vassdrag i de sørlige deler av Norge. Prosent likhet mellom områdene (CC) er også ført opp. Sokndals-

vassdraget har 90% likhet med Øvre Tovdal, som omfatter 7 innsjøer mellom 600 og 760 m o.h. (Spikkeland 1979). Innsjøene i dette området likner forøvrig mye på Sokndals-lokalitetene både med hensyn til morfologi og hydrografi.

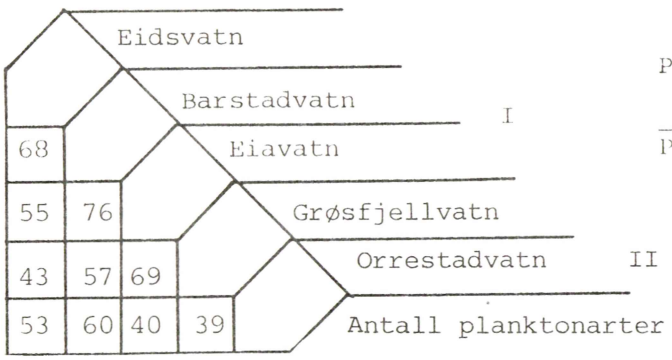
Sokndalsvassdraget har også stor likhet med Bjerkreimsvass-draget (80%), som er nabovassdraget i nord og vest, mens likheten med Lyngdalsvassdraget vel 50 km lenger øst bare er på 50%.

Tabell 17 viser at planktonfaunaen i Sokndal har endel felles-trekk med faunaen i alpine strøk lenger øst (Øvre Tovdal, Sjåvatn). Mer varmekjære arter som *Diaphanosoma brachyurum* og *Mesocyclops leuckarti*, som begge er funnet i Lyngdals- og Tovdalsvassdraget, mangler her. Det samme gjelder lavlands-arten *Leptodora kindti*, som også forekommer lenger øst. Sokndalsvassdragets nedbørfelt har også alpine trekk ved at skog forekommer sparsomt og nesten bare som lauvskog. Videre ved at innsjøene i området er dype, med eksponerte stein-strender og krystallklart, blågrønt vann, slik en ofte finner det i fjellet.

b. Planktonsamfunnenes struktur

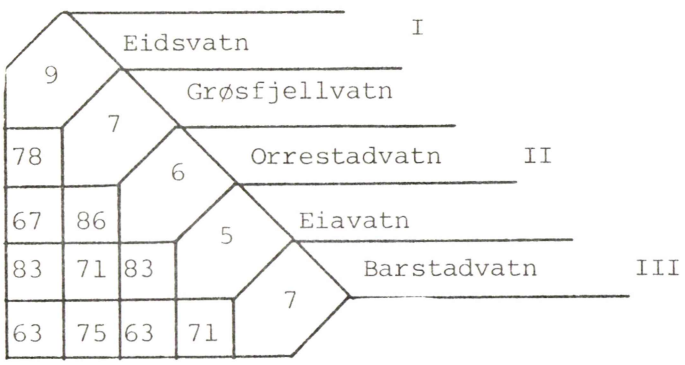
Artene *H. gibberum*, *B. longispina*, *E. gracilis*, *H. saliens* og *C. scutifer* opptrer sammen i alle lokalitetene. Denne arts-kombinasjonen er svært vanlig i litt større vann i lavere strøk av Sør-Norge. De andre seks planktonartene (jfr. tabell 16) opptrer mer spredt.

I fig. 15 er planktonsamfunnene i de ulike lokalitetene sammenliknet ved CC-indeksen og indeksen PS_C. I motsetning til CC, som bare tar hensyn til om en art forekommer eller ikke, beregnes PS_C på grunnlag av de enkelte arters prosentvise forekomst i de lokalitetene som sammenliknes. Dette gir et mer nøyaktig mål på samfunnenes likhet. PS_C har imidlertid



PS_c, gjennomsnitt juni og august

$\overline{PS_c} = 56$



CC, gjennomsnitt juni og august

$\overline{CC} = 71$

Fig. 15. Samfunnsindeksene CC og PS_c beregnet for planktonsamfunnene i de undersøkte innsjøene i Sokndalsvassdraget sommeren 1982. Gjennomsnittsverdier for juni og august er benyttet.

den svakhet at den legger stor vekt på arter som opptrer tallrikt, mens sjeldne arter gir svært lite utslag på indeksen. PS_c er definert på følgende måte:

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

a_i og b_i er den prosentvise andelen av art nr. i i de to samfunnene (A og B) som sammenliknes. "min (a_i, B_i)" betyr "det minste av tallene a_i og b_i".

Dersom en bare tar hensyn til artssammensetning (dvs. benytter CC), faller Eidsvatn og Barstadvatn i to adskilte grupper, mens de tre andre innsjøene har større innbyrdes likhet (fig. 15). Forskjellene er imidlertid ikke så store, og gjennomsnittsverdien for alle CC-indeksene ($\overline{CC}$) er 71.

Artssammensetninga i Eidsvatn er likevel spesiell ved at det der opptrer fem copepodearter sammen i planktonet. Av disse er to diaptomider (*E. gracilis* og *M. laciniatus*), to cyclopoider (*C. abyssorum* og *C. scutifer*), og den femte arten er *H. saliens*. I tillegg kommer fire arter av vannlopper (tabell 16). En slik artssammensetning er trolig relativt sjelden i Norge.

Tar en hensyn til de enkelte arters prosentvise andel av planktonsamfunnene (PS_c), skiller Orrestadvatnet seg ut (fig. 15). Det er også en viss forskjell mellom de andre innsjøene. Størst likhet er det mellom Barstadvatn og Eiavatn (PS_c = 76).

I gjennomsnitt er PS_c-indeksene for alle vannene (PS_c) 56. Dette er en noe høyere verdi enn det som er funnet i Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981). Men tar en hensyn til at vannene i Sokndal både morfologisk og hydrografisk er ganske like, er variasjonen i planktonsamfunn større enn en kunne forvente.

E. gracilis er den dominerende arten i Eiavatn og Grøsfjellvatn, og dominerer også i Barstadvatn i juni. *B. longispina* opptrer dominant i Orrestadvatn i begge feltperiodene, og dominerer i tillegg i Eidsvatn og Barstadvatn i juni og august hhv. Det eneste tilfellet der ingen av disse artene dominerer, er i Eidsvatn i august. Der opptrer forskjellige utviklingsstadier av *C. scutifer* i størst antall. De andre sju planktonartene opptrådte fåtallig, unntatt *H. gibberum*, som var relativt tallrik i Orrestadvatn.

Sammenliknet med andre områder i denne delen av landet avviker ikke dominansforholdene i Sokndalsvassdraget i vesentlig grad. *H. gibberum* spiller imidlertid en beskjeden rolle i planktonet. Dette var forøvrig også tilfelle i Tovdalen (Spikkeland 1979), og delvis også i Lyngdalen (Halvorsen 1981).

c) Tetthetsforhold

Tettheten av planktonkrepsdyr i de forskjellige lokalitetene er gitt i fig. 16 som antall dyr pr. m^2 overflate. Siden hovtrekkene ble tatt fra omtrent samme dyp (ca. 40 m) i alle vannene, skulle dette gi et godt grunnlag for sammenlikning. Eidsvatn har størst tetthet, ca. 30 000 ind./m^2 i begge feltperiodene, mens Barstadvatn har lavest tetthet, ca. 15 000 ind./m^2. Disse tallene er ikke uten videre et mål på vannenes produksjonsevne, da spesielt beiting fra fisk kan holde planktontettheten nede selv om produksjonen er høy. I følge lokalbefolkninga er fiskebestanden (aure og røye) i Eidsvatn god, mens den i de andre vannene er tynn. Når Eidsvatn likevel har størst planktontetthet, kan dette tyde på en større sekundærproduksjon enn de andre innsjøene.

