

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O-39/74

RESIPIENTUNDERSØKELSER I HOVEDVASSDRAGENE

I

DALANE, ROGALAND

Januar, 1976

Saksbehandler Pål Brettum

Instituttssjef Kjell Baalsrud

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	4
2. BESKRIVELSE	5
2.1 Generell del	5
2.2 Utnyttelse av og virksomhet i nedbørfeltene	7
2.3 Geologiske forhold	12
2.4 Meteorologiske forhold	13
2.5 Hydrologiske forhold	16
3. DE UTFØRTE VASSDRAGSUNDERSØKELSENE	16
3.1 Prøvetaking og prøvetakingssteder	16
3.2 Fysisk-kjemiske forhold	18
3.2.1 Generelt om en del fysisk-kjemiske parametre	18
3.2.2 Fysisk-kjemiske forhold i de enkelte vassdrag	26
3.2.2.1 Bjerkreimvassdraget	27
3.2.2.2 Hellelandvassdraget	30
3.2.2.3 Sokndalvassdraget	34
3.2.2.4 Moisåne - Storånavassdraget	35
3.3 De hydrobiologiske forhold	41
3.3.1 Generelt om de biologiske undersøkelser	41
3.3.2 Bjerkreimvassdraget	42
3.3.3 Hellelandvassdraget	47
3.3.4 Sokndalvassdraget	50
3.3.5 Moisåna - Storånavassdraget	50
4. DISKUSJON	51
5. KONKLUSJON	54

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Arealfordeling og befolkning innen nedbørfeltene	8
2. Antall husdyr og siloer innen nedbørfeltene	8
3. Oversikt over prøvetakingslokaliteter	20
4. Fysisk-kjemiske analyseresultater, Bjerkreimvassdraget	29
5. Fysisk-kjemiske analyseresultater, Hellelandvassdraget	32
6. Fysisk-kjemiske analyseresultater, Sokndalvassdraget og Moisåna-Storånavassdraget 1974 og 1975	35
7. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra fra Moisåna-Storånavassdraget 28/6-73	37
8. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver	39
9. Analyseresultater av kvalitative dyreplanktonprøver	40
10. Analyseresultater av begroingsprøver	43
11. Analyseresultater av bunnfaunaprøver	45

FIGURFORTEGNELSE

1. Dalanevassdragene og deres nedbørfelt	6
2. Plassering av kommunale utslipp og industri ved Dalanevassdragene	11
3. Temperatur og nedbør. Månedsmiddel, juli 1974 - august 1975	14
4. Døgnmiddel for temperatur og nedbør før og i prøvetakingsperiodene	15
5. Vannføringen ved fire målestasjoner i de aktuelle vassdrag	17
6. Oversiktskart over stasjoner for prøvetaking og aktuelle utbyggingsområder	19
7. Bjerkreimvassdraget. Kjemiske analyseresultater	31
8. Hellelandvassdraget. Kjemiske analyseresultater	33
9. Sokndalvassdraget. Kjemiske analyseresultater	36
10. Moisåna-Storånavassdraget. Kjemiske analyseresultater	38

1. INNLEDNING

I brev av 31. mai 1974 fra Regionalplanrådet for Dalane, Rogaland, ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) spurt om de kunne påta seg å foreta resipientundersøkelser i hovedvassdragene i Dalaneområdet i Rogaland. Hensikten var å beskrive tilstanden i vassdragene. NIVA påtok seg oppdraget og ble enig med Regionplanrådets representant, regionplanlegger Ole Dag Myhrstad, hvilke stasjoner i vassdragene som skulle undersøkes. Det skulle samles inn vannprøver for kjemiske analyser tre ganger i løpet av et år, og ved en av innsamlingsperiodene, september 1974, skulle det foretas en biologisk befarings samtidig.

Grunnet stor vannføring som gjorde en biologisk befarings umulig på dette tidspunkt, ble denne befarings gjentatt i august 1975 og da med vellykket resultat. I februar 1975 samlet Regionplanrådets representant inn vannprøver for kjemiske analyser som ble sendt til NIVA.

Alt det innsamlete materiale er analysert ved NIVA, de kjemiske analysene ved NIVA's analyselaboratorium, det biologiske materialet av personer tilknyttet NIVA's biologiske avdeling.

Ansvarlig for sammenstillingen av materialet og for utformingen av rapporten har vært cand.real. Pål Brettum.

En spesiell takk til cand.real. Sigurd Rognerud for all hjelp under den biologiske befarings.

2. BESKRIVELSE AV VASSDRAGENE OG DE TILHØRENDE NEDBØRFELT

2.1 Generell beskrivelse

Et oversiktskart over vassdragene i undersøkelsesområdet og de tilhørende nedbørfelt er gitt i figur 1. På oversiktskartet er også angitt nedbørfeltens areal som er tatt ut fra Hydrografisk kart over sydlige Norge, nr. II.

Bjerkreimvassdraget

Bjerkreimvassdraget har sitt utspring i Sirdalsheiene (Vest-Agder). Det renner bl.a. gjennom Store Myrvatn (610 m.o.h.), Birkelandsvatn (180 m.o.h) og Hofreistevatn (167 m.o.h.) før det kommer ut i Svelavatn (76 m.o.h.).

Nedenfor Svelavatn får vassdraget tilløp fra Ørsdalsvatn (64 m.o.h.) ved Bjerkreim og fra Eikjevatn (17 m.o.h.) før det renner ut i Fotlandsvatn (17 m.o.h.). Nedenfor Fotlandsvatn er det en kort elvestubb før elven munner ut i Tengsvågen ved Egersund.

Hellelandvassdraget

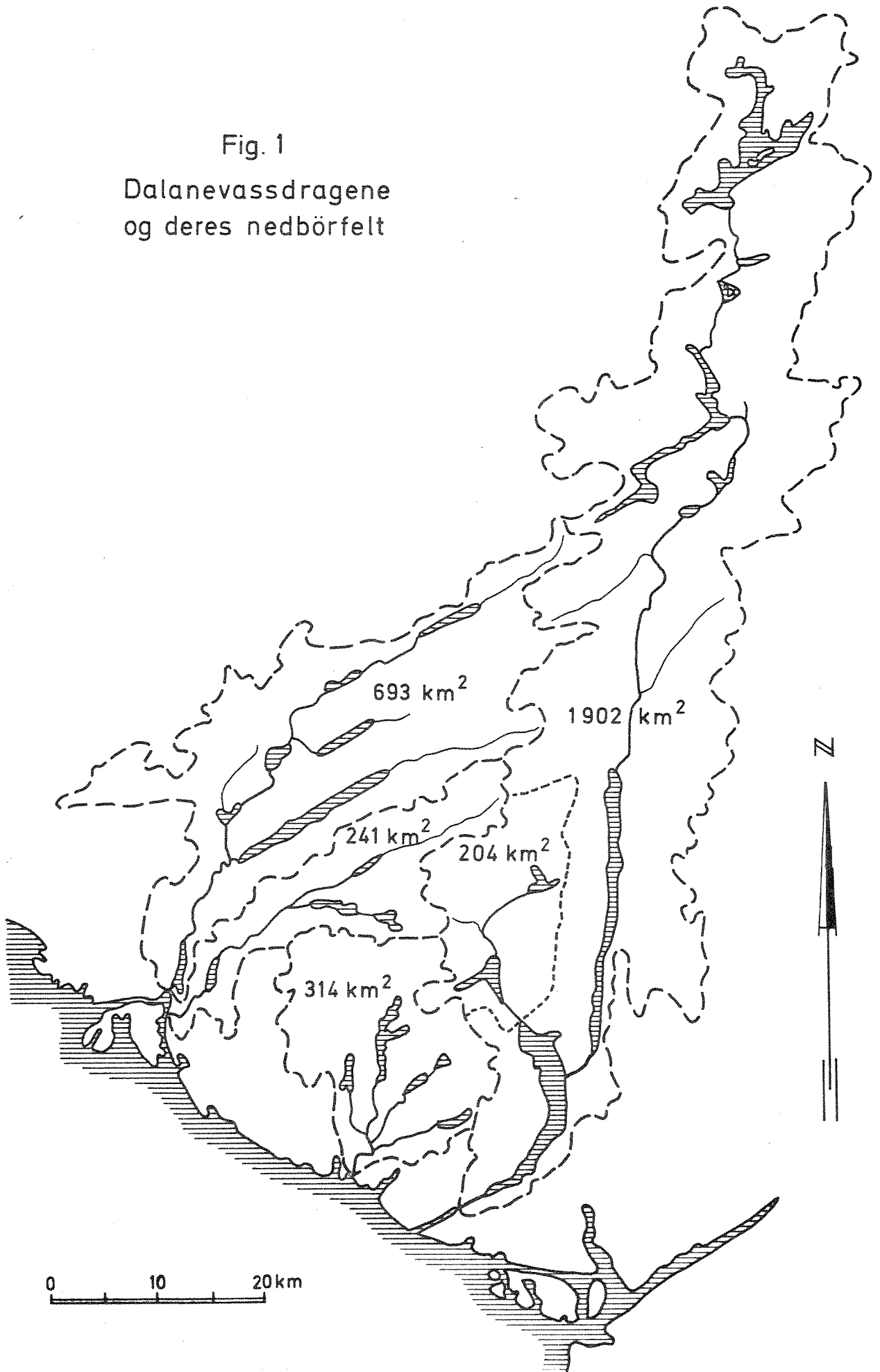
Hellelandvassdraget har sitt utspring nordøst for Gyadalen på grensen mellom Rogaland og Vest-Agder. Det renner gjennom Gyadalen, som Gyaåna, og går sammen med Teksåna som kommer fra Teksevatn (183 m.o.h.) og Bilstadvatn (184 m.o.h.) ved Orrestad. Lengre ned renner vassdraget gjennom Øygreivatn (78 m.o.h.) og Slettebøvatn (16 m.o.h.) før det renner ut i sjøen ved Egersund.

Sogndalvassdraget

Hovedløpet av dette vassdraget har sitt utspring fra Skydalsheiene nordøst for Heskestad, og renner gjennom Ualandsvatn (188 m.o.h.), Heskestadvatn (170 m.o.h.) og Eidsvatn og Steinsvatn (152 m.o.h.).

Ved Liland tar Sogndalselven opp Barstadåna som kommer fra en rekke større innsjøer i den vestre del av nedbørfeltet, bl.a. Grøsfjellvatn (176 m.o.h.), Eiavatn (137 m.o.h.) og Barstadvatn (128 m.o.h.).

Fig. 1
Dalanevassdragene
og deres nedbørfelt



Nord for Åmot får Sogndalselven tilløp fra en elv fra nordøst som kommer fra bl.a. Orrestadvatn (158 m.o.h.) og Myssavatn (146 m.o.h.). Til denne elven drenerte tidligere avgang fra Titania gruver.

Ved Åmot løper Sogndalselven sammen med elven fra Guddalsvatn (175 m.o.h.) i den østre del av nedbørfeltet, og vassdraget renner videre gjennom tettstedet Hauge i Dalane før det munner ut i sjøen ved Sogndalstrand.

Moisåna - Storånavassdraget

Utspringen for dette vassdraget er heiene nordvest for Sirdalsvatn. En vassdragsarm, Rusdalsåna, kommer fra bl.a. Hamarsmorkvatn (375 m.o.h.) og renner ut i Rusdalsvatn (115 m.o.h.). Storåna, nedenfor Rusdalsvatn, tar opp Skåråna som kommer fra Viglandsvatn (431 m.o.h.). Storåna munner ut i en stor, dyp innsjø, Hovsvatn (60 m.o.h.). Fra Hovsvatn renner Moisåna ned i Lundevatn (46 m.o.h.) ved Moi.

2.2 Utnyttelse av og virksomhet i nedbørfeltene

En del data for nedbørfeltenes utnyttelse og virksomhet i nedbørfeltene av betydning for vassdragsforholdene, er gitt i tabell 1 og 2. Her er det gitt en oversikt over vann, jordbruk, siloer, produktivt skogareal og befolkning.

Tallene for vannareal er beregnet ut fra verdier hentet i: "Norge, geografisk leksikon", bind 3. Befolkingstallene er beregnet på grunnlag av Bosettingskart over de ulike kommuner og Folke- og Boligtellingen, utgitt av Statistisk sentralbyrå. Data for arealfordelingene og aktiviteter i området er beregnet på grunnlag av opplysninger gitt av kommunene og regionplanleggerne.

Arealfordelingen

Av tabell 1 ser en at største delen av nedbørfeltenes areal er oppført under rubrikken "annet", dvs. alt annet areal enn jordbruks- og produktivt skogbruksareal samt vann. De største delene av produktiv skog finner en i Moisåna - Storånas nedbørfelt, hvor det prosentvis er omtrent dobbelt så store arealer som innenfor de andre vassdragenes nedbørfelter.

Tabell 1. Arealfordeling og befolkning innen nedbørfeltene.

	Nedbør- felt km ²	Vannover-		Jordbruks-		Produktiv skog		Annet areal		Befolkning	
		flate km ²	%	areal km ²	%	km ²	%	km ²	%	Ant. pers.	Pers. pr. km ²
BJERKREIMVASSDRAGET	693	97	14,0	29	4,2	45	6,5	522	75,3	1989	2,8
HELLELANDVASSDRAGET	241	20	8,5	15	6,3	13	5,4	192	79,8	1002	4,2
SOKNDALVASSDRAGET	314	30	9,5	11	3,6	21	6,8	252	80,1	2877	9,2
MOISÅNA-STORÅNAVASSDRAGET	204	28	13,8	7	3,6	23	11,1	146	71,5	1825	8,9

Tabell 2. Antall husdyr og siloer innen nedbørfeltet.

	Antall bruk i drift	Bruk med silo	Silo volum	Bruk m. silo oppsaml.	Melke- kyr	Annet storfe	Småfe	Avlsgris	Slakte- gris	Fjærfe
BJERKREIMVASSDRAGET	229	200	35345	57	2813	2601	15808	246	2567	6572
HELLELANDVASSDRAGET	169	90	14526	33	1047	958	3698	128	2302	4579
SOKNDALVASSDRAGET	314	49	7138	13	478	303	1491	25	591	3915
MOISÅNA-STORÅNAVASSDRAGET	43	72	9700	23	558	572	1447	65	1080	1200

Jordbruksarealene er forholdsvis små og ligger med hovedtyngden langs vassdragene i de lavereliggende områdene.

Bjerkreimvassdragets og Hellelandvassdragets nedbørfelt har de største andelene av jordbruksarealene (4,2 og 6,3 %), men minste andelen av produktiv skog (6,5 og 5,4 %) av de fire vassdragenes nedbørfelt.