Planktontettheten i Sokndal ligger på omtrent samme nivå som i Øvre Tovdal, men i gjennomsnitt betydelig lavere enn i Nedre Tovdal og Lyngdalen (Spikkeland 1979, Halvorsen 1981). Til å være lavlandsvann, må tetthetene karakteriseres som lave i norsk sammenheng.

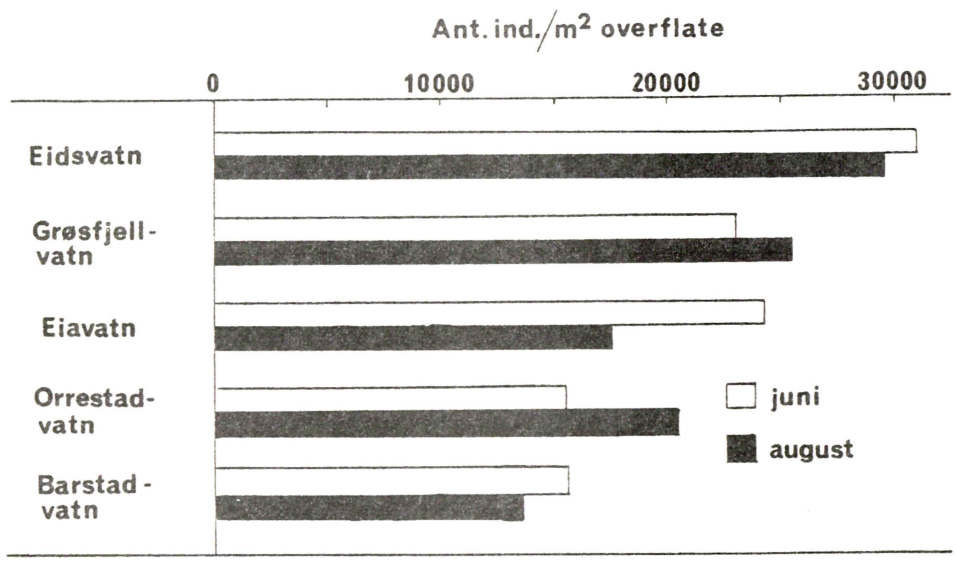


Fig. 16. Tetthet av planktonkrepsdyr (ant. ind./m^2 overflate) i innsjøer i Sokndalsvassdraget i 1982.

d) Reproduksjon og utvikling

De to hovedgruppene av småkreps i ferskvann, vannlopper og hoppekreps, har prinsipielt forskjellig formeringsmåte. Vannloppene forplanter seg partenogenetisk i sommerhalvåret, mens seksuell formering overtar om høsten. Hoppekrepsene har bare seksuell formering, men reproduksjonsperioder og livssyklus varierer sterkt også innen en og samme art.

I fig. 17 og 18 er fordelinga av utviklingsstudier til hoppekrepsene *Eudiaptomus gracilis* og *Cyclops scutifer* vist. Vann der artene forekommer i lite antall, er ikke tatt med. I Eidsvatn opptrer både *E. gracilis* og *Mixodiaptomus laciniatus*, og det er vanskelig å skille utviklingsstadiene til de to artene fra hverandre. Eidsvatn er derfor utelatt i fig. 17.

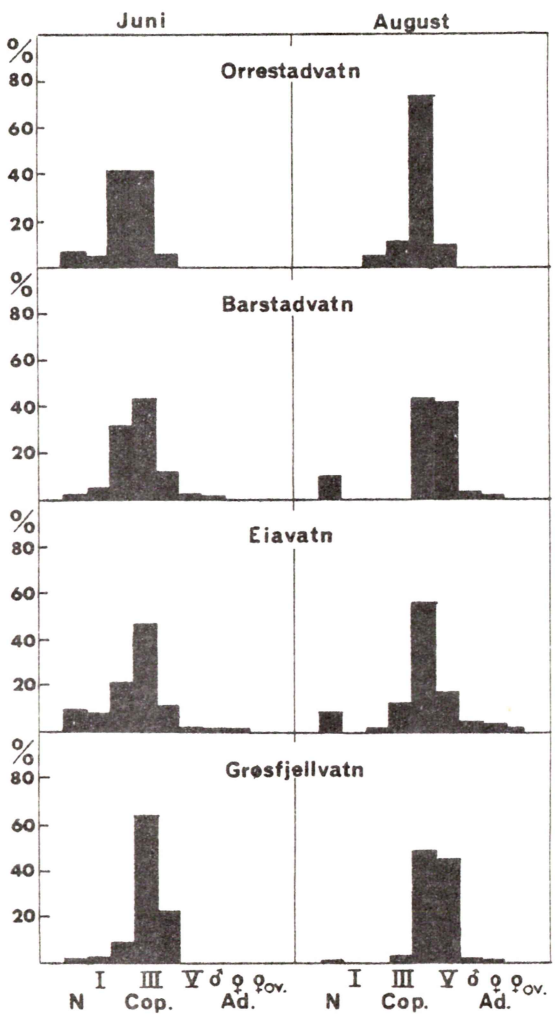


Fig. 17.
Utviklingsstadier av *Eudiaptomus gracilis* (%) i de undersøkte innsjøene i Sokndalsvassdraget i 1982.

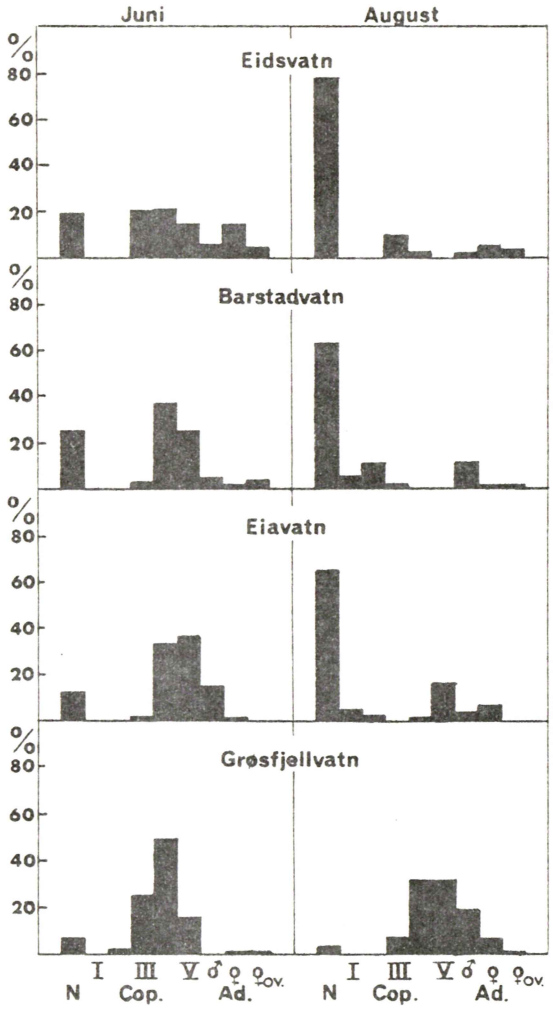


Fig. 18.
Utviklingsstadier av *Cyclops scutifer* (%) i de undersøkte innsjøene i Sokndalsvassdraget i 1982.

Siden det bare er tatt to sommerprøver fra lokalitetene, er det forbundet med stor usikkerhet å tolke artenes livssyklus.

E. gracilis opptrer vesentlig som cop. II, III og IV i alle vannene i juni, med overvekt på cop. III. I august består populasjonene av en stor fraksjon med store copepoditter samt enkelte adulte, og en liten fraksjon med nauplier. Orrestadvatn avviker noe da hverken nauplier eller adulte ble påvist i august.

Ut fra dette kan det synes som om *E. gracilis* overvintrer som hvileegg, og forplanter seg mellom de to feltperiodene, dvs. i juli. Populasjonen i august skal trolig forplante seg og danne hvileegg seinere på høsten. En annen mulighet er at arten overvintrer som store copepoditter, som forplanter seg på ettervinteren eller tidlig på våren. Det ser ut til å være samme type livssyklus i alle lokalitetene.

C. scutifer kan ha mange forskjellige typer av livssyklus, og materialet er derfor ekstra vanskelig å tolke. Det synes som om livssyklus er den samme både i Eidsvatn og Barstadvatn. Videre kan materialet tyde på at det er en ettårig livssyklus i Eiavatn og Grøsfjellvatn, men at utviklinga i Grøsfjellvatn er forsinket i forhold til Eiavatn. Ut over dette er det vanskelig å kommentere materialet, uten at det får karakter av gjetning.

5.5.4. Planktoniske hjuldyr (Rotatoria)

Materialet er bare i liten grad bearbeidet med hensyn til hjuldyr, og bare de vanligste artene er registrert (tabell 18). Hjuldyra er trolig underrepresentert i prøvene, da hoven som ble benyttet (90 µm), er noe grovmasket. Hjuldyra synes likevel å være av relativt liten betydning i planktonet.

Tabell 18. Forekomsten av de dominerende hjuldyrarter i Sokndals-vassdraget 1982.

	Orrestad-vatn	Eidsvatn	Barstad-vatn	Eiavatn	Grøsfjell-vatn
Keratella spp.	+		+	+	+
Kellicottia longispina (Kell.)	++	++	+++	+++	++
Polyarthra spp.			+		
Conochilus spp.	++	++	++	++	++
Asplanchna sp.			+		

6. GENERELL DISKUSJON

Hovedformålet med undersøkelsen har vært å kartlegge hydrografiske og biologiske forhold i de deler av vassdraget som vil bli berørt ved en eventuell kraftutbygging (se kap. 7). Dette har gitt et utvalg av prøvestasjoner som ikke er helt representativt for vassdraget som helhet, noe som kan være en årsak til at det synes å være lite variert både hydrografisk og biologisk.

Den variasjonen i vannkjemi som er funnet i vassdraget, har primært sin årsak i avrenning fra det tidligere gruveområdet ved Sandbekk. Ut over dette synes det å være nedbørkjemien som langt på veg bestemmer vassdragets kjemiske forhold, mens variasjoner i geologi synes å bety lite. I overensstemmelse med dette er salter av marin og antropogen opprinnelse (Na, Cl, Mg og SO_4) dominerende, mens Ca og HCO_3 forekommer i lave konsentrasjoner.

Karakteristisk for Sokndalsvassdraget er den ubetydelige humuspåvirkningen. På dette området kommer det i klasse med vassdrag i fjellet.

Forurensningsgraden i vassdraget synes å være svært liten vurdert ut fra de kjemiske analyseresultatene. Heller ikke når det gjelder næringsinnhold generelt, er det mulig å gruppere lokalitetene i forhold til hverandre. Likevel skiller Orrestadvatn seg ut i de fleste sammenhenger. Innsjøen har spesielt klart vann, og konduktiviteten er lavere enn i de andre lokalitetene. Også faunamessig må Orrestadvatn karakteriseres som spesielt fattig.

Det har vist seg at selv om et vassdrag endrer seg på grunn av forurensing eller eutrofiering, behøver ikke det å gi mål-

bare utslag i hydrografiske forhold i første omgang (jfr. Langeland 1974). I slike tilfeller vil biologiske forhold som f.eks. biomasse av planteplankton og dyreplankton, eller forekomst av spesielle arter, være en mer følsom indikator.

Undersøkelsene i Sokndal er ikke omfattende nok til å kunne gi grunnlag for sikre konklusjoner i denne sammenheng. Likevel antyder ihvertfall noen av resultatene at Eidsvatn har størst produksjon av de undersøkte vannene. Tettheten av plankton er størst der, til tross for god bestand av aure og røye. Bunndyrtettheten er liten, men dette kan ha sammenheng med fiskepredasjon. Faunaen av planktonkrepsdyr, som er analysert mest inngående, viser at Eidsvatn står i en særstilling. Planktonsamfunnet har en sammensetning som er uvanlig, og diversiteten målt med Shannon-Wieners diversitetsindeks er høy ($\bar{H}$ = 1,69).

Fra lokalbefolkningens side ble det antydet at også Barstadvatn er noe forurenset. Dette virker rimelig, da det drives intenst jordbruk i den sørlige delen av vannet. Dette gir imidlertid ikke noen målbare utslag når det gjelder hydrografi/vannkjemi, og heller ikke biologisk sett utmerker vannet seg. Tettheten av profundale bunndyr er riktignok forholdsvis stor. Dessuten er litoralvegetasjonen etter forholdene rik enkelte steder. Tettheten av planktonkrepsdyr er imidlertid liten. Innsjøen kan likevel være påvirket av organisk forurensning med f.eks. stort innhold av coliforme bakterier uten at dette behøver å gi seg utslag i de analyser som er blitt gjort i denne undersøkelsen.

Sokndalsvassdraget viser mange likhetstrekk med Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981) og Tovdalsvassdraget (Spikkeland 1979, Saltveit 1980). Det er også likheter på flere punkter med høyereliggende vassdrag i Telemark og Aust-Agder (Spikkeland 1979, 1980 a,b). Dette gjelder både med hensyn til humusinnhold og fauna. I det hele tatt har Sokndalsvassdraget et visst alpint preg, til tross for at det ligger i lavlandet.

Viktige årsaker til dette er trolig at området er sterkt eksponert for kalde vinder fra vestlig kant. Dessuten er innsjøene store og dype, og vil normalt ha relativt kaldt vann. Det er også lite skog i nedbørfeltet, og barskog forekommer bare unntaksvis.

7. REGULERINGSPLANER

Den første regulering for elektrisitetsformål i Sokndals-vassdraget ble foretatt i 1915, da Øvre Lindland kraftstasjon ble bygd. Siden er anlegget modernisert og utvidet, siste gang i 1952.

Både allerede eksisterende og planlagte reguleringer er avmerket på fig. 19. Planene går i korthet ut på å samle vann fra alle fire greinene av vassdraget i Barstadvatn, og la driftsvannet gå i tunnel derfra til kraftstasjonen ved Lindland.

Av nedbørfeltets totale areal på ca. 300 km^2, vil ca. 225 km^2 bli regulert. De resterende ca. 75 km^2 tilhører Guddalsvatnets nedbørfelt, som i dag benyttes til vannforsyningsformål.

7.1. Mydlandsvassdraget

Mydlandsvatn

Det foreligger to alternativer for utbygging. Alt. I inne-bærer en senkning på inntil 2,5 m. Vannet skal da tappes ut det eksisterende elveløpet, og overføres til Orrestad-vassdraget via tunnel fra Rånåvatn til Botnavatn.

Alt. II, som er det primære ønsket fra utbyggers side, omfatter tunnel fra Mydlandsvatn til Orrestadvatn, og en senkning av Mydlandsvatn på 7 m.