Den prosentvise fordeling av jordbruksarealet innenfor Sokndalvassdragets og Moisåna - Storånas nedbørfelt er den samme (3,5%), mens skogbruksarealet fordeler seg med henholdsvis 6,8 og 11,1 %.

Befolkning

Samlet befolkning innenfor nedbørfeltene til de fire vassdragene som denne undersøkelsen omfatter, er funnet å være nærmere 7700. Folketettheten innen hvert av de fire vassdragenes nedbørfelter er gitt i tabell 2. Befolkningen som hører til Egersund by og nærmeste tettbebyggelse og som ligger til Hellelandvassdragets nedre del, er ikke tatt med.

Bjerkreimvassdragets nedbørfelt har en gjennomsnittlig folketetthet på 2,8 pers. pr. km². Større tettsted er Vikeså, mindre tettsted er Bjerkreim.

Hellelandvassdragets nedbørfelt har en gjennomsnittlig folketetthet på 4,2 pers. pr. km². Tettsted til dette vassdraget er Helleland. Mindre tettsted har en ved Ualand.

Sokndalvassdragets nedbørfelt har en gjennomsnittlig folketetthet på 9,2 pers. pr. km², men den alt vesentlige del av befolkningen bor konsentrert i Hauge i Dalane (2079 personer). Trekkes denne befolkningen fra, er folketettheten bare ca. 2,5 pers. pr. km².

Moisåna - Storånavassdragets nedbørfelt har en gjennomsnittlig folketetthet på 8,9 pers. pr. km², men den største delen av befolkningen er samlet i Moi (1102 personer). Trekkes dette fra blir den gjennomsnittlige folketettheten i området på ca. 3,5 pers. pr. km².

Mindre tettsted innenfor dette vassdraget har en ved Eik.

Industri

Foruten industri som ligger ved kysten og der utslippene hovedsakelig går direkte ut i sjøområdene, er det bare få og stort sett små industribedrifter som har utløp til de aktuelle vassdragene.

I Bjerkreimvassdraget innenfor Eigersund kommune er det en trevarefabrikk, Asbjørn Ege A/S med ca. 100 ansatte, et entreprenør/maskin-firma, Bertelsen & Garpestad med ca. 15 ansatte og Tengs Fina Service med ca. 4 ansatte.

I Bjerkreim kommune er det et meieri, Eigersund Meieri ved Vikeså, med utslipp til Svelavatnets vestre del.

I Hellelandvassdraget innenfor Eigersund kommune er det et meieri, Dalane Meieri i Helleland sentrum, ellers ingen andre registrerte bedrifter.

Tidligere lå det et meieri, Ualand Meieri, ved Ualand med utslipp til østre del av Bilstadvatn (øst for Mjåsund ved Vasshusvika). Dette meieriet er nå nedlagt.

I Sokndalvassdraget er det i dag ingen registrerte forurensende industrier. Tidligere hadde A/S Titania gruvedrift som hadde avløp til et sidevassdrag til Sokndalselven. I dag er gruvedriften nedlagt her og flyttet utenfor det aktuelle området.

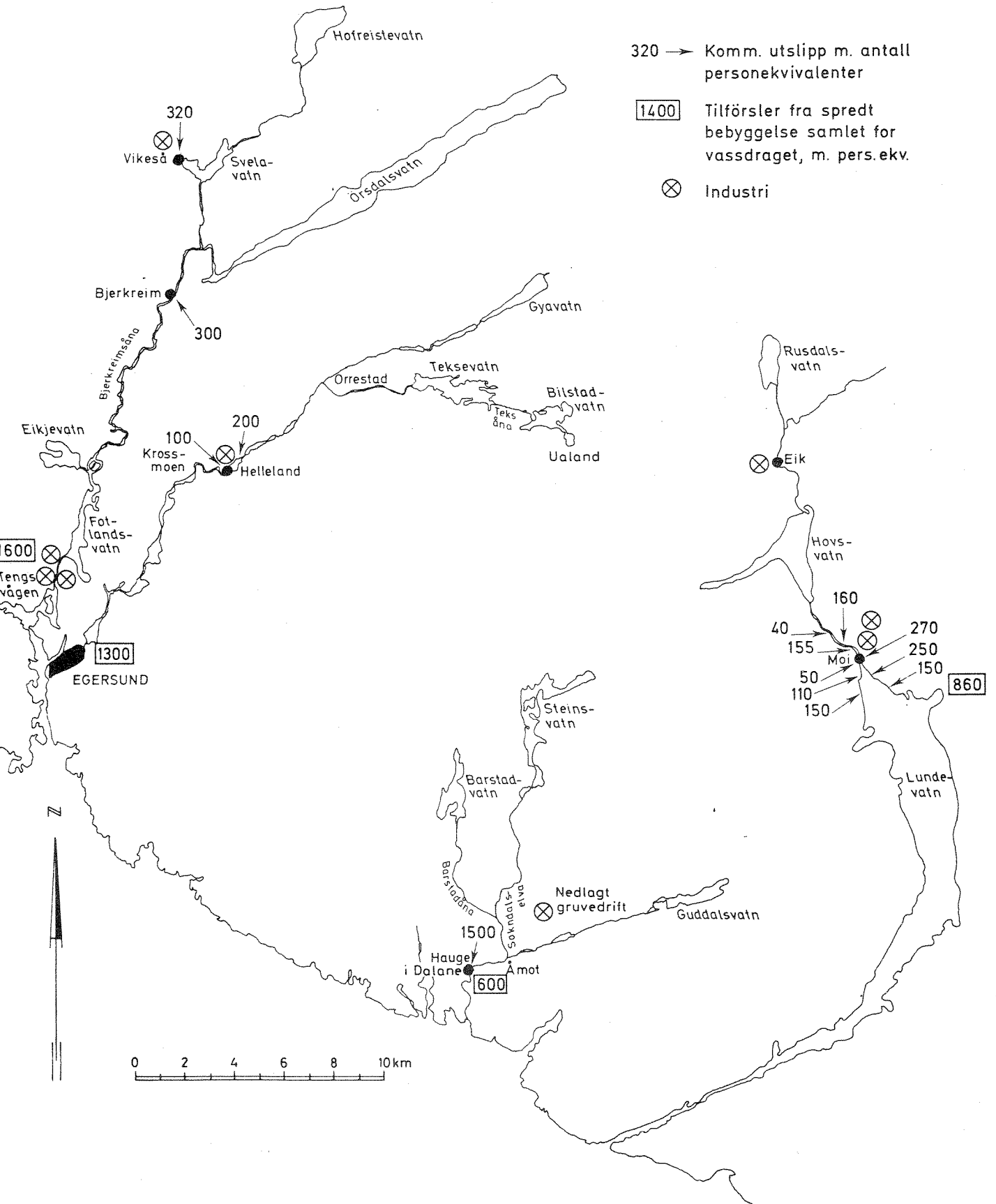
I Moisåna - Storånavassdraget er det en trevarefabrikk, Johs. Rasmussen A/S med ca. 250 ansatte, og en skinnvareindustri, Alexander Moen, med ca. 150 ansatte ved Moi.

Ved Eik finnes et slakteri.

Tilførsler til vassdragene

I figur 2 er gitt en enkelt oversikt over tilførslene til vassdragene

Fig.2 Plassering av kommunale utslipp og industri ved Dalanevassdragene



fra kommunale utslipp og spredt bebyggelse. Dette bygger på opplysninger fra de aktuelle kommunene, og (dette gjelder for den spredte bebyggelse) fra opplysninger innhentet fra Miljøverndepartementets materiale i forbindelse med "Landsplan for bruken av vannressursene".

På figuren er også tegnet inn beliggenheten til en del industrivirksomhet. Opplysningene om disse kommer fra kommunene.

I tillegg til de forurensningskilder som er nevnt foran, kommer avrenning fra jordbruket, som stedvis kan være betydelig, men som det er meget vanskelig å få gode beregninger for.

Naturlige tilførselskilder til vassdragene er avrenning fra skog, myrområder og fjellområder.

En faktor som både tilfører vassdraget forurensninger direkte og som dessuten virker inn på avrenningen fra jordbruket, skog, myr og fjellområdene, er den sure nedbøren som i Dalaneområdet og på sør- og sørvestlandets heiområder forøvrig, har vist seg å ha alvorlige følger. En tenker her spesielt på effekten på fisk og skog. Ved nærmere undersøkelser vil det muligens også vise seg at effekten er stor på andre og laverestående organismegrupper, slik at den virker inn på næringskjedene i en enda videre sammenheng.

2.3 Geologiske forhold

Vassdragenes nedbørfelter ligger i det sørnorske grunnfjellområdet der de dominerende bergarter er gneiss og granitt. Disse bergartene er sure og harde og forvitrer meget langsomt. Vannet i disse områdene er derfor gjennomgående surt og saltfattig og har liten bufferevne.

Den marine grense i denne delen av landet ligger meget lavt, ca. 8-20 m.o.h. Den marine grense markerer de områdene som lå under vann under siste istid. I disse områdene finner en sammenhengende masser av fin-kornede jordarter, som sand og leire. Over den marine grense består

løsavleiringene stort sett av morenejord og sedimenter avsatt i elver og innsjøer.

Jordartene er - i likhet med berggrunnen i området - sure, noe som gjør at løsavleiringen på samme måte som berggrunnen, har liten evne til å nøytralisere sur nedbør.

2.4 Meteorologiske forhold

Figur 3 viser månedsgjennomsnittet for temperatur og nedbør innenfor det året undersøkelsene pågikk for tre målestasjoner Meteorologisk Institutt har i eller nær det aktuelle området. Figurene beskriver klimaforholdene gjennom året, mens figur 4 mer detaljert viser klimaforholdene fjorten dager før hver av de tre prøvetakingstidspunktene. Det dreier seg her om døgnmiddelverdier.

Som det fremgår av figurene kom det mye nedbør i september 1974, og denne nedbørperioden begynte like før prøvetakingen og befaringen i 1974 skulle finne sted. Det førte til at vassdragene fikk kraftig vannføring - noe som igjen gjorde den biologiske befaringen mislykket på dette tidspunktet. Nedbøren førte til en temperatursenkning ved dette tidspunktet.

I periodene for de to andre prøvetakingstidspunktene, 12. februar og 5. og 6. august 1975, hadde det vært en lengre periode - nesten to uker - med liten eller ingen nedbør i området. Dette førte til årets laveste temperatur i området på det aktuelle tidspunkt i februar - med minusgrader på Tonstad og Ualand og fra 0°C til 2°C på kyststasjonen Nordre Eigerøy. Den biologiske befaringen og prøvetakingen i august ble gjennomført i en periode da området hadde de høyeste døgnmiddeltemperaturer for året, 20°C eller mer på alle tre stasjoner.

Da stasjonene Ualand og Nordre Eigerøy er forholdsvis nyopprettede, er det fra Meteorologisk Institutt ikke utarbeidet normaler for disse ennå, men Tonstad har vært klimastasjon i en lengre periode. Normalverdiene for denne stasjonen er gitt i figur 3 med henholdsvis stiplet linje

Fig.3 Temperatur og nedbör. Månedsmiddel, juli 1974 - august 1975 (heltrukket linje og fylte stolper)