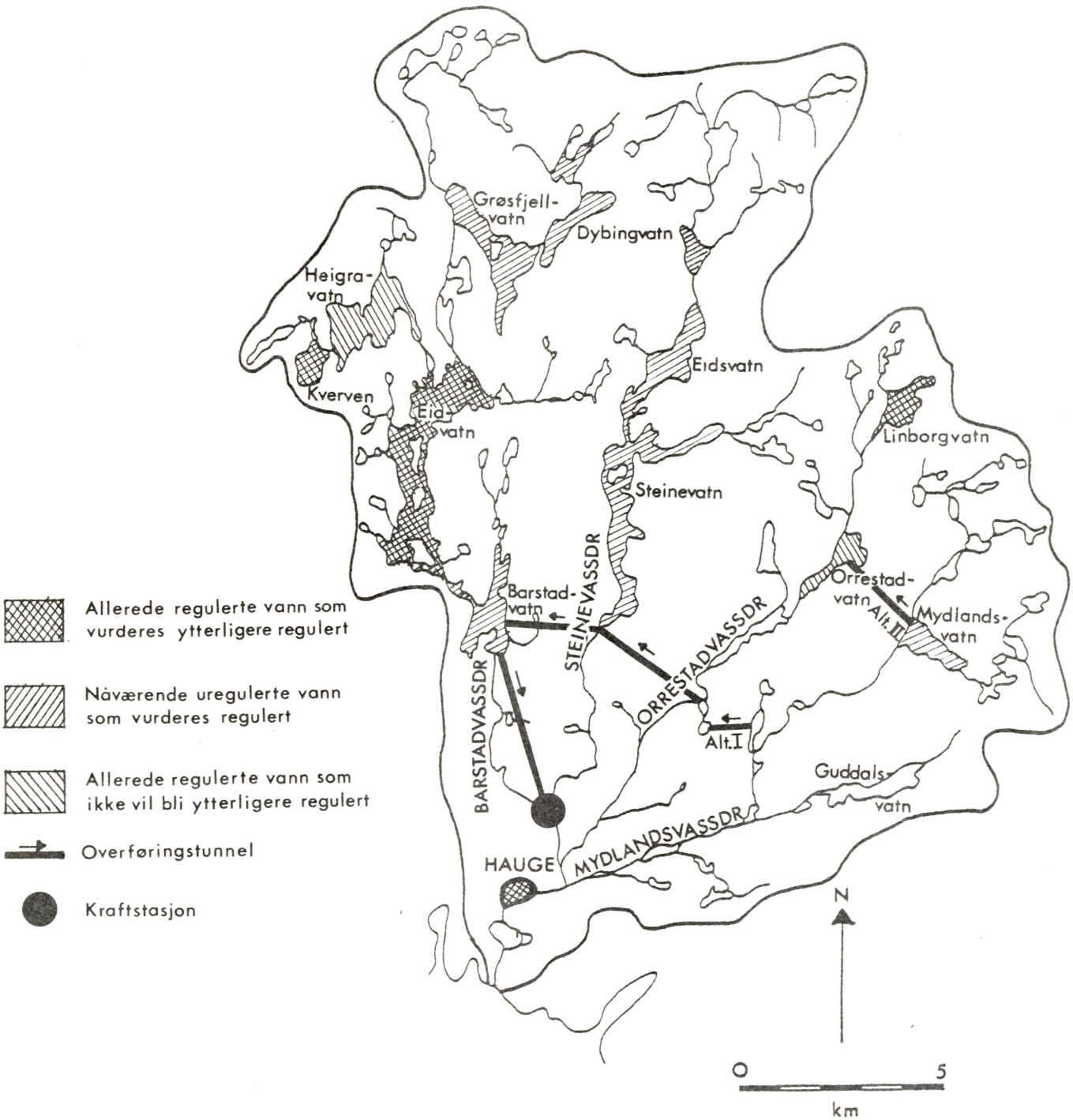


Fig. 19. Kart over utbyggingsplanene. Etter Dalane Elverks plan datert 3.6.1981.

7.2. Orrestadvassdraget

I Orrestadvassdraget er det aktuelt med regulering av Orrestadvatn og Linborgvatn. Disse vannene har tidligere vært regulert av A/S Titania, og de reguleringshøyder som det søkes om, overskrider ikke tidligere reguleringer. I tillegg vil vann fra Mydlandsvassdraget overføres til Botnavatnet, uten at det er planlagt regulering av vannstanden der. Fra Botnavatn planlegges overføringstunnel videre til Steinevassdraget nedstrøms Steinsvatn.

Orrestadvatn
A/S Titania hadde 10 m regulering av vannet (1,5 m opp og 8,5 m ned) fram til 1965. Det søkes om en regulering på 7,5 m, 1,5 m opp og 6 m ned.

Linborgvatn
Vannet er tidligere regulert opp 4 m. Denne reguleringa ønskes opprettholdt.

7.3. Steinevassdraget

Dette sidevassdraget er ikke regulert i dag.

Eidsvatn/Steinsvatn
Det søkes om 1,5 m senkning, subsidiært 1 m senkning og 0,5 m heving.

Vann fra Steinevassdraget ledes via overføringstunnel fra elva nedstrøms Steinsvatn til Barstadvatn i Barstadvassdraget.

7.4. Barstadvassdraget

Dybingvatn
Det søkes om 3 m senkning av vannet.

Grøsfjellvatn ønskes regulert 5 m ned.

Heigravatn har siden 1918 vært regulert 6 m, og denne reguleringa ønskes opprettholdt.

Fjellavatn kan bli aktuelt som magasin i tilfelle det ikke blir gitt tillatelse til regulering av Dybingvatn og Grøsfjellvatn.
Kverven er nå regulert ned 3 m, og dette planlegges økt til 6 m.

Eiavatn er allerede regulert 1,5 m (0,3 m opp og 1,2 m ned). Det søkes om ytterligere 1,5 m senkning, totalt 3 m regulering.

Barstadvatn er ikke aktuell som ordinært reguleringsmagasin, men det er ønskelig med mulighet til en kortvarig regulering (1-2 døgn) på inntil 1 m. Formålet med dette er å kunne kompensere for et eventuelt brudd i strømforsyninga fra andre kraftverk, f.eks. Sira-Kvina.

Fra Barstadvatn ledes driftsvannet i tunnel til kraftverket ved Lindland.

8. VIRKNINGER AV EN EVENTUELL UTBYGGING

8.1. Generelt om hydrografiske og biologiske effekter ved kraftutbygging

Regulering av et vassdrag vil kunne gi en rekke effekter på vassdragets fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

I de første årene etter gjennomført regulering vil en ha en korttidseffekt som har sammenheng med utvasking av reguleringssonen i magasinene og omlagring av bunnsedimentene både i magasinene og i reguleringspåvirkede elveavsnitt. Dette gir uklart vann og økte mengder oppløste næringssalter i vassdraget, noe som i sin tur vil øke produksjonen. Når utvaskinga nærmer seg slutten, vil vannet klarne og næringsinnholdet avta til et nivå omtrent som før regulering.

Langtidseffektene ved reguleringa har sammenheng med de periodiske vannstandsvariasjonene i reguleringsmagasinene, og med variasjoner i vannføring i elvene. I en uregulert sjø foregår det meste av bunndyrproduksjonen i gruntvannsområder ned til 5-10 m dyp. Hele produksjonssonen eller deler av den vil ved regulering skiftevis tørrlegges og oversvømmes, omfanget er avhengig av hvor stor reguleringshøyden er. Utvasking av løsmateriale, tørke, frost, isskuring o.l. vil ødelegge miljøet i reguleringssonen, og de fleste bunndyra vil forsvinne. Også dyresamfunn på dypere vann vil bli negativt påvirket på grunn av tilslamming, noe som vil vedvare helt til omlagringa av løsmassene er opphørt. Dermed forsvinner en viktig del av næringsgrunnlaget for bunndyrspisende fiskearter, f.eks. aure. Planktonsamfunnene vil i mindre grad påvirkes, slik at planktonspisende fiskearter (røye, sik) vil greie seg bedre.

For faunaen i elvene vil minstevannføring og variasjoner i vannføring være avgjørende. Ved liten vannføring tørrlegges produktive områder, og produksjonen vil avta. Mindre strøm gir imidlertid gunstigere produksjonsforhold, slik at totaleffekten vil være avhengig av hvor store arealer som tørrlegges. Redusert vannføring kan imidlertid gi økt begroing på elvebunnen, samtidig som endrede strømforhold gis forandringer i bunnsubstratet. Dermed kan forholdet mellom de enkelte arter forskyves, og noen arter vil trolig forsvinne. I elveavsnitt med lite fall kan skadene begrenses ved å bygge terskler. Vannstanden vil da bli holdt konstant, og produksjonsforholdene både for planter og dyr vil bli bedre. Sideelvene i Sokndalsvassdraget har imidlertid sterkt fall de fleste steder, og terskelbygging er neppe aktuelt.