Normalverdiene (stiplet linje og åpne stolper) er gitt i tillegg for Tonstad

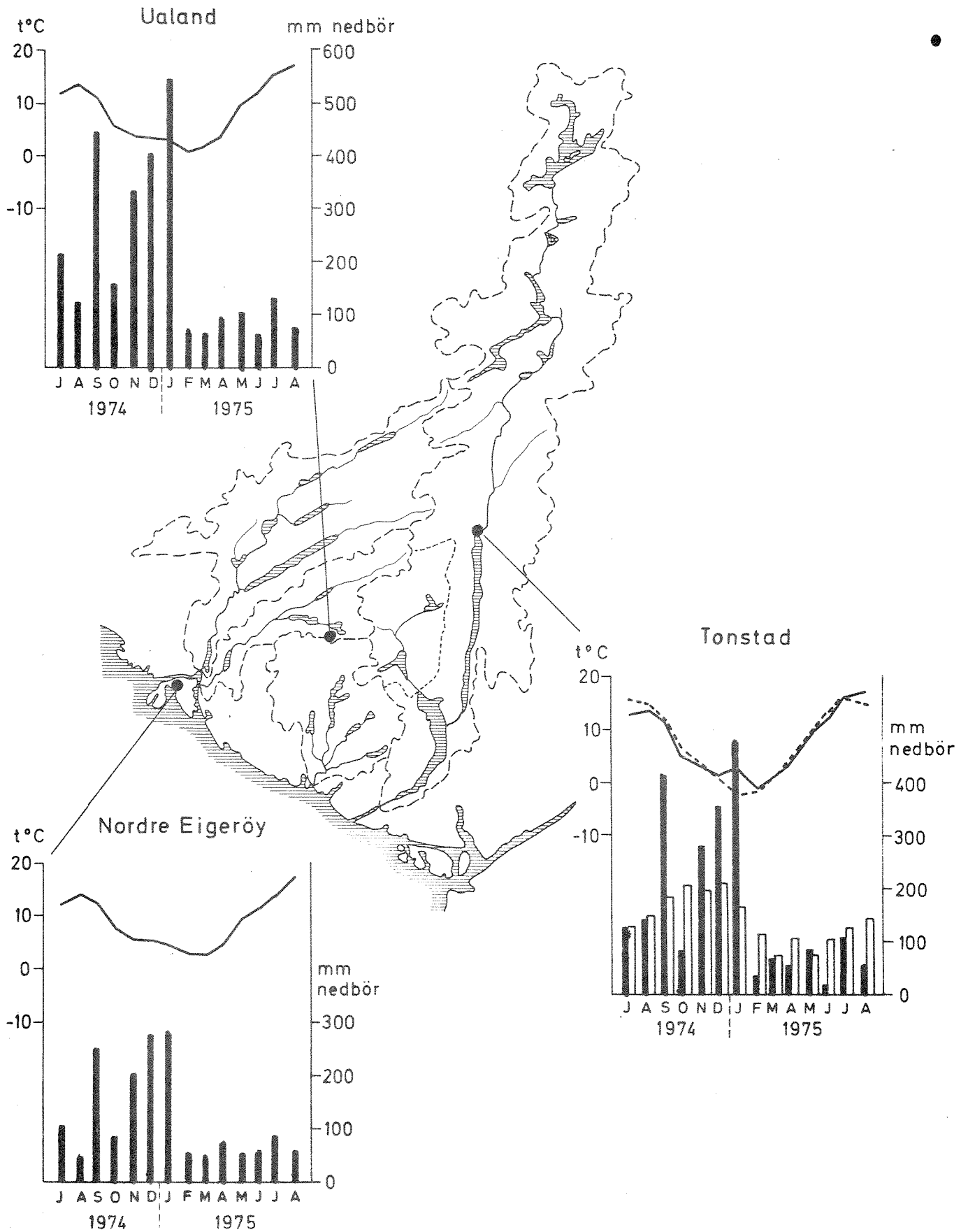
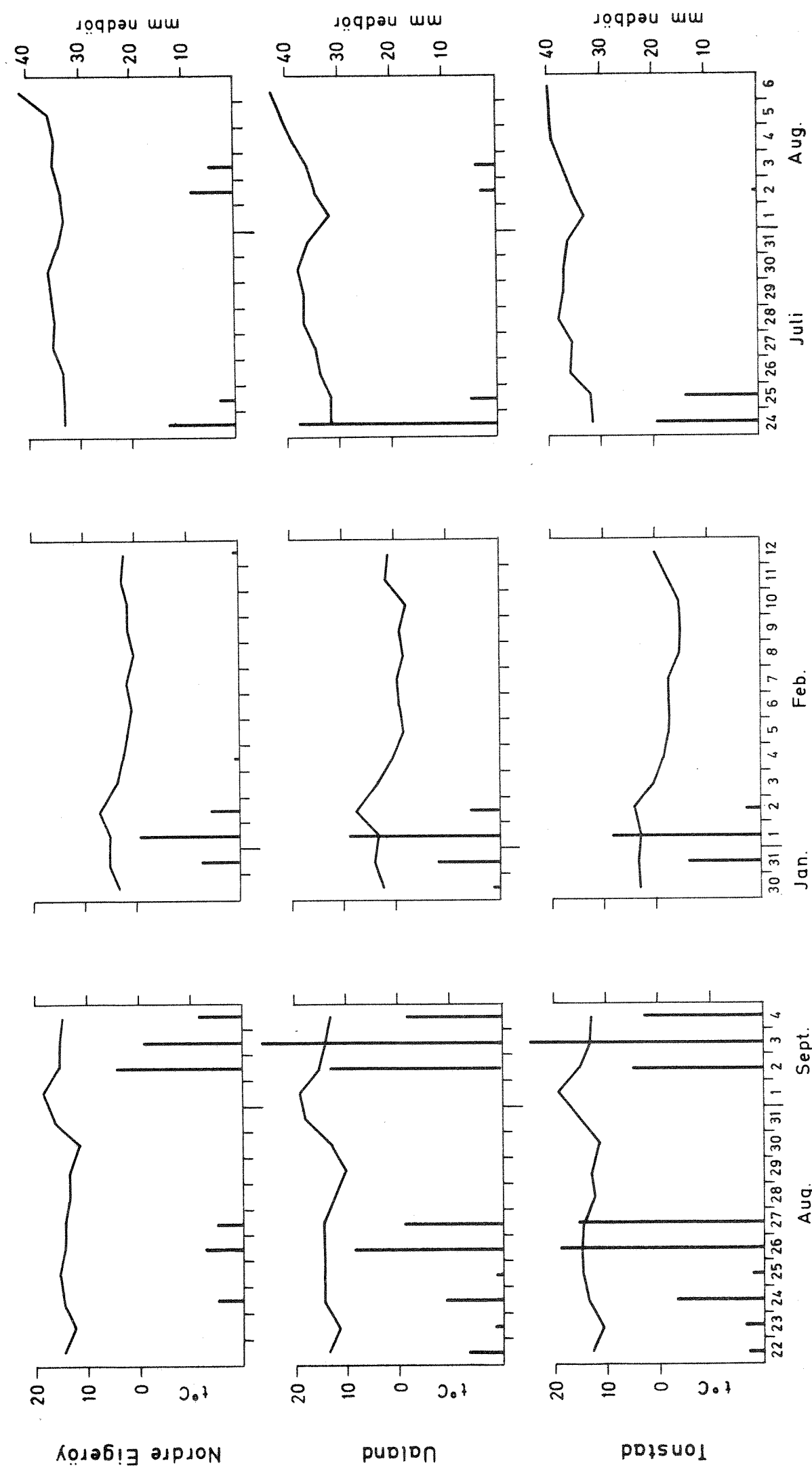


Fig. 4 Dögnmiddlar för temperatur og nedbör för og i prøvetakingsperiodene



(temperatur) og åpne stolper (nedbør). Av dette går det frem at temperaturen fulgte normalverdiene i grove trekk i undersøkelsesperioden, med unntak av juli-august 1974, da den lå noen grader under og juli-august 1975, da den lå noen grader over. I desember-januar var det også betydelig høyere temperatur enn normalt, og nedbøren var på dette tidspunkt høyere enn normalt. Det fremgår også at nedbøren i september 1974 var høyere enn normalt.

2.5 Hydrologiske forhold

I figur 5 er gitt månedsmiddelet for vannføringen på fire målestasjoner i de aktuelle vassdrag. Verdiene gjelder for undersøkelsesperioden. Middelerverdiene er gitt i m^3/s . For to av stasjonene, Bjerkreim bru og Birkeland bru, der målingene har pågått i en årrekke, er også gitt gjennomsnittsverdiene pr. måned basert på målinger gjennom mange år.

Som det fremgår av figuren var det i hele området en kraftig økning i vannføringen fra august til september 1974 (første prøvetakingsperiode 3.-4. september 1974) hvoretter det var en sterk nedgang i oktober. Fra oktober 1974 til januar 1975 var det en jevn økning i vannføringen med maksimumverdier på alle stasjonene i januar. Årsaken var mye nedbør og mildvær på denne tiden. I februar kom en kuldeperiode med lite nedbør, og vannføringen var igjen lav (annen prøvetakingsperiode 12. februar). Resten av 1975 frem til august var det forholdsvis lave vannføringer, mest i mai måned og minimumsverdiene ble målt i august 1975 (tredje prøvetakingsperiode 5.-6. august 1975).

3. DE UTFØRTE VASSDRAGSUNDERSØKELSER

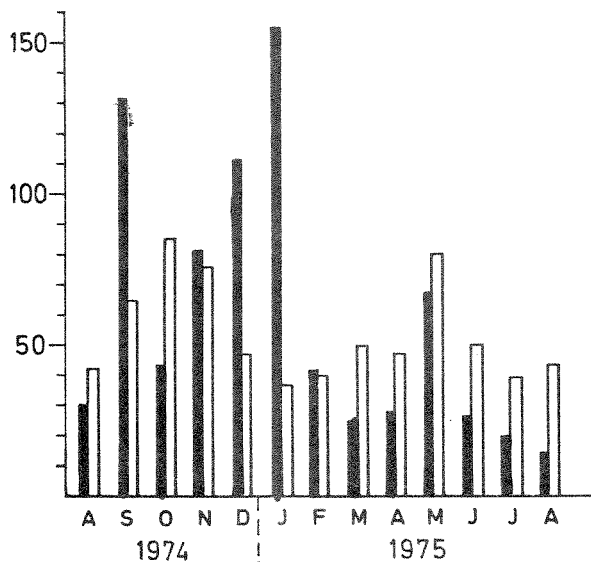
3.1 Prøvetaking og prøvetakingssteder

Sammen med representanter for fylke og region ble det 3.-4. september 1974 foretatt en befaring til vassdragene. På grunn av kraftig nedbør de nærmeste dagene før og under befaringsen flommet vassdragene kraftig opp, og det ble umulig å foreta innsamling av biologiske prøver. Ved denne befaringsen ble det derfor bare samlet inn fysisk-kjemiske prøver fra en del av de aktuelle lokalitetene.

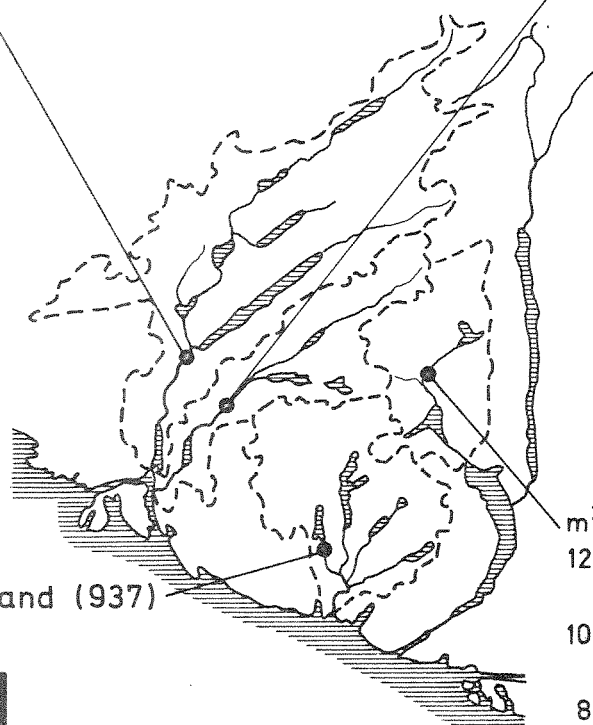
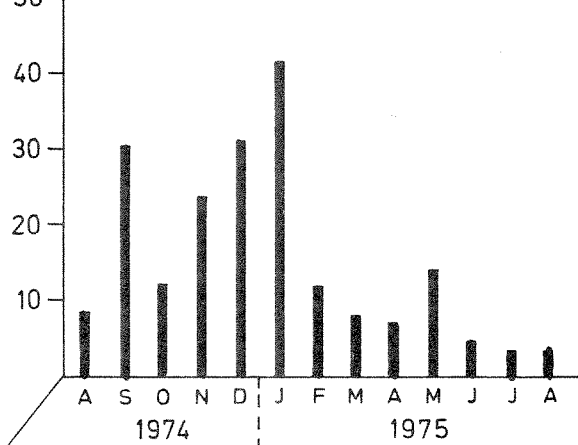
Fig. 5 Vannføring ved fire målestasjoner i de aktuelle vassdrag

■ Månedsmiddel i undersøkelsesperioden
□ Gjennomsnittsverdier for en årrekke

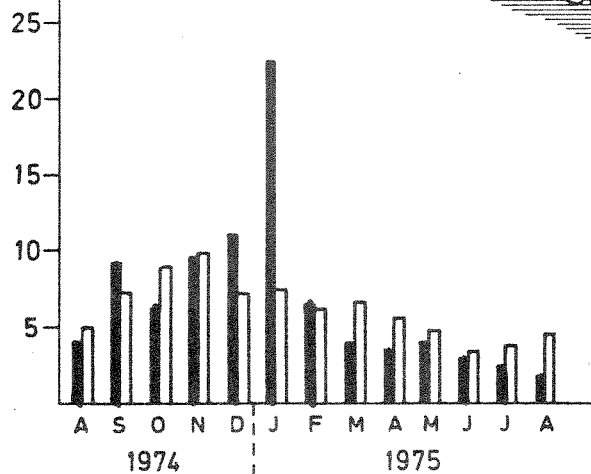
m³/sek. Bjerkreim bru (568)



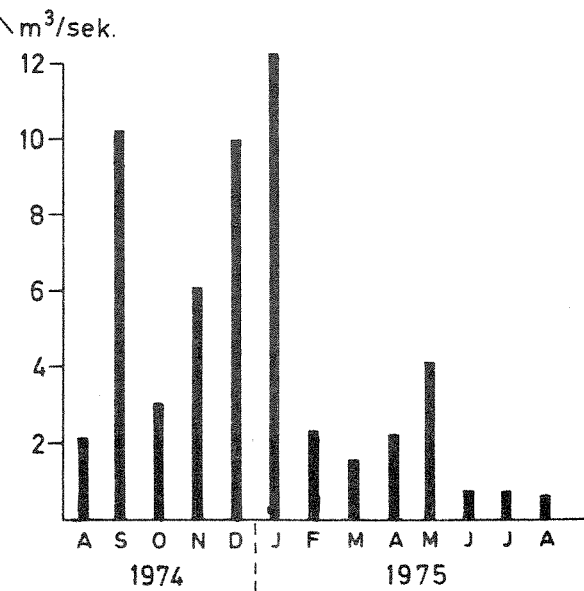
m³/sek. Birkeland bru (567)



m³/sek. Lille Rosslund (937)



m³/sek. Årdal (1802)



5. og 6. august 1975 ble den biologiske befaringen gjentatt under gode forhold, og samtidig ble det samlet inn fysisk-kjemiske prøver fra alle stasjonene. Representanter for fylke og region var også denne gang med på befaringen.

12. februar 1975 ble det i tillegg til de foran nevnte innsamlingsrunder, foretatt en innsamling av fysisk-kjemiske prøver fra alle stasjonene. Disse prøver ble samlet inn av representanter for fylke og region og sendt til NIVA i Oslo.

Alt kjemisk og biologisk analysearbeid er utført ved NIVA's laboratorium. De prøvetakingslokaliteter som ble valgt, er vist i figur 6 og beskrevet i tabell 3.

På elvestrekninger ble prøvene samlet inn på steder med betydelig strøm og dermed god turbulens i vannmassene. Prøvene skulle derfor være representative for elvenes hovedvannmasser.

I innsjøen ble prøvene samlet inn med en Ruttner vannhenter fra 0,5 m dyp samt fra 7 m dyp i Svelavatnets vestre basseng og fra 13 m dyp i Bilstadvatn. På brakkvannslokaliteten i Tengsvågen ble det i tillegg til prøven fra 0,5 m dyp, samlet inn prøver fra 5 m og 7,5 m.

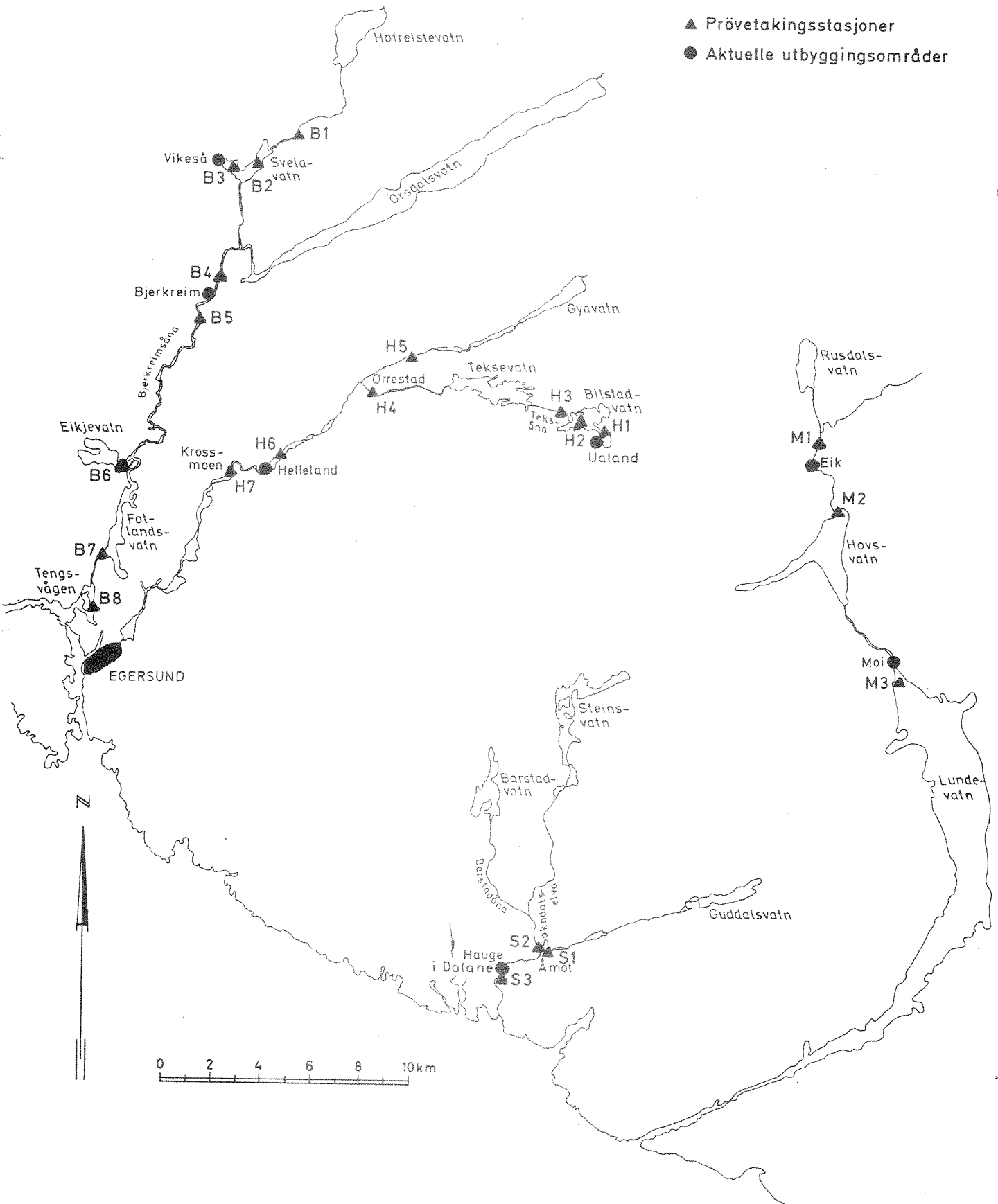
3.2 Fysisk-kjemiske forhold

3.2.1 Generelt om en del fysisk-kjemiske parametre

Vannets surhetsgrad, pH

pH er et mål for vannets konsentrasjon (eller rettere for aktiviteten) av hydrogenioner. pH reguleres i de fleste tilfeller av buffersystemet: $\text{CO}_2\text{-HCO}_3\text{-CO}_3$ (karbondioksyd-bikarbonat-karbonat-systemet). Vannet betegnes som surt når pH-verdien ligger under 7, og som basisk når verdien overstiger 7. Når karbondioksydverdien (CO_2) øker, avtar pH-verdien, og vannet blir surere. Ved at karbondioksyd (CO_2) forbrukes ved algenes og vannplantenes assimilasjon ($\text{solenergi} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{C (organisk)}$) skjer en relativ økning av bikarbonat (HCO_3) og karbonat (CO_3)-verdiene;

Fig.6 Oversiktskart over stasjoner for prøvetaking og aktuelle utbyggingsområder



Tabell 3. Oversikt over prøvetakingslokaliteter

Vass- drag	Stasjons betegnelse	Stasjon	Prøvetakingsdato			Innsjøstasjon (fjordstasjon)	Elvestasjon	
			1974		1975			
			3/9	4/9	12/2			5/8
Bjerkreimvassdraget	B1	Vikesdal bru	x		x	x		x
	B2	Svelavatn, østre del	x		x	x		x
	B3	Svelavatn, vestre del (1m og 7m dyp)	x		x	x		x
	B4	Gjedrem			x	x		x
	B5	Fjermedal	x		x	x		x
	B6	Eikjevatn, utløp	x		x	x		x
	B7	Fotlandsvatn, utløp	x		x	x		x
	B8	Tengsvågen (1m, 5m og 7,5m dyp)	x		x	x		x
Hellelandvassdraget	H1	Mjåsund, ved bru	x		x	x		x
	H2	Bilstadvatn (1m og 13m dyp)			x	x		x
	H3	Tekseåna nedstrøms Bilstadvatn	x		x	x		x
	H4	Orrestad, ved bru			x	x		x
	H5	Terlandskloppe			x	x		x
	H6	Helleland, ved bru			x	x		x
	H7	Krossmoen	x		x	x		x
Sokndal- vassdraget	S1	Ved Åmot i elv fra Guddalsvatn	x		x	x		x
	S2	Ved Åmot i Sokndals- elva	x		x	x		x
	S3	Nedstrøms Hauge sentrum	x		x	x		x
Moisåna- Steråna vassdraget	M1	Sverknes, oppstrøms Eik	x		x		x	x
	M2	Hove, nedstrøms Eik	x		x		x	x
	M3	Lundevatn, sør for Moi	x		x		x	

pH øker samtidig som oksygen (O_2) frigjøres. Ved organismenes respirasjon og i en viss utstrekning ved nedbrytning av organisk materiale forbrukes oksygen, og karbondioksyd frigjøres; pH avtar. Særlig i næringsrike (eutrofe) innsjøer med rikelige alge- og vegetasjonsforekomster der ikke bare den frie karbondioksyden, men også den halvbundne karbonsyren (HCO_3) forbrukes ved assimilasjonen, fotosyntesen, finner man derfor en utpreget døgnvariasjon for pH. Høyeste verdi for pH vil da forekomme om dagen - ofte kan man da måle pH-verdier på 9 - 10 (assimilasjonsperioden). Laveste pH-verdi forekommer om natten, og da spesielt den siste delen av natten.

I kalk- og bikarbonatfattig vann, mer eller mindre påvirket av organisk materiale (humus), spiller humus-syrene dessuten en viktig rolle for pH, og i ekstra sure myrvann (tjern) med høyt humusinnhold synes karbondioksydinnholdet å være av underordnet betydning for pH sammenliknet med humus-syrer og andre organiske syrer. pH henger videre sammen med vannets saltinnhold (ioner, elektrolytter). Jo høyere saltinnholdet er (særlig kalsium), jo mer buffret er vannet. Dette medfører høyere og stabilere pH-verdier.

Ved å måle pH kan man få informasjon om hvilke biologiske forandringer som foregår i vannet. Videre er pH en viktig økologisk faktor idet de forskjellige organismer og organismesamfunn har bestemte toleransegrenser. Stort sett kan man si at pH-verdier under 5 og over 8 virker skadelig og i mange tilfeller til og med dødelig for flere av organismene som lever i vann (akvatiske). pH-verdien har videre betydning når det gjelder å utnytte vannet som drikke- og industrivann, etter som surt vann, i høyere grad enn basisk, virker korroderende på metaller og da spesielt på kobber, som bl.a. gir vannet dårlig smak.

Turbiditet

Turbiditet er uttrykk for vannets evne til å spre lyset (gjennomskinnelighet) og er direkte forårsaket av suspenderte partikler i vannmassen, som sand-, leire-, jordpartikler samt diverse partikulært organisk stoff. Jo mer uklart vannet er, jo høyere blir turbiditeten. Normalt finner en verdier nær null i naturlige vannforekomster, når vannet ikke blir på-

virket av partikulært materiale (leire, breslam osv.) som særlig skjer ved stor vannføring og ved kraftig nedbør.

I likhet med vannets farge bidrar høy turbiditet til at lysforholdene forverres med liten eller ingen planteproduksjon som resultat. Videre tilslammes bunnen lett. Disse faktorene påvirker i høy grad plante- og dyrelivet. I enkelte tilfeller kan plante- og dyrelivet på bunnen dø helt ut hvis partikkelinnholdet i vannet blir for stort (f.eks. ved slam fra gruver). Fiskens gytemuligheter begrenses, og den får vansker med å finne næring.

Vann med høyt partikkelinnhold er utjenlig som drikke- og industrivann fordi siler og filtre lett tettes igjen. Studier av turbiditeten har først og fremst praktisk betydning, f.eks. ved transportstudier av suspendert materiale og ved kartlegging av forurensningsutslipp i innsjøer og vassdrag.

Siktedyp

Med en innsjøes siktedyp menes det dyp hvor en nedsenket, horisontal, hvit skive (Secchi-skive) blir usynlig fra vannoverflaten. Til tross for at metoden er beheftet med atskillige feilkilder, gir den et verdifulle mål på vannets optiske egenskaper. Siktedypet er avhengig av graden av leire-, slam- eller planktontilgrumsingen, og også av vannets farge. Variasjonen i løpet av året kan derved være meget stor, men det forekommer også en variasjon i løpet av døgnet på grunn av vekslende lysklima.

Gjennom siktedypsbestemmelsen får man kjennskap til hvor langt lyset trenger ned i vannmassen, da man regner med at siktedypet tilsvarende det nivå hvor bare ca. 5% av det innfallede sollyset når. Ved at plantene er avhengig av sollyset for sin assimilasjon, fotosyntese, kan man ved måling av siktedyp få kunnskap om en innsjøes algeproduserende egenskaper. Videre er siktedypet i høy grad en funksjon av innsjøens omgivelser og produksjonskapasitet og kan derved gi viktig informasjon om disse forholdene (tilførsel av salter, leirepartikler, humusstoffer, plantenæringsstoffer m.m.). Ved kartlegging av forurensningsutslipp kan også siktedypmålinger være et bra hjelpemiddel.

De høyeste verdier for siktedypet (10-40 m) finner en i lavtproduserende innsjøer i sterile fjell- og bergområder. I breslam-grumsede innsjøer kan imidlertid siktedypet reduseres til bare noen desimeter. Normalt finner en et siktedyp på 5-10 m i våre upåvirkede vannforekomster i lavlandet. Spesielt humusrike og høyproduktive (planteplanktonrike) og ofte leiregrumsede innsjøer pleier å ha siktedyp på mellom 1 og 3 meter.

Kaliumpermanganatforbruk, KMnO₄

Kaliumpermanganatforbruket i en vannforekomst gir et relativt bilde av innholdet av organisk substans. Normalt regner en med at ca. 40% av det totale organiske stoffinnhold oksyderes ved denne metodikk. En hel del organiske stoffer brytes ned både kjemisk og biologisk, men enkelte substanser oksyderes bare kjemisk og andre bare biologisk. Som eksempel på substanser som hovedsakelig bare nedbrytes kjemisk, kan nevnes humusstoffene i innsjøer og vassdrag som ligger i myr- og skogområder. En direkte forbindelse mellom vannets farge og permanganatforbruk foreligger derfor vanligvis. Når forholdet

$$\frac{\text{KMnO}_4 \text{ mg/l}}{\text{mg Pt/l}}$$

klart overskriver 1, påviser dette som oftest mer eller mindre unormal belastning av ufargede, organiske stoffer (forurensning).

En vannforekomst tilføres organisk substans på to måter, dels ved planktonets og andre levende vannorganismers omsetning av plantenæringsstoffer samt ved nedbrytning av levende organismer, og dels fra nedbørfeltet ved tilførsel av diverse organisk materiale så som humus, løv m.m.

I naturvann foreligger den frie organiske substans først og fremst i løst og kolloidal form. En kjenner lite til det organiske materialets betydning for organismelivet, organismenes stoffomsetning og produksjonskapasitet. Normalt finner en permanganatverdier fra 0 - 10 mg O/l i våre upåvirkede naturvann, med de høyeste verdiene i humusrike vannforekomster. Høye verdier tyder oftest på stor organisk belastning (forurensning) med medfølgende oksygenforbruk. Permanganatverdien har derfor betydning ved studier og kartlegging av forurensningsutslipp av organisk stoff fra industri, jordbruk og kommunalt avløpsvann. Drikke- og industrivann bør ikke ha verdier som overstiger 40 mg KMnO₄/l (dvs. ca. 10 mg O/l).

Konduktivitet (spesifikk elektrolytisk ledningsevne)

Vannets konduktivitet gir et mål for elektrolyttinnholdet, eller enklere, vannets totale saltinnhold. De ioner som fremfor alt er betydningsfulle for vannets saltinnhold, pleier å bli benevnt som hovedkomponenter og omfatter Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ og K^+ på kationsiden og HCO_3^- , Cl^- og SO_4^{--} på anionsiden. I enkelte tilfeller påvirkes også ledningsevnen av organiske syrer og hydrogenioner (spesielt i sure myrvann). Ionene (elektrolyttene) tilføres vannet med nedbøren (dette gjelder særlig Na^+ , K^+ , Mg^{++} og Cl^-) og ved utvaskingsprosesser i nedbørområdet. Vannets ionesammensetning og saltinnhold er således avhengig av faktorer som nedbørens kjemiske sammensetning, de løse jordlagenes og berggrunnens beskaffenhet i nedbørområdet, forholdet mellom nedbør og avdunsting og bidrag fra menneskelig aktivitet (forurensninger m.m.). Hertil kommer også biologiske og, spesielt for innsjøene, morfologiske forhold inn.

I de fleste av våre innsjøer utgjør Ca^{++} og HCO_3^- det dominerende ioneparet, og bare de innsjøer som ligger i områder med særpreget klimatisk eller geologisk karakter, har en naturlig avvikende ionesammensetning. I kystnære vannforekomster eller i vannforekomster som hovedsakelig påvirkes av nedbør, finner en ofte Na^+ på kationsiden og Cl^- på anionsiden som dominanter. I humusrike skogsvann pleier SO_4^{--} å dominere på anionsiden.

Når det gjelder å gi en generell karakteristikk av et naturvann, er saltinnholdet av betydning etter som dette gir informasjon om i hvilken grad en vannforekomst påvirkes av nedbørområdet (fjell, skog, dyrket jord osv.), nedbør og eventuelle forurensninger. Videre kan en ved å studere årsvariasjoner i vannets saltinnhold få et visst kjennskap til f.eks. en innsjøes biologiske og kjemiske stoffomsetning. Der det er om å gjøre å kartlegge f.eks. en forurensnings spredning i vannmassene, kan ledningsevnen være en brukbar parameter. Målinger av vannets saltinnhold er spesielt viktig ved vurdering av ionebytteprosesser og tap av salter fra nedbørfeltet.