8.2. Virkninger av den planlagte utbygging i Sokndalsvassdraget

De fleste innsjøene i Sokndalsvassdraget er dype. Strendene er preget av stein og fast fjell, og faller bratt ned mot vannet. Videre skrår bunnen de fleste steder bratt ned mot dypet slik at gruntvannsområdene blir små av utstrekning. Dermed vil bunndyrproduksjonen i disse innsjøene være liten. Dette betyr at en regulering av innsjøene vil få mindre konsekvenser for den biologiske produksjonen enn tilfellet ville vært i grunnere sjøer. Nå foreligger det ikke dybdekart over de innsjøene som er aktuelle for regulering, slik at det er umulig å anslå hvor store arealer som vil tørrlegges ved utbygging, og konsekvensene er derfor vanskelig å vurdere.

Flere av innsjøene er allerede regulert. Dette gjelder Orrestadvatn, Linborgvatn, Eiavatn, Kverven og Heigravatn, og av disse er det bare Eiavatn og Kverven som planlegges ytterligere regulert.

a) Mydlandsvassdraget

Regulering etter alt. II, som er det primære ønsket, gir en senkning av vannstanden i Mydlandsvatn på inntil 7 m. Dette må karakteriseres som et stort inngrep. Alt. I medfører en senkning på 2-2,5 m. Utbygges vassdraget etter alt. II, vil altså den beste produksjonssonen ødelegges, mens virkningene vil bli langt mindre etter alt. I.

Siden vannet planlegges overført til Orrestadvassdraget, vil elva bli delvis tørrlagt nedenfor overføringstunnelen. Også for elvas vedkommende vil alt. I være det mest skånsomme alternativ biologisk sett, fordi overføring skjer lenger nede i vassdraget enn om alt. II realiseres. Den nedre delen av elveavsnittet vil motta vann fra Guddalsvatnets nedbørfelt, og blir dermed ikke helt tørrlagt.

b) Orrestadvassdraget

De planlagte reguleringsmagasinene har begge vært regulert tidligere av A/S Titania. For Linborgvatn er den tidligere regulering foreslått opprettholdt, mens Orrestadvatn er planlagt regulert 7,5 m mot tidligere 10 m.

Elveavsnittet mellom Botnavatn og Åmot (5-6 km) vil bli delvis tørrlagt på grunn av overføring til Steinevassdraget. Dette vil virke ødeleggende for en stor del av bunndyrproduksjonen i denne delen av vassdraget. Dersom det opprettholdes en viss minstevannføring, vil skadene kunne begrenses.

c) Steinevassdraget

Den planlagte regulering av Eidsvatn/Steinsvatn er så liten (1,5 m) at den vil få relativt liten betydning for biologiske forhold i innsjøene. En senkning av vannstanden på 1,5 m vil likevel lokalt gi en viss tørrlegging av arealer, f.eks. i

forbindelse med moreneavsetningene ved Steinegårdene. En regulering som innebærer 1 m senkning og 0,5 m heving av vannstanden (subsidiært ønske) vil være å foretrekke framfor en senkning på 1,5 m, da det trolig ikke overskrider de naturlige vannstandsvariasjoner.

Elveavsnittet mellom utløpet av Steinsvatn og Lindland (ca. 5 km) vil bli delvis tørrlagt på grunn av overføring til Barstadvassdraget. Også her vil en eventuell grense for minstevannføring være avgjørende for hvor store skadevirkningene blir.

d) Barstadvassdraget

Kverven, Heigravatn og Eiavatn er allerede regulert.

Kverven planlegges regulert ned 3 m i tillegg til de 3 m som vannet er regulert ned nå. Denne innsjøen er liten, og virkningene av økt regulering vil bli begrenset.

Eiavatn planlegges regulert ytterligere 1,5 m, totalt 3 m (0,3 m opp og 2,7 m ned). Innsjøen er stor og forgreinet, og oppdelt i mange delvis adskilte bassenger. Innsjøens strandlinje er derfor stor, men de steile breddene antyder at grunnvannsarealene er små. Mereffekten ved en ekstra senking på 1,5 m vil derfor være begrenset.

Grøsfjellvatn er planlagt senket 5 m, noe som må karakteriseres som et stort inngrep. En slik regulering vil gi tørrlegging av betydelige arealer, ikke minst i den nordlige delen av innsjøen. Den beste produksjonssonen for bunndyr vil dermed bli ødelagt, og vannets produksjonsevne vil synke vesentlig.

Dybingvatn foreslås senket 3 m. Innsjøen kan karakteriseres som en botnsjø. Den er antakelig dyp, og mangler trolig gruntvannsområder av vesentlig størrelse. Regulering vil derfor få relativt sett små konsekvenser, men en stor del av produksjonssonen vil likevel bli ødelagt ved utbygging.

Den planlagte regulering av Barstadvatn vil trolig ligge innenfor normal vannstandsvariasjon, og vil neppe få særlig betydning for produksjonsforholdene i innsjøen. Det er dessuten bare snakk om en døgnregulering under helt spesielle forhold (se pkt. 8.1).

Elveavsnittet mellom Barstadvatn og Lindland (ca. 4 km) vil delvis tørrlegges da driftsvannet ledes i tunnel fra Barstadvatn til kraftverket ved Lindland. Også her vil eventuelle krav til minstevannføring være avgjørende for hvor store skadevirkningene i elva blir.

e) Sokndalselva nedenfor Lindland

Sokndalselva vil mellom Lindland og Åmot få økt vannføring da vann fra alle fire greinene i vassdraget samles her. Dette vil gi sterkere strøm og lavere bunndyrproduksjon i elva. Vanntemperaturen vil trolig bli noe høyere om vinteren, mens sommertemperaturen etter alt å dømme vil bli omtrent som nå eller noe lavere.

Nedenfor Åmot vil vannføringa på årsbasis bli som før. Men på grunn av at kraftverket kjøres mest om vinteren, vil vintervannføringa øke noe. Magasinene vil fylles raskt om våren, og det er ventet at sommervannføringa i elva stort sett vil bli som nå eller muligens noe større. Videre vil flomtoppene bli redusert mens minstevannføringa trolig vil bli noe større enn før. En eventuell regulering vil med andre ord virke stabiliserende på vannføringa i elva. Dersom dette blir resultatet, vil en utbygging neppe gi negative biologiske konsekvenser for elva nedenfor Åmot.

Siden de vannkjemiske forhold er nokså like i alle deler av Sokndalsvassdraget, er det ikke ventet at overføring av vann fra et vassdrag til et annet vil gi vesentlige endringer i vannkvalitet for noen deler av vassdraget.

8.3. Konklusjon

En regulering av Sokndalsvassdraget etter de foreliggende planer vil gi delvis tørrlegging av de fire elvegreinene i den midtre delen av vassdraget. Dette vil få negative følger for bunndyrproduksjonen i disse elveavsnittene. Dersom det kan opprettholdes en viss minstevannføring i elvene, kan skadene begrenses noe.

Det vil bli økt forurensning i de delvis tørrlagte elvegreinene, siden avrenning fra jordbruk og kloakk vil bli mer konsentrert enn før.

I Mydlandsvassdraget vil utbygging etter alt. I være å foretrekke ut fra ferskvannsbiologiske kriterier, da dette alternativet bare vil gi moderate vannstandsvariasjoner i Mydlandsvatn.

Grøsfjellvatn vil bli sterkt rammet ved en regulering etter de foreliggende planer, og en vil be om at alternativer som gir lavere reguleringshøyde blir valgt dersom utbygging blir aktuelt.

I de andre innsjøene er det planer om moderate reguleringer ($\leq$3 m), eller regulering av tilsvarende omfang som det A/S Titania tidligere har gjennomført. Den spesielle morfologien til disse innsjøene gjør at de tørrlagte gruntvannsområdene vil være relativt små. Vannenes bunndyrproduksjon vil imidlertid bli nedsatt, og effekten blir større desto større reguleringshøyden er.