Av de ovenfor nevnte ionene er Ca^{++} -ionene mest variable med verdier fra ca. 1 mg/l i sure vann til 100 mg/l i særlig kalkrike vann. Kalsium er av spesiell biologisk interesse etter som flere dyregrupper synes å være

direkte avhengig av vannets Ca-innhold for å kunne eksistere. Det har videre vist seg at organismenes (f.eks. fisk) motstandskraft mot unormale forhold (f.eks. giftvirkning av tungmetaller) øker når kalkinnholdet øker. Kalkinnholdet eller vannets hårdhet ($\text{CaO} + \text{MgO/l}$ eller også uttrykt som dH° , dvs. 10 mg CaO/l) er av spesiell interesse når det gjelder å vurdere vannets kvalitet som drikke- og industrivann (særlig for vaskerier). Kalksaltene bindes til fettsyrene i såpe og reduserer derved skumdannelsen hvis kalkinnholdet er høyt. Saltinnholdet og særlig kalkinnholdet er dessuten ytterst viktig for vannets bufferevne. Elektrolyttfattig vann finner man i områder hvor nedbørfeltet er bygd opp av harde bergarter og ofte i innsjøer med svært lite nedbørområde. I vannforekomster i skogs- og lavlandsområder ligger verdien for konduktiviteten oftest mellom 20 og $40 \mu\text{S/cm}$. Anrenningsvann fra kalkrike jordbruksområder eller vann som påvirkes av forurensning, har ofte et elektrolyttinnhold som tilsvarer en konduktivitet på $100 - 400 \mu\text{S/cm}$.

Næringssalter, nitrogen og fosfor

Næringssaltene eller minimumsstoffene som de også kalles, spiller en avgjørende rolle for en innsjø eller et vassdrags biologiske balanse og stoffomsetning. Økning av næringssalttilførselen (ved forurensning) har derfor i mange av våre naturvann gitt betydelige gjødseleffekter (eutrofiering), først og fremst med planktonalge-oppblomstring (innsjøer) og igjengroing (grunne innsjøer, vassdrag) som resultat. Dette er effekter som fra menneskelig synspunkt blir sett på som lite ønskelig, da verdien av et vann som kilde for drikkevann, industrivann og rekreasjonsformål (bading, fiske) reduseres sterkt når slike tilstander opptrer. Derfor er det ved våre avløpsrensaneanlegg nå aktuelt å satse på reduksjon av næringssalter. Dette er blitt en både betydningsfull og omdiskutert sak. Hittil har man av gode grunner ansett fosfortilførselen som den alvorligste gjødselsfaktoren, og derfor i første rekke innrettet rens tiltakene deretter. Det er først og fremst den sterkt økende algeproduksjonen som har medført de alvorligste ulemper (tilgrumsing og misfarging, lukt og smaksforringelse, tetting av filtre, biologiske ulemper, forgiftning, sterkt økt oksygenforbruk ved nedbrytning av alger, forandrede lys- og næringsforhold for andre organismegrupper osv.).

Nitrogen og fosfor i naturvann er nær knyttet til de biologiske og kjemiske prosesser i vannet og slammet og opptrer derved i et flertall fraksjoner (løst, bundet osv.) i sitt limnologiske kretsløp. Av særskilt interesse er de fraksjoner som er direkte assimilerbare for plantene, nemlig nitrat (NO_3^-) og fosfat-fosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$). Innholdet av disse er lavt i produksjonsperioden fordi de opptas av plantene, og høyt i nedbrytningsperioden, samt i de vannsjikt der konstant nedbrytning og mineralisering foregår, f.eks. i hypolimnion (de bunnære vannmasser) i de lagdelte innsjøer.

Ved å få kjennskap til innholdet av nitrat og fosfat-fosfor og til totalinnholdet av nitrogen og fosfor, får man derfor både teoretisk og praktisk verdifull informasjon om en innsjøes eller et vassdrags produksjonstilstand, produksjonskapasitet, påvirkning av forurensningsbelastning og dens følger.

Ved naturlige forhold regner en med at hoveddelen av det nitrogeninnhold som finnes i vannet, blir tilført og frigjort i vannmassen og bunnslammet ved nedbrytning av organisk substans som blir tilført fra nedbørområdet. Videre tilføres en betydelig mengde ved nedbøren og ved at enkelte alger (blågrønnalger) og bakterier direkte kan utnytte (forbruke) molekylært nitrogen (N_2). Fosforet kommer fra fosforholdige mineraler (f.eks. apatitt) og er således under naturlige betingelser direkte avhengig av nedbørområdets geologi.

3.2.2 Fysisk-kjemiske forhold i de enkelte vassdrag

Det er to forhold som i første rekke har betydning for overflatevannets kvalitet i det undersøkte området i tillegg til direkte utslipp til vassdragene.

For det første er nedbørfeltene geologiske oppbygging av en slik karakter (grunnfjell) at den betinger et saltfattig vann med liten bufferkapasitet. For det andre ligger de aktuelle vassdrag i et område som i perioder i sterk grad belastes med forurenset eller sur nedbør. Den dårlige bufferkapasiteten (dvs. vannets evne til å motstå økt forsurening, altså økt H^+ -ion-konsentrasjon) gjør disse vassdragene særlig følsomme overfor den sure nedbøren.

I brakkvannsområdet (Tengsvågen B 8) er vannets kjemiske kvalitet sterkt påvirket av sjøvann.

Prøvene samlet inn i september 1974, ble tatt ved meget høy vannføring, mens de to innsamlingene i 1975 (februar og august) ble tatt ved lavvannsføring. Dette må en ha for øye ved sammenligning av resultatene.

De fysisk-kjemiske analyseresultatene er gitt i tabellene 4, 5 og 6 og en del er figurmessig fremstilt i figurene 7, 8, 9 og 10.

3.2.2.1 Bjerkreimvassdraget

Vannets surhetsgrad i Bjerkreimvassdraget varierte mellom pH 5,2 (Fjermedal (B 5), 12/2-75) og pH 6,7 (Eikjevatn (B 6), 5/8-75). De laveste pH-verdiene ble målt 12/2-75 på alle stasjonene. Dette kan ha sammenheng med to forhold, surere nedbør om høsten og vinteren og at den lave biologiske aktiviteten fører til lavere pH-verdier om vinteren ved at mindre mengder CO₂ benyttes av plantene til fotosyntese på denne årstiden.

De høye verdiene for pH i brakkvannsområdet skyldes sjøvannspåvirkningen. Verdiene for konduktivitet varierte fra 20 til 50 µS/cm. De høyeste verdiene ble målt 12/2-75. Dette har tildels sammenheng med relativt sett større tilførsler av grunnvann vinterstid, og dessuten vil de lavere pH-verdiene på denne tiden av året medvirke til økning i konduktiviteten. Relativt sett (i forhold til vannføringen) er det større tilførsler av forurensninger vinterstid, og dette kan også bidra til en viss økning i vannets elektrolyttinnhold.

Vannets innhold av kalsium og magnesium er meget lavt på alle stasjoner i vassdraget. Variasjonsmønsteret for disse komponenter er i overensstemmelse med variasjonsmønsteret for konduktiviteten.

Vannets innhold av organisk materiale målt som permanganattall er lavt og uten markerte systematiske variasjoner med tid og sted.

Analyseresultatene både for total fosfor og ortofosfat varierer noe, men er for de fleste stasjoners vedkommende relativt lave. Bare stasjonen

i vestre del av Svelavatn (B 3) skiller seg markert ut med høye verdier. Dette må ha sammenheng med de forurensningstilførsler denne delen av innsjøen er utsatt for med kommunalt avløpsvann og avløpsvann fra meieri.

Den markerte forskjellen i verdiene for total fosfor og ortofosfat som ble funnet mellom stasjonene i østre (B 2) og vestre (B 3) del av Svelavatn, understreker tilførselpåvirkningen. Særlig 5/8-75 i 7 m dyp var verdien for total fosfor meget høy, 52 µg P/l, og viser påvirkningen av de foran nevnte forurensningstilførsler.

Innholdet av total nitrogen varierer i vassdraget i store trekk mellom 300 - 400 µg N/l, og av dette utgjør nitrat grovt 200 - 300 µg N/l.

I den vestre delen av Svelavatn er verdiene markert høyere det meste av året, noe som har sammenheng med den forurensningspåvirkningen vannforekomsten utsettes for.

Turbiditetsverdiene, dvs. vannets innhold av partikulært materiale, var relativt lave i hele vassdraget, men vestre del av Svelavatn hadde høyere verdier enn resten av vassdraget, også sammenlignet med østre del.

Det høyere partikkelinnholdet i vestre del av innsjøen henger sannsynligvis for den overveiende del sammen med partikkelinnholdet i avløpsvannet, men en del skyldes nok også større innhold av planktonorganismer. Innholdet av planteplanktonorganismer er en del større i vestre enn i østre del av Svelavatn (se under de biologiske forhold), og dette ga seg også utslag i pH-verdiene som er høyere her ved at CO₂ forbrukes av planteplanktonorganismene under fotosynteseprosessen.

Også siktedypet viser en forskjell fra østre til vestre del av Svelavatn; noe som igjen henger sammen med partikkelinnholdet.

De kjemiske forhold oppstrøms og nedstrøms Bjerkreim (B 4 og B 5) tettsted ser, ifølge analyseresultatene, ut til å være omtrent de samme. Ut fra de kjemiske analysene er det derfor ikke noe som tyder på at utslipp til vassdraget fra dette området har nevneverdig virkning på vannkvaliteten. Verdiene for en del av analyseresultatene fra Eikjevatn (B 6) er noe

Tabell 4. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Bierkreinvassdraget.

PARAMETER	DATO	STASJON										
		B1	B2	B3		B4	B5	B6	B7	BRACKVANN B8		
		Vikegal ved brun	Svelavatin vestre del 0.5m dyp	Svelavatin vestre del 0.5m dyp	Svelavatin vestre del 7m dyp	Gjødrem oppstrøms Bjerkreim	Riemedal nedstrøms Bjerkreim	Eikjevatn ved utløp 0.5m dyp	Potlandsvatn ved utløp 0.5m dyp	Tengsvågen 0.5m dyp	Tengsvågen 5m dyp	Tengsvågen 7.5m dyp
Temperatur °C	12. febr. 75	2.8	2.5	2.0	2.6	2.7	2.7	2.4	2.5	2.6	5.1	5.3
	5. aug. 75	20.0	18.8	18.8	16.2	19.0	18.8	20.7	19.0	17.8	13.5	13.2
Surhetsgrad pH	3. sept. 74	5.56	5.81	6.07			5.80	5.85	5.60	6.73	7.47	7.95
	12. febr. 75	5.33	5.33	5.92	6.19	5.30	5.18	6.13	5.44	6.28	7.64	7.73
Konduktivitet µS/cm, 20°C	5. aug. 75	6.02	5.94	6.10	6.18	5.71	5.72	6.71	5.77	6.79	7.91	7.48
	3. sept. 74	21	27	27			24	26	22	2846	4111	29887
Permanganattall mg O/l	12. febr. 75	26	27	40	43	28	29	49	31	2846	29789	>30000
	5. aug. 75	26	27	31	38	25	25	48	28	1924	>30000	>30000
Total fosfor µg P/l	3. sept. 74	0.87	1.11	2.10			1.50	1.34	1.11	2.37		
	12. febr. 75	0.63	0.95	1.03	1.11	0.79	0.95	1.42	1.26	1.74		
Ortofosfat µg P/l	5. aug. 75	0.63	0.32	0.36	1.50	0.63	0.47	1.42	0.87	1.74		
	3. sept. 74	6	5	18			5	9	4	5		
Total nitrogen µg N/l	12. febr. 75	3	4	10	14	6	3	7	7	7	25	25
	5. aug. 75	3	3	15	52	8	5	7	7	7	13	47
Nitrat µg N/l	3. sept. 74	<2	<2	4					<2	2		
	12. febr. 75	<2	3	4	7	<2	<2	3	<2	2	21	21
Turbiditet J.T.U.	5. aug. 75	<2	<2	6	8	<2	<2	<2	<2	6	6	13
	3. sept. 74	285	375	375			315	345	300	345		
Magnesium mg Mg/l	12. febr. 75	300	325	670	780	350	360	490	455	400	280	280
	5. aug. 75	190	230	340	650	280	320	350	360	390	510	530
Kalsium mg Ca/l	3. sept. 74	190	210	210					210	210		
	12. febr. 75	210	220	440	150	250	260	330	320	290	170	160
Siktedyp i m	5. aug. 75	200	190	230	280	210	220	200	230	230		
	12. febr. 74	0.32	0.50	0.78	0.95	0.36	0.47	0.45	0.35	0.63	0.32	0.45
Mgnesium mg Mg/l	5. aug. 75	0.18	0.27	0.36	1.60	0.28	0.24	0.34	0.29			
	12. febr. 74	0.55	0.53	0.80	0.93	0.55	0.58	0.89	0.62	37	950	1000
Siktedyp i m	5. aug. 75	0.50	0.54	0.69	0.87	0.51	0.53	0.94	0.56	37	1110	1110
	12. febr. 74	0.82	0.81	1.58	1.98	0.78	0.79	1.85	1.03	11.7	35.3	33.6
Siktedyp i m	5. aug. 75	0.80	0.90	1.25	1.60	0.80	0.85	1.80	0.90	12.8	41.0	41.6
	5. aug. 75		6.3	6.3						6.5		

høyere enn for vassdraget forøvrig. Prøven ble samlet i et meget grunt område av innsjøen der vannmassene lettere kommer i kontakt med de noe næringsrikere bunnlagene. De relativt høye pH-verdiene spesielt 5/8-75, må sees i sammenheng med den forholdsvis store planteplanktonbestanden (se under de biologiske forhold) som fjerner CO₂ fra vannmassene under fotosyntesen. Noen forurensningstilførsel av betydning er det her ikke snakk om. De kjemiske analyseresultatene for Svelavatn (B 2) og Eikjevatt (B 6) er i god overensstemmelse med analyseresultatene som er offentliggjort i "Fylkeskompendium for Rogaland. Bd. II", utgitt av Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer. Universitetet i Oslo. 1972.

Brakkvannstasjonen i Tengsvågen (B 8) viser at ferskvannstilførselen fra Bjerkreimvassdraget hovedsakelig har innvirkning på vannmassene i de øvre vannlag, men i flomperioder, slik en hadde 3/9-74, får ferskvannstilførselen større betydning. Som tabell 4 viser hadde ferskvannet stor påvirkning på vannmassene helt ned til 5 m dyp på dette tidspunkt.