9. VURDERING AV VASSDRAGET I VERNESAMMENHENG

9.1. Karakteristikk av vassdraget

Siden bare lokaliteter som berøres direkte ved en eventuell utbygging er undersøkt, er grunnlaget for å vurdere vassdragets verneverdi noe spinkelt. Men under forutsetning av at de undersøkte lokaliteter er så noenlunde representative for vassdraget som helhet, kan det karakteriseres på følgende måte:

a) Vassdraget har et nedbørfelt på 300 km^2, og består av fire greiner av noe varierende størrelse. Vassdraget går fra fjell til sjø. Høyeste punkt er 631 m o.h. Områder over ca. 300 m o.h. er normalt snaufjell.

b) Vassdraget inneholder et rikt utvalg av små og store vann. Vannene er imidlertid noe ujevnt fordelt. Små vann finnes spesielt i øvre deler av nedbørfeltet. I de midtre deler forekommer store vann i alle greiner av vassdraget. Disse innsjøene er svært dype og har små arealer med grunnvannsområder. I den nedre delen av vassdraget renner elvene i de forskjellige greinene i fosser og stryk. Nedenfor samløpet ved Lindland/Åmot er Sokndalselva relativt stilleflytende unntatt ved enkelte partier nær utløpet ved Sogndalsstrand.

c) Nedbørfeltet er bygd opp av forvitringsbestandige bergarter, og har jevnt over en meget karrig vegetasjon. Selv om det er en viss variasjon i berggrunnsgeologi, gir ikke dette seg utslag i vannkjemiske variasjoner. En ser da bort fra lokale variasjoner som har sammenheng med slagg fra de nedlagte ilmenittgruvene ved Sandbekk. Nedbørens kjemiske sammensetning er i stor grad bestemmende for vannkjemien i vassdraget.

d) Den oligotrofe innsjøtypen dominerer sterkt. Dystrofe vann er mindre vanlige, og de er alltid små lokaliteter som ligger i tilknytning til myr. Mesotrofe - eutrofe småvann forekommer nær dyrka mark og bebyggelse. Både elvene og de store innsjøene utmerker seg i forhold til andre vassdrag ved å ha ekstremt klart vann med blågrønn farge.

e) Barstadvassdraget er regulert for elektrisitetsformål. Dessuten har A/S Titania tidligere hatt regulering av Orrestadvassdraget.

f) Forurensningsgraden i vassdraget er generelt liten, men elveavsnittet nedenfor Hauge (2000 innb.) mottar endel organisk forurensning. A/S Titania hadde fram til 1965 store slamutslipp i elva ved Sandbekk, noe som påvirket hele vassdraget nedenfor. Effekten av slagg- og slammassene fra gruvedrifta setter fortsatt sitt preg på deler av vassdraget, vesentlig på strekninga Sandbekk - Åmot.

   Vassdraget mottar imidlertid store mengder lufttransportert forurensning, slik tilfellet også er med andre sørnorske vassdrag (Henriksen et al. 1981), og den forsuring som i de seinere år har foregått, antas å ha sammenheng med dette (Overrein et al. 1980).

g) Vassdragets fauna er tildels meget artsfattig, og også tettheten av dyr synes å være liten. Dette gjelder i større eller mindre grad for alle undersøkte dyregrupper, og må sees i sammenheng med det sure, næringsfattige og lite varierte miljøet i vassdraget. Visse unntak finnes likevel. Eidsvatn har f.eks. stor diversitet i planktonsamfunnet, og artssammensetninga er nokså uvanlig.

9.2. Vurdering av vassdraget i forhold til aktuelle vernekriterier

Ved vurdering av verneverdier legges vekt på en rekke forhold, både typiske naturverdier, forsknings- og referanseverdier og verdier som typevassdrag (jfr. Gjessing 1980). I det følgende vil Sokndalsvassdraget bli vurdert i forhold til aktuelle vernekriterier. Vassdraget vil også bli sammenlignet med andre vassdrag i samme geografiske region. Aktuelle vassdrag til sammenligning er Bjerkreimsvassdraget og Lyngdalsvassdraget. Det foreligger imidlertid så sparsomt med data fra Bjerkreimsvassdraget at det ikke er grunnlag for å vurdere Sokndalsvassdraget i forhold til dette. Hydrografiske og ferskvannsbiologiske forhold i Lyngdalsvassdraget er derimot godt dokumentert (Halvorsen 1981).

a) Produksjonsgrunnlag og produktivitet

Det er ikke foretatt produktivitetsmålinger i forbindelse med undersøkelsen. Produktiviteten må derfor vurderes ut fra hydrografi og forekomst og tetthet av planter og dyr i de ulike deler av vassdraget. Det ekstremt klare og sure vannet peker i retning av meget lav primær- og sekundærproduksjon i de frie vannmasser. Den beskjedne forekomsten av gruntvannsområder og litoralvegetasjon, og dominansen av sterkt eksponerte strender, skulle tilsi at det samme gjelder produktiviteten av benthiske planter. Den lave tettheten av dyr i alle deler av økosystemet støtter denne antakelsen ved å antyde en lav sekundærproduksjon. Tettheten av dyr i vassdraget er på samme nivå som og tildels også lavere enn i andre sure vassdrag i Sør-Norge (se kap. 5.2). Sammenlignet med Lyngdalsvassdraget har Sokndalsvassdraget lave tettheter både av plankton, litorale og profundale bunndyr.

b) Tilstand, grad av uberørthet

Sokndalsvassdraget er påvirket av menneskelig aktivitet på flere måter. Sur nedbør har satt sitt preg på surhetsgraden i hele vassdraget. Barstadvassdraget er regulert for elektrisitetsformål. I Orrestadvassdraget har A/S Titania tidligere hatt regulering, samtidig som den nedre delen av dette vassdraget er påvirket av gruvedrift. Mydlands- og Steinevassdraget er mindre påvirket av menneskelig aktivitet. Avrenning fra jordbruksområder og bebyggelse synes å bety lite. Guddalsvatn (Mydlandsvassdraget) utnyttes imidlertid til vannforsyningsformål.

Det er således bare deler av vassdraget som kan karakteriseres som relativt uberørt.

c) Typeområde

Sokndalsvassdraget ligger i Egersundfeltet, og er det eneste vassdraget av noen størrelse som har sitt nedbørfelt innenfor grensene til dette spesielle bergartsområdet. Berggrunnsgeologien gir nedbørfeltet og vassdraget spesielle særtrekk. Bl.a. er vassdraget minimalt humuspåvirket, og som lavlandsvassdrag står det trolig i en særstilling i denne delen av landet med sitt krystallklare, blågrønne vann. Her avviker det fra Lyngdalsvassdraget, som er sterkt humuspåvirket (Halvorsen 1981).

På grunn av Sokndalsvassdragets beliggenhet og nedbørforhold er havsalter (Na, Cl) dominerende blant vannets oppløste salter. Også på dette punktet avviker det fra Lyngdalsvassdraget.

Sokndalsvassdraget må kunne karakteriseres som et typevassdrag for Egersundfeltet, og vil ikke kunne erstattes fullt ut av andre vassdrag i så måte. Det forhold at deler av vassdraget er regulert og/eller påvirket av gruvedrift reduserer verdien som typeområde noe.

d) Referanseområde

Et referanseområde bør være mest mulig uberørt, og som nevnt kan bare deler av Sokndalsvassdraget tilfredsstille dette kravet (se pkt. b). Vassdraget er likevel interessant i denne sammenheng pga. sin beliggenhet i Egersundfeltet.

e) Klarhet og enkelhet

Sokndalsvassdraget har som nevnt ensartede hydrografiske forhold, og organismesamfunnene i de ulike deler av vassdraget er stort sett både arts- og individfattige. Økosystemene både i stillestående og rennende vann er enkle og oversiktlige. I Lyngdalsvassdraget synes forholdene å være noe mer komplekse, og ut fra dette kriteriet må Sokndalsvassdraget karakteriseres som verneverdig.

f) Diversitet (mangfold)

Som det framgår av pkt. e), er Sokndalsvassdraget preget av enkelhet både når det gjelder hydrografi og biologi, og diversiteten eller mangfoldet er følgelig liten. Nedbørfeltets størrelse er dessuten under halvparten av arealet til Lyngdalsvassdraget, og Lyngdalsvassdraget dekker i tillegg et større høydeintervall (0-966 m). Ut fra de data som foreligger fra Bjerkreimsvassdraget (Halvorsen pers.medd.), synes også dette vassdraget å være mer mangfoldig og variert enn Sokndalsvassdraget.