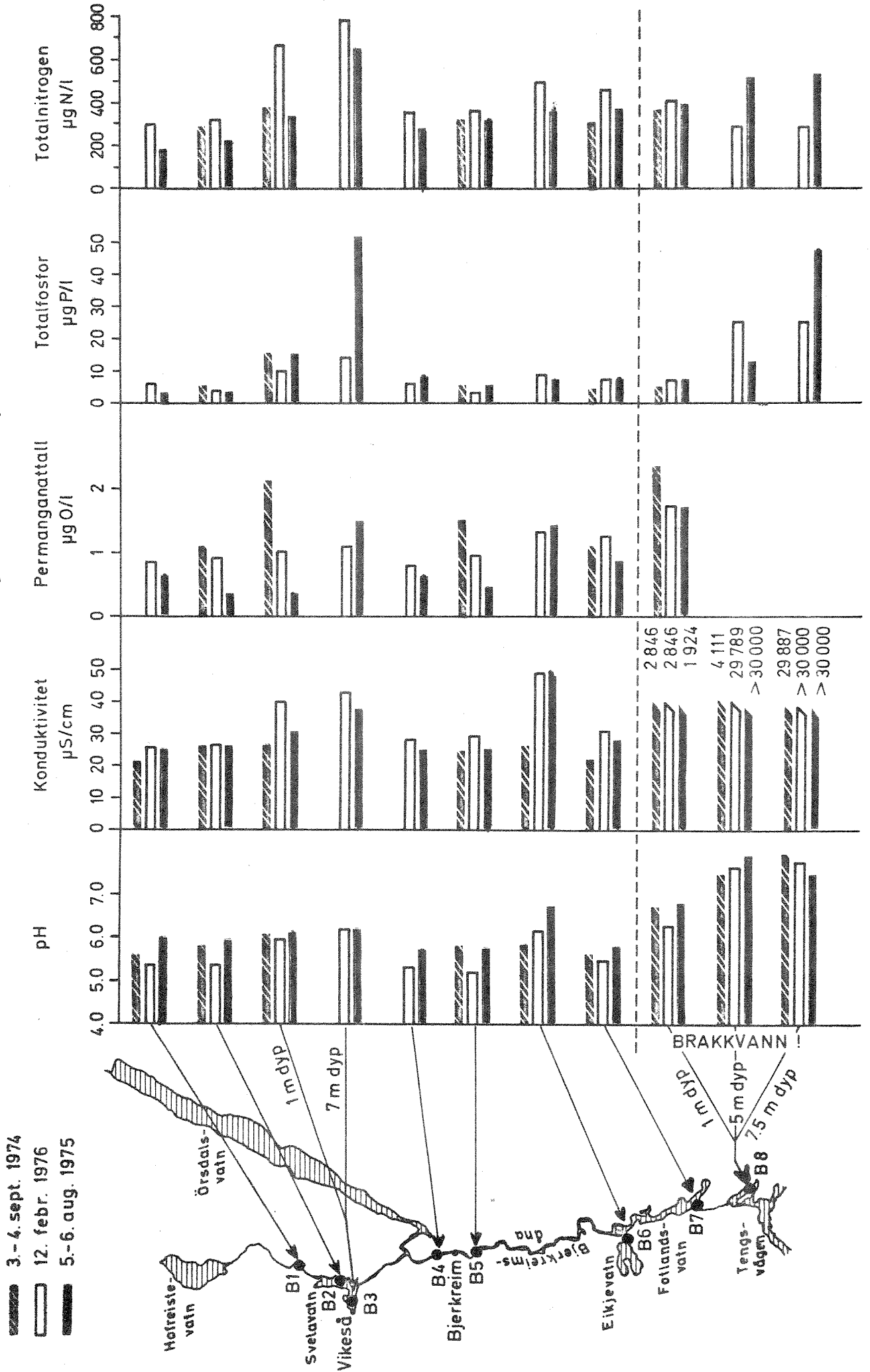
De fysisk-kjemiske analyseresultatene for denne lokaliteten viser hovedsakelig verdier på nivåer som en må forvente ved en betydelig saltvannspåvirkning.

3.2.2.2 Hellelandvassdraget

Som det fremgår av tabell 5 og figur 8, skiller de fysisk-kjemiske analyseresultatene fra stasjon Mjåsund, Ualand (H 1) seg sterkt ut fra de øvrige prøvetakingslokalitetene ved meget høyere verdier. Spesielt er det grunn til å merke seg de, etter norske forhold, meget høye nærings-saltverdiene på denne lokaliteten. Dette må sees i sammenheng med den forurensningsbelastningen denne lokaliteten utsettes for gjennom aktiviteter som er - og har vært - i nærområdet. Inntil for kort tid siden hadde Ualand Meieri utslipp til det indre bassenget som er lite og antagelig grunt, og har forbindelse med resten av Bilstadvatn gjennom det trange Mjåsund.

En må forutsette at betydelige mengder av det som er tilført fra meieriet i årenes løp, har sedimentert i bassenget, og vil i lang tid fremover være en tilførselskilde av næringssalter til vannmassene.

Fig. 7 Bjerkreimvassdraget. Kjemiske analyseresultater

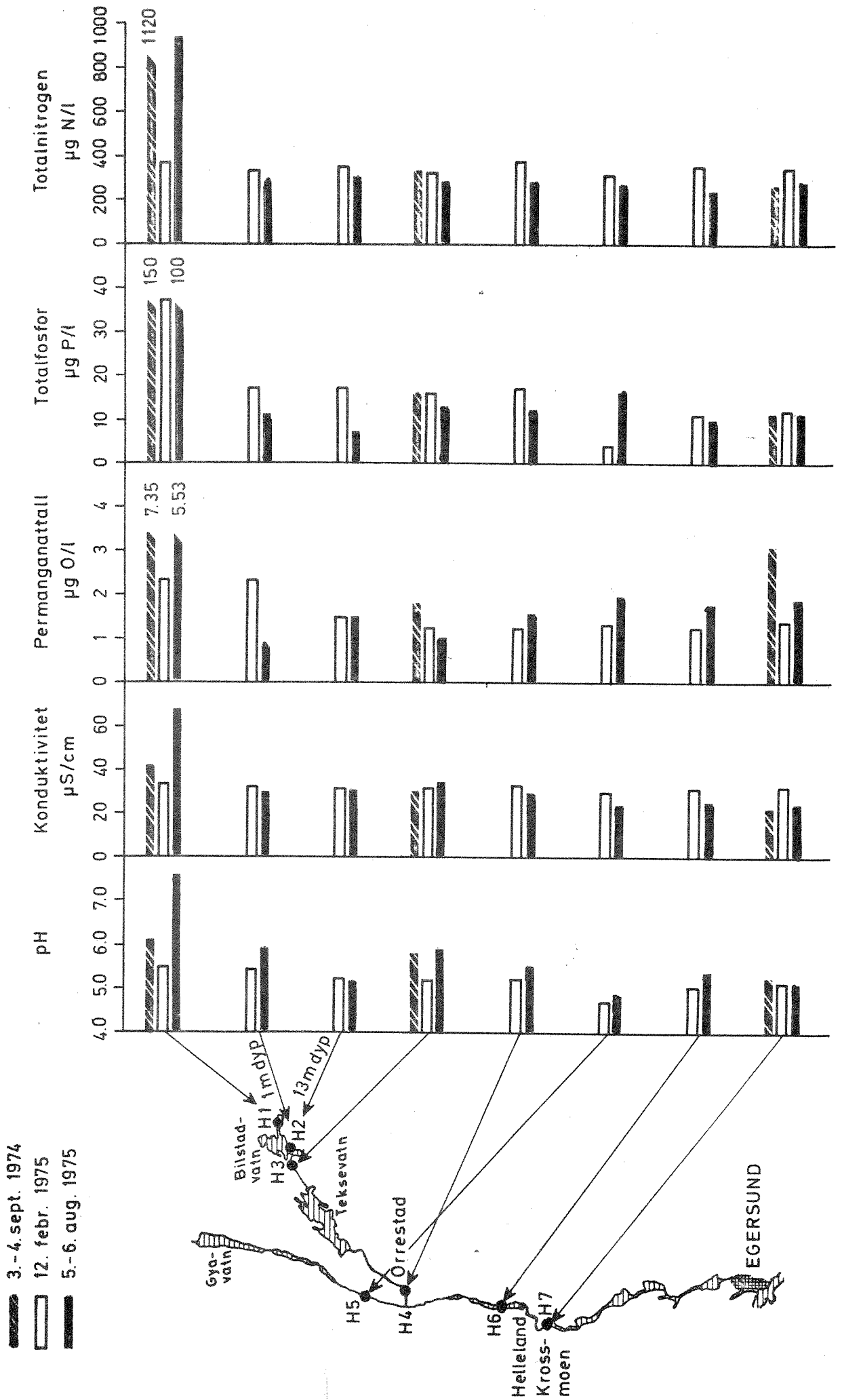


Tabell 5.

Fysisk/kjemiske analyseresultater. Hellelandvassdraget.

PARAMETER	DATO	STASJON							
		Mjåsund ved bru 0.5m dyp	Bilstadvatn 0.5m dyp	Bilstadvatn 13m dyp	Tekseåns, nedstrøms Bilstadvatn	Orrestad ved bru	Terlands- kloppi	Helleland ved bru	Krossmoen
		H1	H2		H3	H4	H5	H6	H7
Temperatur °C	12. febr. 75	2.7	2.4	2.4	2.7	2.6	1.4	1.9	1.5
	5. aug. 75	24.5	20.8	9.8	21.7	20.1	19.6	19.7	21.3
Surhetsgrad pH	3. sept. 74	6.12			5.80				5.25
	12. febr. 75	5.51	5.48	5.25	5.18	5.24	4.71	5.04	5.15
	5. aug. 75	7.64	5.91	5.17	5.96	5.48	4.87	5.38	5.13
Konduktivitet µS/cm, 20°C	3. sept. 74	42			30				23
	12. febr. 75	34	33	32	32	33	30	32	33
	5. aug. 75	68	30	31	35	30	24	26	24
Permanganattall mg O/l	3. sept. 74	7.35			1.74				3.10
	12. febr. 75	2.37	2.37	1.50	1.26	1.26	1.34	1.26	1.42
	5. aug. 75	5.53	0.79	1.50	1.03	1.58	1.98	1.82	1.90
Total fosfor µg P/l	3. sept. 74	150			16				11
	12. febr. 75	37	17	17	16	17	4	11	12
	5. aug. 75	100	11	7	13	12	16	10	11
Ortofosfat µg P/l	3. sept. 74	130			7				3
	12. febr. 75	30	12	13	12	11	<2	7	7
	5. aug. 75	37	4	<2	4	5	<2	5	4
Total nitrogen µg N/l	3. sept. 74	1120			335				260
	12. febr. 75	370	330	355	325	375	310	350	345
	5. aug. 75	930	270	290	280	280	270	240	260
Nitrat µg N/l	3. sept. 74	390			160				120
	12. febr. 75	200	190	200	200	220	200	230	240
	5. aug. 75	20	110	160	110	160	190	140	170
Turbiditet J.T.U.	12. febr. 75	0.80	0.68	0.55	0.59	0.70	1.00	0.65	0.52
	5. aug. 75	2.40	0.52	0.40	0.50	0.36	0.28	0.37	0.45
Magnesium mg Mg/l	12. febr. 75	0.67	0.57	0.54	0.60	0.65	0.47	0.59	0.63
	5. aug. 75	1.53	0.62	0.56	0.60	0.64	0.37	0.49	0.47
Kalsium mg Ca/l	12. febr. 75	1.29	0.86	0.87	0.89	1.02	0.43	0.80	0.91
	5. aug. 75	3.70	0.95	0.80	1.00	1.00	0.45	0.70	0.65
Siktedyp i m	5. aug. 75		8.0						

Fig.8 Hellelandvassdraget. Kjemiske analyseresultater



De meget høyere nærings saltverdiene om sommeren (total fosfor 150 og 100 µg P/l og total nitrogen 1120 og 930 µg N/l) må sees i sammenheng med jordbruksavrenning i området og forurensende tilførsler fra sesongbetonte aktiviteter innenfor jordbruket, men utløsninger fra sedimentene er nok viktige medvirkende årsaker.

De høye verdiene for permanganattall og turbiditet 5/8-75 (henholdsvis 5,53 og 2,40) viser at vannet på dette tidspunkt inneholdt mye partikulært materiale som hovedsakelig må ha vært planktonorganismer (se under biologiske forhold).

Plantep planktonorganismenes forbruk av CO₂ under fotosyntesen må være medvirkende årsak til den høye pH-verdien på dette tidspunkt.

I vassdraget forøvrig er det forholdsvis små variasjoner i de fysiske-kjemiske forhold på de ulike prøvelokaliteter, med forholdsvis lave verdier for de fleste analyseparametre. Noe bemerkelsesverdig er de gjennomgående høyere fosforkonsentrasjonene her i forhold til Bjerkreimvassdraget. Mest sannsynlig årsak må være avrenning fra jordbruksområder.

Forøvrig er det grunn til å merke seg de lave pH-verdiene på stasjon Terlandskloppi (H 5), som viser at dette avsnittet av vassdraget (Gyaåna) er sterkere utsatt for sur nedbør.

De kjemiske forhold oppstrøms og nedstrøms Helleland tettsted ser ifølge analyseresultatene ut til å være omtrent de samme. Ut fra de kjemiske analysene er det derfor ikke noe som tyder på at utslipp til vassdraget fra dette området har noen vesentlig virkning på vannkvaliteten i dag.

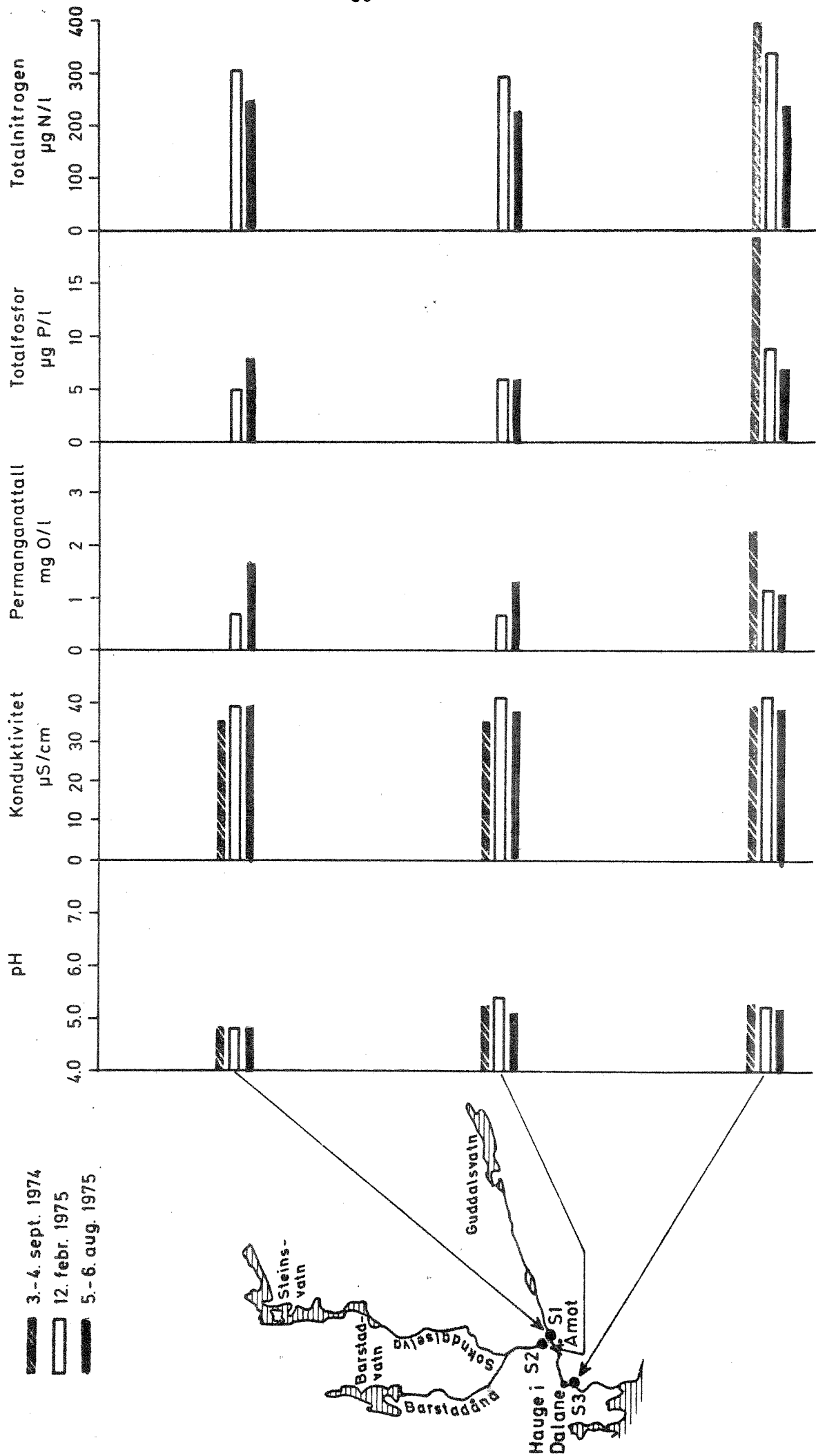
3.2.2.3 Sokndalvassdraget

Vannets konduktivitet i Sokndalvassdraget (variasjonsbredde 35-44 µS/cm, 20°C) er noe høyere enn i Bjerkreim- og Hellelandvassdragene. Dette har til dels sammenheng med noe høyere konsentrasjoner av magnesium og kalsium, men det foreligger også en viss økning i hydrogenionekonsentrasjonen (lavere pH). Spesielt er å merke seg de lave pH-verdiene på

Tabell 6. Fysisk/kjemiske analyseresultater

PARAMETER		SOKNDALVASSDRAGET			MOISANA-STORANA VASSDRAGET				
		STASJON	Ved Åmot, i elv fra Guddalsvatn	Ved Åmot, i Sokndalselva	Nedstrøms Hauge i Dalane	Dato	Sverknæs, oppstrøms Eik	Hove, nedstrøms Eik	Lundevatn, sør for Moi
			S1	S2	S3		M1	M2	M3
DATO									
Temperatur °C	12. febr. 75	1.7	2.7	2.7	12. febr. 75	1.8	2.6	2.8	
	5. aug. 75	21.3	19.6	20.5	6. aug. 75	18.1	20.6	19.0	
	3. sept. 74	4.79	5.24	5.30	4. sept. 75	4.66	4.82	5.03	
Surhetsgrad pH	12. febr. 75	4.81	5.41	5.25	12. febr. 75	4.74	5.10	4.84	
	5. aug. 75	4.81	5.08	5.16	6. aug. 75	4.89	5.06	5.14	
	3. sept. 74	36	35	39	4. sept. 74	26	25	19	
Konduktivitet µS/cm, 20°C	12. febr. 75	39	44	43	12. febr. 75	30	31	31	
	5. aug. 75	39	38	38	6. aug. 75	25	26	21	
	3. sept. 74			2.37	4. sept. 74		2.92		
Permanganattall mg O/l	12. febr. 75	0.71	0.71	1.19	12. febr. 75	1.50	1.58	1.34	
	5. aug. 75	1.66	1.34	1.11	6. aug. 75	1.34	0.87	1.58	
	3. sept. 74			20	4. sept. 74		5		
Total fosfor µg P/l	12. febr. 75	5	6	9	12. febr. 75	3	4	6	
	5. aug. 75	8	6	7	6. aug. 75	3	4	4	
	3. sept. 75				4. sept. 74				
Ortofosfat µg P/l	12. febr. 75	<2	3	5	12. febr. 75	<2	<2	2	
	5. aug. 75	<2	<2	2	6. aug. 75	<2	<2	<2	
	3. sept. 74			400	4. sept. 74		255		
Total nitrogen µg N/l	12. febr. 75	305	295	340	12. febr. 75	230	495	320	
	5. aug. 75	250	230	240	5. aug. 75	290	250	240	
	3. sept. 74				4. sept. 74				
Nitrat µg N/l	12. febr. 75	200	180	210	12. febr. 75	140	350	200	
	5. aug. 75	180	160	170	6. aug. 75	150	170	140	
	12. febr. 75	0.42	1.10	0.95	12. febr. 75	0.40	0.40	0.60	
Turbiditet J.T.U.	5. aug. 75	0.35	0.24	0.27	5. aug. 75	0.20	0.24	0.35	
	12. febr. 75	0.64	0.97	0.93	12. febr. 75	0.47	0.57	0.49	
Magnesium mg Mg/l	5. aug. 75	0.68	0.73	0.73	6. aug. 75	0.41	0.44	0.34	
	12. febr. 75	0.80	2.45	1.65	12. febr. 75	0.49	1.09	0.62	
Kalsium mg Ca/l	5. aug. 75	0.90	1.20	1.20	6. aug. 75	0.55	0.70	0.60	
					6. aug. 75			11.5	

Fig.9 Sokndalvassdraget. Kjemiske analyseresultater



stasjon Åmot øst (S 1) i elven fra Guddalsvatn. Årsaken må ligge i at dette så å si ubebodde dalføret, er sterkere utsatt for sur nedbør.

Nedenfor Hauge i Dalane synes vannets innhold av organisk stoff og nærings-salter å være noe høyere enn lengre oppe i hovedvassdraget ved Åmot (S 2). Dette må ha sammenheng med en viss forurensningspåvirkning fra Hauge i Dalane.

I hovedvassdraget er det i sedimentene rester av avgang fra tidligere gruvedrift i området. Om dette har noen innvirkning på vannkvaliteten i dag, er det vanskelig å ha noen formening om da det i disse undersøkel-sene ikke er analysert på bl.a. tungmetaller. Det en kan si er at på de kjemiske parametre som det er analysert på ved denne undersøkelsen, kan det ikke spores noen innvirkning.

3.2.2.4 Moisåna - Storånavassdraget

Den 28/6-73 ble det samlet inn fysisk-kjemiske prøver fra flere stasjo-ner i Moisåna-Storånavassdraget (NIVA rapport O-160/72. Regionale vass-dragsutredninger for Vest-Agder. Blindern- oktober 1973), blant annet fra Hove (M 2) og i Lundevatn (M 3). Resultatene fra 1973 er gjengitt i tabellen nedenfor.

Tabell 7. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Moisåna-Storåna-vassdraget. 28/6-73.

Stasjon	pH	Kond.	Perm.	Ca	Tot.P	Tot.N	NO ₃	Cl	SO ₄
Storåna nedstrøms Eik (M2)	4,6	28	1,22	0,99	6	255	150	5,4	3,15
Lundevatn v/Moi (M3)	4,9	30	0,99	0,96	7	260	150	5,6	3,15

Tabellen viser at resultatene fra 1973 er i god overensstemmelse med resultatene fra 1974-1975 (tabell 6 og figur 10), men det er en viss variasjon i resultatene fra årstid til årstid. Vannet er surt (pH stort sett mindre enn 5,0) og saltfattig (lav konduktivitet). På grunn av den lave pH øker hydrogenione-konsentrasjonen, noe som innvirker på

Fig.10 Moisa-na- Storånassdraget. Kjemiske analyseresultater

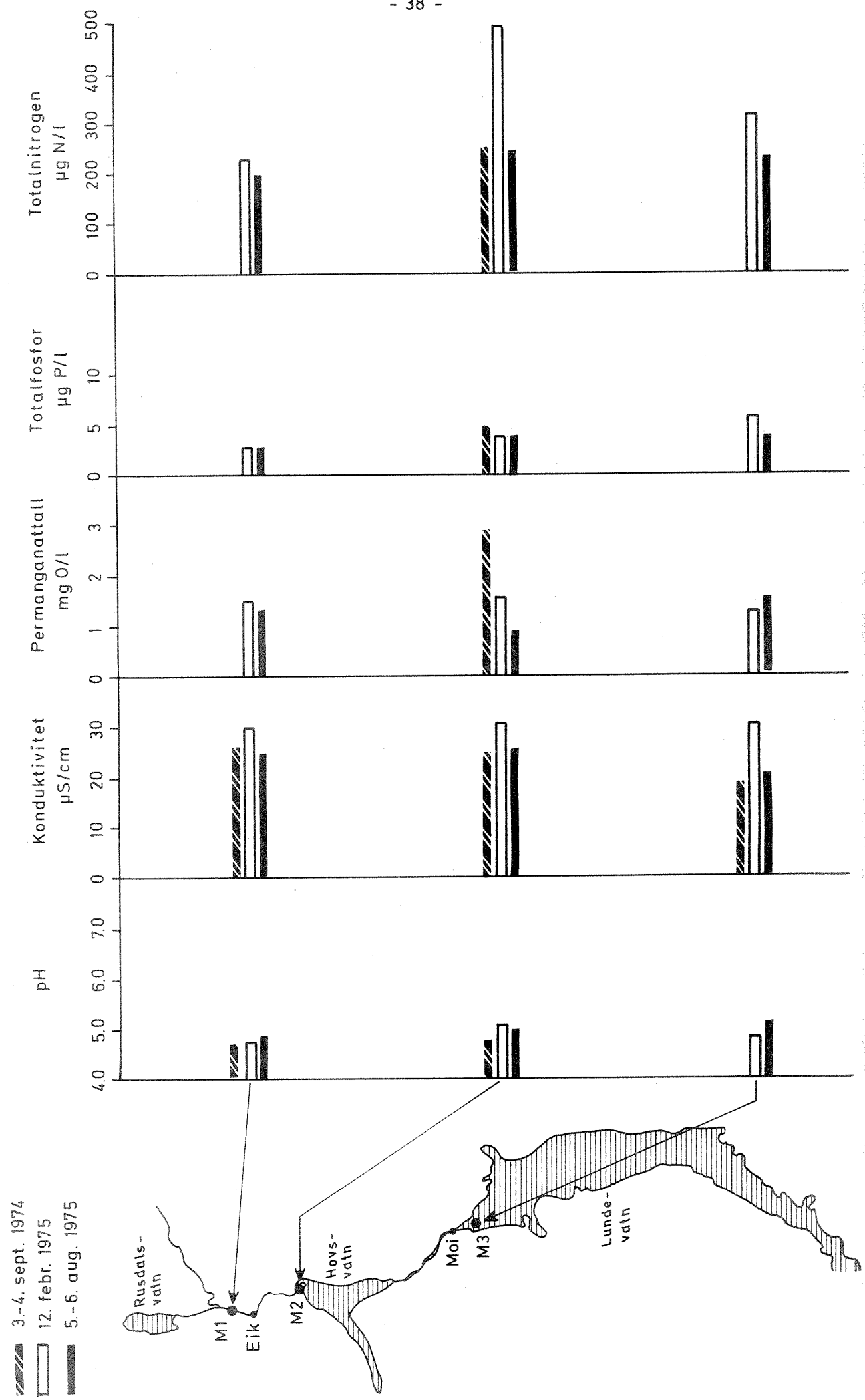
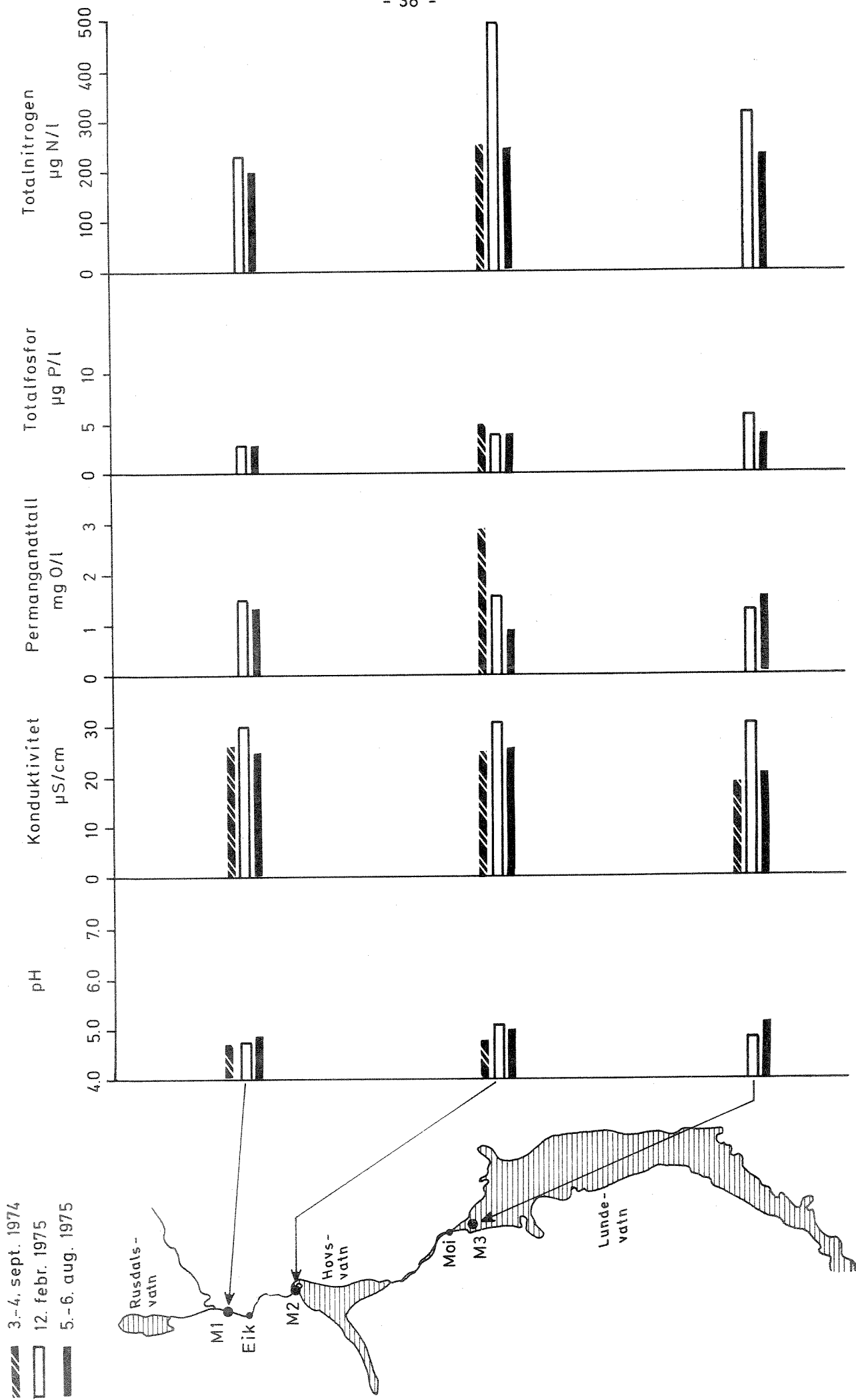


Fig.10 Moisa-na- Stora-nassdraget. Kjemiske analyseresultater



Tabell 9. Analyseresultater av kvalitative dyreplanktonprøver med relative mengder av de ulike artene.