10. SAMMENDRAG

Undersøkelsene er utført i forbindelse med planer om vannkraftutbygging i Sokndalsvassdraget. Feltarbeidet foregikk i periodene 20.-27. juni og 5.-13. august 1982.

Sokndalsvassdragets nedbørfelt er ca. 300 km^2. Vassdraget består av fire greiner. Av disse er Barstadvassdraget det største. Vassdraget ligger i det såkalte Egersundfeltet. Harde og forvitringsbestandige bergarter dominerer. I øst og vest finnes anortositt, og disse områdene har en meget karrig vegetasjon. Mellom anortosittfeltene finnes andre bergarter som stedvis gir grunnlag for en noe rikere vegetasjon. Størstedelen av nedbørfeltet er snaufjell, og skoggrensa ligger på ca. 300 m, men varierer noe med avstanden fra kysten. Det finnes lite myr i området, og med unntak av enkelte plantinger finnes det ikke barskog.

Undersøkelsen omfatter fysiske og kjemiske forhold i 5 innsjøer og 7 elvestasjoner. Bunndyrfaunaen i elvene og i innsjøenes profundal- og litoralsone er også undersøkt. Det samme gjelder krepsdyrfaunaen både i litoralsonen og i de frie vannmasser.

Hydrografiske forhold varierer lite i vassdraget. Vannet er surt, med pH i intervallet 4,8-5,4, oftest 4,9-5,0. Elektrolyttinnholdet er relativt høyt, noe som skyldes stor tilførsel av salter med nedbøren (Na, Mg, Cl, SO_4). K_{25} ligger på 4,0-5,0 µS/m. Dominerende ioner er Na og Cl.

Orrestadvassdraget er nedenfor Sandbekk sterkt påvirket av tilsig fra gruveområdet ved Sandbekk, og både pH og elektrolyttinnhold er betydelig høyere der enn ellers i vassdraget. Alle greiner av vassdraget har ekstremt klart vann ($\leq$ 6 mg Pt/l) med blågrønn farge.

Innsjøene i vassdraget er typisk oligotrofe. Humusvann og mesotrofe/eutrofe småvann forekommer bare unntaksvis.

Faunaen i rennende vann er dominert av fjærmygglarver, frittlevende vårfluer og steinfluer. Det er bare små forskjeller fra lokalitet til lokalitet.

Av døgnfluer ble bare ett ind. påvist i rennende vann. Det tilhørte arten *Leptophlebia vespertina*. Også steinfluefaunaen var fattig. Fem arter ble registrert i rennende vann. *Leuctra fusca* var den vanligste arten, mens *Taeneopteryx nebulosa* og *Leuctra hippopus* opptrådte sjeldent.

Gruppen knott var representert med fem arter, med *Eusimulum vernum* og *Simulum ornatum* som de vanligste. *E. aureum* og *S. tuberosum* ble begge påvist ved bare en lokalitet.

Bunnfaunaen i litoralsonen var dominert av børstemark, buksvømmere, vannbiller og fjærmygglarver. Det var relativt liten variasjon fra lokalitet til lokalitet. Sammenlignet med f.eks. Lyngdals- og Tovdalsvassdraget var bunndyrtettheten liten.

To arter av døgnfluer ble påvist i stillestående vann. Det var *Leptophlebia vespertina* og *Siphlonurus alternatus*. Begge artene opptrådte i lite antall, men *L. vespertina* var vanligst.

Steinfluene var representert med to arter i stillestående vann, *Nemoura cinerea* og *Nemurella picteti*. Ingen av disse ble påvist i rennende vann. Begge artene opptrådte bare i en lokalitet.

Bare et individ innen gruppen igler ble påvist. Det var en vanlig hundeigle, *Erpobdella octoculata*, som ble funnet i Grøsfjellvatn.

Snegl og muslinger ble ikke påvist hverken i stillestående eller rennende vann.

Faunaen i profundalsonen var dominert av fjærmygglarver, og bunndyrtettheten var liten.

Krepsdyrfaunaen var relativt artsfattig. Det ble registrert 32 arter, 21 cladocerer og 11 copepoder. Av mindre vanlige arter kan nevnes *Monospilus dispar*, *Alona intermedia* og *Eucyclops speratus*. Også funnet av *Daphnia galeata* er dyregeografisk interessant. Orrestadvatn hadde bare 14 arter, mot 20-21 arter i de andre vannene. Gjennomsnittlig artsantall var 19,2.

Bosmina longispina var den dominerende arten i litoralsonen, men *Alanopsis elongata*, *Scapholeberis mucronata*, *Polyphemus pediculus* og *Alonella excisa* var også tallrike. Det var relativt stor variasjon i krepsdyrfaunaen fra en lokalitet til en annen.

Planktonsamfunnene var sammensatt av 10 krepsdyrarter totalt. Gjennomsnittlig artsantall i planktonet var 6,2, noe som er et relativt høyt tall. Eidsvatn utmerker seg med høyt artsantall (9) og et spesielt planktonsamfunn. Diversiteten målt med Shannon-Wieners diversitetsindeks var relativt høy i alle vannene ($\bar{H} > 1,00$). Eidsvatn hadde spesielt stor diversitet ($\bar{H} = 1,64$). Planktonsamfunnene varierte endel i sammensetning fra lokalitet til lokalitet.

Tettheten av planktonkrepsdyr var liten. Høyest tetthet hadde Eidsvatn (ca. 30 000 ind./m^2 overflate), mens Barstadvatn hadde minst tetthet (ca. 15 000 ind./m^2).

Sokndalsvassdraget har endel likheter både med Lyngdalsvassdraget og Tovdalsvassdraget både fysisk-kjemisk og biologisk. Sokndalsvassdraget er imidlertid mye mindre humuspåvirket, og både artsantall og tetthet av dyr innen de ulike grupper er lavere. Både når det gjelder humuspåvirkning og krepsdyrfauna, viser Sokndalsvassdraget likheter med høyereliggende/alpine områder lenger øst (Øvre Tovdal, Sjåvatnområdet).

Reguleringsplanene for vassdraget er beskrevet, og ferskvanns-biologiske konsekvenser av en regulering er diskutert. Til slutt er vassdraget vurdert i vernesammenheng.

LITTERATUR

Bjerke, G. & G. Halvorsen 1982. Hydrografi og evertebrater i innsjøer og elver i Hemsedal 1979. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo, Rapp. 49*, 50 s.

Bøyum, A. 1975. *Limnologisk metodikk*. Limnologisk inst., Univ. Oslo. Stensil, 63 s.

Donner, J. 1962. *Rädertiere (Rotatorien)*. Franckh. Stuttgart (Kosmos-Verlag), 50 s.

Flössner, D. 1972. *Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser. Branchiopoda. Fischläuse, Branchiura*. Die Tierwelt Deutschlands 60 Teil. Jena (VEB Gustav Fisher Verlag), 501 s.

Frey, D.G. 1965. Diffrentiation of *Alona costata* Sars from two related species (Cladocera, Chydoridae). *Crustaceana 8*: 159-173.

Gaarder, T. 1916. De vestlandske fjorders hydrografi. I. Surstoffet i fjordene. *Bergen Mus. Aarb. 2*: 1-200.

Gjessing, E.T., A. Henriksen, M. Johannessen & R.F. Wrigth 1976. Effect of acid presipitation on freshwater chemstry. Pp. 65-85 i Brække, F.H. (ed.): Impact of acid presipitation on forest and freshwater ecosystems in Norway. *SNSF-prosjektet FR 6/76*. 111 s.

Gjessing, J. 1980 (ed.). Naturvitenskapelig helhetsvurdering. Foredrag og diskusjoner ved konferanse 17.-19. mars 1980. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo, Rapp. 20*. 316 s.

Golterman, H.L. 1969. *Methods of Chemical Analysis of Waters*. IBP Handbook No. 8. Oxford and Edinburg (Blackwell Sci. Publs.). 172 s.

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

Henriksen, A., E. Joranger, B. Kvæven & B.O. Rosseland 1982. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1981. *Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 64/82*. SFT, Oslo. 176 s.

Herbst, H.V. 1962. *Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe)*. Frank. Stuttgart (Kosmos-Verlag). 130 s.

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

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

Kiefer, F. 1960. *Ruderfusskrebse (Copepoden)*. Stuttgart (Kosmos Verlag). 97 s.

Kildal, T. & J.A. Eie 1975. Ferskvannsbiologiske registreringer i Gjevarvatn, Seljord, Telemark. *Landsplanen for verneverdige områder/forekomster. Ferskvann.* Miljøverndep. 45 s.

Koksvik, J.I. 1976. Hydrografi og evertebratfauna i Vefsna-vassdraget. 1974. *K. Norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1976-4*. 96 s.

Langeland, A. 1974. Long-term changes in the plankton of Lake Tyrifjord, Norway. *Norw. J. Zool. 22*, 207-219.

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

Oftedahl, C. 1974. *Norges geologi*. Tapir. 169 s.

Overrein, L.N., H.M. Seip & A. Tollan (eds.) 1980. Acid presipitation - effects on forest and fish. Final report of the SNSF-project 1972-1980. *SNSF-prosjektet FR 19/80*. 175 s.

Patalas, J. & K. Patalas 1966. The crustacean plankton communities in Polish lakes. *Verh. Internat. Verein Limnol. 16*: 204-215.

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

Rosenqvist, F.T. 1977. *Sur jord - Surt vann*. Ingeniørforl. Oslo. 123 s.

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

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

Sars, G.O. 1903 og 1918. *An account of the Crustacea of Norway. IV Copepoda Calanoida og VI Copepoda Cyclopoida.* Bergen. 171 og 225 s.

Sivertsen, A., O.K. Skogheim & E. Snekvik 1980. *Datarapport: Kjemiske analyseresultater fra DVF's elveserie 12 (3)*. 6 s.

Sjulsen, O.E. 1983. Sokndalsvassdraget. En geofaglig vurdering. *Kontaktutv. vassdragsreg, Univ. Oslo, Rapp.67.*

Skogheim, O.K. & A. Sivertsen 1981. *Kjemisk overvåking av vannkvalitet. 1980. 13 (6)*. 72 s.

Smirnov, N.N. 1971. *Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2).* Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem 1974. 644 s.

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

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

Spikkeland, I. 1980a. Hydrografi og evertebratfauna i vassdragene på Lifjell, Telemark 1979. *Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo, Rapp. 19*. 55 s.

Spikkeland, I. 1980b. Hydrografi og evertebratfauna i Sjåvatnområdet, Telemark 1979. *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 18*. 49 s.

Strøm, K.M. 1943. Die Farbe der Gewässer und die Lundqvist-Skala. *Arch. Hydrobiol. 40*, 26-30.

Whittaker, R.H. & C.W. Fairbanks 1958. A study of plankton copepod communities in the Colombia basin, southeastern Washington. *Ecology 39*. 538-550.

Writht, R.F. & E.T. Gjessing 1976. Acid precipitation. Changes in the chemical Composition of Lakes. *Ambio 5*, 219-223.

Wright, R.F. & A. Henriksen 1978. Chemestry of small Norwegian lakes, with special reference to acid presipitation. *Limnol. Oceanogr.*

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

Økland, J. 1975. *Ferskvannsøkologi*. Univ.forl. Oslo. 289 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.

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.

Nr. 38 Del I. Halvorsen, G. 1982. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Joravassdraget, Oppland, 1980.
Del II. Blakar, I.A. 1982. Kjemisk-fysiske forhold i Joravassdraget (Dovrefjell) med hovedvekt på ionerelasjoner.

Nr. 39 Nordseth, K. 1982. Imsa og Trya. Vurdering av geo-faglige interesser.

Nr. 40 Årsberetning 1981.

Nr. 41 Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget. Hydrografi og evertebrater - En oversikt.

Nr. 42 Faugli, P.E. 1982. Naturfaglige forhold - vassdragsplanlegging. Innlegg med bilag ved Den 7. nordiske hydrologiske konferanse 1982.

Nr. 43 Sonerud, G.A.1982. Fugl og pattedyr i Atnas nedbørfelt.

Nr. 44 Jansen, I.J. 1982. Lifjellområdet - Kvartærgeologisk og geomorfologisk oversikt.

Nr. 45 Faugli, P.E. 1982. Bjerkreimvassdraget - En oversikt over de geofaglige forhold.

Nr. 46 Dalviken, K. & Faugli, P.E. 1982. Lomsdalsvassdraget - En fluvialgeomorfologisk vurdering.

Nr. 47 Bjørnestad, G. & Jerstad, K. 1982. Fugl og pattedyr i Lyngdalsvassdraget, Vest-Agder.

Nr. 48. Sonerud, G.A. 1982. Fugl og pattedyr i Grimsas nedbørfelt.

Nr. 49. Bjerke, G. & Halvorsen, G. 1982. Hydrografi og evertebrater i innsjøer og elver i Hemsedal 1979.

Nr. 50. Bogen, J. 1982. Mørkrivassdraget og Feigumvassdraget - Fluvialgeomorfologi.

Nr. 51. Bogen, J. 1982. En fluvialgeomorfologisk undersøkelse av Joravassdraget med breområdet Snøhetta.

Nr. 52. Bendiksen, E. & Schumacher, T. 1982. Flora og vegetasjon i nedbørfeltene til Imsa og Trya.

Nr. 53. Bekken, J. 1982. Imsa/Trya. Fugl og pattedyr.

Nr. 54. Wabakken, P. & Sørensen, P. 1982. Fugl og pattedyr i Joras nedbørfelt.

Nr. 55. Sollid, J.L. (red.) 1983. Geomorfologiske og kvartærgeologiske registreringer med vurdering av verneverdier i 15 tiårsvernede vassdrag i Nord- og Midt-Norge.

Nr. 56. Bergstrøm, R. 1983. Kosånavassdraget. Ornitologiske undersøkelser 1981.

Nr. 57. Sørensen, P. & Wabakken, P. 1983. Fugl og pattedyr i Finnas nedbørfelt. Virkninger ved planlagt krafutbygging.

Nr. 58. Bekken, J. 1983. Frya. Fugl og pattedyr.

Nr. 59. Bekken, J. & Mobæk, A. 1983. Ornitologiske ineteresser i Søkkundas utvidede nedbørfelt.

Nr. 60. Skattum, E. 1983. Botanisk befaring av 11 vassdrag på Sør- og Østlandet. Rapport til Samlet plan for forvaltning av vannressursene.

Nr. 61. Eldøy, S. & Paulsen, B.-E. 1983. Fugl i Sokndalsvassdraget i Rogaland, med supplerende opplysninger om pattedyr.

Nr. 62. Halvorsen, G. 1983. Hydrografi og evertebrater i Kosånavassdraget 1981.

Nr. 63. Drangeid, S.O.B. 1983. Kosåna - Vegetasjon og Flora.

Nr. 64. Halvorsen, G. 1983. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Råkåvatn-området, Lom og Skjåk, Oppland.

Nr. 65. Eidissen, B., Ransedokken, O.K. & Moss, O.O. 1983. Botaniske undersøkelser i Finndalen.

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 fluvial-geomorfologisk undersøkelse. Prosjektledere: J. Gjessing & K. Nordseth.
78/03 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i delfelt Kringlebotselv, Matrevassdraget.
78/04 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk 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.
83/01 Moen, P. Geofaglig befaring av Sjåvatnområdet.
83/02 Moen, P. Fluvialgeomorfologisk vurdering av Sørlivassdraget.
83/03 Arnesen, M.R. & Østbye, T. Geologi, botanikk og ornitologi langs Bøelva. Sammenfatning av eksisterende materiale.