Stasjoner	Svela- vatn, vestre del	Eikje- vatn, utløp	Fot- lands- vatn, utløp	Mjå- sund, ved bru	Bil- stad- vatn	Lunde- vatn
	B 5	B 6	B 7	H 1	H 2	M 3
<u>CRUSTACEAE</u> (Krepsdyr)						
Bosmina longispina	4	2	2	5		2
Cyclops sp.			2			
Diaptomus sp.		2	2			
Eudiaptomus gracilis	2					3
Heterocope sp.						1
Holopedium gibberum	2	2				2
Mesocyclops oithonoides				2		
Polyphemus sp.				2		
<u>ROTATORIA</u> (Hjuldyr)						
Conochilus unicornis	2		3		3	1
Kellicottia longispina		2	2		2	3
Polyarthra sp.	1	1	2		3	3

Forekomsten er bedømt som følger: 5 - dominerende
 4 - hyppig
 3 - vanlig
 2 - sparsom
 1 - sjelden

konduktiviteten. Vannets innhold av organisk stoff og næringssalter er lavt, og det er bare meget små økninger i verdiene for de ulike parametrene oppstrøms (M 1) og nedstrøms (M 2) tettstedet Eik. I Lundevatn ved Moi er det heller ikke mulig å se noen endring i vannkvaliteten i forhold til de to andre stasjonene i vassdraget ut fra de fysisk-kjemiske analyseresultatene.

Sur nedbør må ha en sterk innvirkning på vassdraget og sammen med sure bergarter i nedbørfeltet være årsaken til den lave pH (varierer fra 4,6 til 5,1).

3.3 De hydrobiologiske forhold

3.3.1 Generelt om de biologiske undersøkelsene

Under befaringen i august 1975 ble det samlet inn biologiske prøver fra samtlige stasjoner.

Fra innsjøstasjonene ble det samlet inn kvantitative planteplanktonprøver (resultatene er gitt i tabell 8) og kvalitative dyreplanktonprøver (resultatene gitt i tabell 9).

Videre ble det på alle elvestasjoner og også på enkelte innsjøstasjoner der disse er tatt på grunt område, samlet inn kvalitative prøver av den makroskopiske - det vil si den iøyenfallende - begroingen (resultatene gitt i tabell 10). Sammen med dette ble samlet inn semikvantitative prøver av bunndyr ved hjelp av en bunndyrhåv. Tabell 11 gir derfor bare de relative mengder dyreorganismer funnet i disse prøvene. Organismene i et vassdrag fordeler seg mellom samfunn knyttet til et underlag (benthos) og samfunn som lever i de frie vannmasser (plankton).

I strømmende vann dvs. på elvestasjoner, vil det benthiske samfunn være dominerende og omfatte bunndyr og fastsittende vegetasjon.

I innsjøer med mer stillestående vann vil de planktoniske samfunn være dominerende selv om benthiske organismeformer også kan ha stor betydning her. De planktoniske organismeforhold belyses gjennom plante- og dyreplanktonprøver.

Plante- og dyresamfunnenes artsmessige sammensetning på de ulike stasjoner og de mengdemessige forhold av hver art gir viktige informasjoner om tilstanden i vassdragene. Markerte endringer i disse forhold i ulike vassdragsområder er gjerne utslag som kommer på grunn av endringer i vannkvaliteten eller de hydrologiske forhold gjennom f.eks. forurensende tilførsler og vassdragsreguleringer. Fordi organismesamfunnene i et vassdrag endrer seg med hensyn til mengde og sammensetning med årstidene også i et upåvirket vassdrag, kan en ikke trekke for vidtgående slutninger på grunnlag av en enkelt befaring. En må se på resultatene som en orientering til støtte for vurdering av tilstanden i vassdragene.

3.3.2 Bjerkreimvassdraget

Begroingen de fleste steder i dette vassdraget er dominert av moser med *Scapania undulata* som den viktigste arten (se tabell 10). I den øvre delen av vassdraget noe *Rhacomitrium aciculare* flekkvis i sprøytsonen og i den nedre delen noe *Jungermania cordifolia* flekkvis innimellom *Scapania*. Dette er alle tre mosearter som forekommer vesentlig i sure og forholdsvis næringsfattige vassdrag. En svak økning i næringssalttilgangen vil imidlertid virke positivt på disse vekstene, som på all annen vegetasjon. Den frodigere mosebegroingen på stasjon Fjermedal (B 5) i forhold til stasjon Gjedrem (B 6), kunne tyde på en økt tilførsel av næringsalter, selv om dette ikke kommer frem av de kjemiske analyse-resultatene.

Ved siden av mosene var det i vassdraget en beskjeden begroing av trådformede grønnalger, men de relative mengdene av disse øker nedover i vassdraget, og på stasjon (B 7) utløpet av Fotlandsvatn, var grønnalgen *Microspora* sp. den viktigste begroingskomponenten. Innslag i begroingen av høyere vegetasjon økte også nedover i vassdraget, spesielt var dette markert for krypsiv, *Juncus bulbosus* f. *fluitans*.

I Fotlandsvatn dannet dette sivet, sammen med tett begroing av en torvmoseart *Sphagnum* sp., tette matter over store deler av innsjøen. Ved utløpet av innsjøen, på stasjon (B 7), var det riktig nok ikke så store bestander av disse to begroingskomponentene som i innsjøen forøvrig. Hva som forårsaker de større mattedannende bestandene av *Juncus bulbosus* f. *fluitans*, vet en i dag lite eller ingenting om. Dette er et fenomen

Tabell 10. Analyseresultater av begroingsprøvene samlet 5. og 6. august 1975.

Begroingsorganisme	Stasjon														
	Vikesdal bru	Gjedrem	Fjermedal	Eikjevatn (utløp)	Fotlandsvatn (utløp)	Tekseåni	Orrestad (v/bru)	Trelandskloppi	Helleland (v/bru)	Krossmoen	Ved Åmot i elv fra Guddalsvatn	Ved Åmot i knedalselva	Nedstrøms Hauge sentrum	Sverknes, oppstrøms Eik	Hove, nedstrøms Eik
	B 1	B 4	B 5	B 6	B 7	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	S 1	S 2	S 2	M 1	M 2
<u>ALGER:</u>															
<u>Blågrønnalger</u>															
Scytonema sp.	1														
<u>Grønnalger</u>															
Hormidium rivulare		1	1	1											
Microspora sp.					4						1				
Mougeotia sp.				1											
Ulothrix sp.		1		2											
Zygnema sp.															
<u>MOSER:</u>															
Fontinalis antipyretica				2											
Fontinalis dalecarlica							1		1	2					
Hygrohypnum ochraceum							3		1	2					
Jungermania cordifolia			2						2	2					3
Nardia compressa		1						2			3	1		3	
Pohlia sp.															
Polytrichum commune			1										1		
Rhacomitrium aciculare	2						3	2	1					2	2
Rhynchastegium riparioides f. inundatum							2								
Scapania undulata		3	3		2	4	3	3	3	2		3	3		
Sphagnum sp.		1			3										
<u>HØYERE VEGETASJON:</u>															
Isoetes echinospora										4					
Juncus bulbosus f. fluitans		1		1	3				1	3	1	1			
Lobelia dortmana				1						1					

Forekomsten er bedømt som følger: 5 - dominerende
 4 - hyppig
 3 - vanlig
 2 - sparsom
 1 - sjelden.

som en finner også i andre vassdrag i sør- og sørvestre deler av landet og i vassdrag som ikke har noen påviselig påvirkning av betydning fra noen form for utslipp.

Det en kunne tenke seg var at sur nedbør gjorde at denne veksten, som muligens tåler de surere vannmassene bedre enn andre arter, ble mer konkurransedyktig på en del lokaliteter.

Når det gjelder bunnfaunaen er den med hensyn til individantall helt dominert av larver av *Chironomidae* (fjærmygg) på alle stasjonene. Som det fremgår av tabell 11, er det en stor økning i totalt individtall av denne gruppen fra stasjon Gjedrem, (B 4) til stasjon Fjermedal (B 5). Dette har en mulig sammenheng med utslipp fra Bjerkreim tettsted.

At larver av *Simulidae* (knott) forsvinner på (B 5) og at det skjer et skifte fra større antall av larver av *Plecoptera* (steinfluer) på (B 4) til en økning av antall larver av *Trichoptera* (vårfluer) og en reduksjon av antall *Plecoptera* på (B 5), tyder også på en svak økning i forurensningsgraden mellom de to stasjoner.

Ved utløpet av Eikjevatn (B 6) var det en fattig bunnfauna; noe som antyder en meget liten påvirkning av forurensninger i dette området. At den fastsittende vegetasjonen og bunnfaunaen er fattig her, beror sannsynligvis også på bunnforholdene som her hovedsakelig består av sand.

Dette er et dårlig substrat for disse formene da bunnen blir altfor lite stabil. Vanligvis har utløpsområdene av innsjøer en rikere flora og fauna enn de rene elvestrekningene. Dette skyldes den såkalte "utløps-effekten". Disse områdene har hovedsakelig høyere temperatur, bedre lysforhold og en større tilgang på næringssalter, idet næringssalter som til en viss grad oppmagasineres i innsjøen dypvann, presses opp til overflaten ved utløpet og gir "rikere" vann der.

Ved stasjon (B 7) utløpet av Fotlandsvatn, er "utløpseffekten" mer markert fordi substratet her, grov grus og større steiner, er et gunstig substrat. Spesielt for vegetasjonen er dette tilfelle, og denne stasjonen hadde som nevnt foran, bl.a. en stor begroing av grønnalgen *Microspora* sp.

Tabell 11. Analyseresultater av bunnfauna-prøver samlet 5. og 6. august 1975.

Vassdrag	Stasj. betegn.	Stasjon	I N S E C T A										ANNELIDA (Leddorm)		Totalt individan-tall	
			Diptera (Tovinger)				Trichoptera Vår-fluer	Plecoptera Stein-fluer	Ephemeroptera Døgn-fluer	Heteroptera Teger	Hirudinea Iglar	Oligochaeta Fåbørstemark				
			Chironomidae Fjærmygg	% pupper	Simuliidae Knott	Tipulidae Stankelbein							Diverse Diptera-larver			
Bjørkeimvassdraget	B 1	Vikesdal bru	610	3					5	40					7	660
	B 4	Gjedrem	315	2	3	2		2		20					6	348
	B 5	Fjermedal	600	8			1		6	5						612
	B 6	Eikjevatn, utløp	90	1					1		1			1	16	109
	B 7	Fotlandsvatn, Utløp	185	1					10	7				3	15	220
	H 1	Mjåsund, v/ bru	850	2					20	45	95	65		13		1088
	H 3	Tekseåna nedstr. Bilstadvatn	360	3					30		15					450
Hellelandvassdraget	H 4	Orrestad v/ bru	700	3	1		4	10	6	15			4	8	751	
	H 5	Terlandskloppi	10					4	2						16	
	H 6	Helleland v/ bru	480	4			1	4	12	225			1		723	
	H 7	Krossmoen	485	4				10	3	12				8	522	
	S 1	Ved Åmot i elv fra Guddalsvatn	110	5		2		15	4	30				3	164	
	S 2	Åmot i Sokndalselva	200		15		6	5	10					30	266	
	S 3	Nedstrøms Hauge sentrum	575	1	20	3	5	10	50						663	
Molsåna	M 1	Sverknes, oppstrøms Eik	300	5	5		5	3	325					25	663	
	M 2	Hove, nedstrøms Eik	725	10	35	4	7	65	7					20	863	

Også bunnfaunaen er noe rikere her enn på (B 6), og tilstedeværelsen av individer av gruppen *Hirudinea* (igler) sammen med et større antall larver av *Trichoptera* (vårfluer), kan tyde på en viss grad av forurensende påvirkning.

Planteplanktonmengdene for stasjonene i Bjerkreimvassdraget er gitt i tabell 8. Som det fremgår av tabellen, er mengdene av planteplankton (omregnet til volum) forholdsvis små på de fleste stasjonene.

Gruppen *Chrysophyceae* (gulalger) sammen med små former av *Chlorophyceae* (grønnalger) er de mest artsrike gruppene. Individer samlet under betegnelsen "µ-alger" omfatter meget små algeformer (diameter 2-4 micron) som ikke kan identifiseres nærmere i mikroskop, men som erfaringsmessig inneholder meget små former av gulalger og grønnalger.

I planteplanktonet inngår også en del arter av gruppen *Dinophyceae* (fureflagellater) og *Cryptophyceae* som består av større flagellater. En slik sammensetning er vanlig i de fleste norske vannforekomster. Tar en for seg forholdene på stasjon Svelavatn øst, (B 2) og Svelavatn vest (B 3), 0,5 m dyp og sammenligner disse to stasjonene i samme vatn, ser en at sammensetningen av planktonet er omtrent den samme, men det er en relativt sett betydelig større biomasse (uttrykt som volum) av planteplankton på (B 3) enn på (B 2).

Dette viser at forholdene er gunstigere for vekst av planteplankton i vestre enn i østre basseng av Svelavatn. Årsaken må være det næringsrikere vannet (se tabell 4) i vestre basseng på grunn av de forurensende utslipp der.

I Fotlandsvatn ved utløpet på stasjon (B 7) var biomassen av planteplankton omtrent på samme nivå som i Svelavatnets østre del, noe som tyder på at de forurensningstilførsler som tilføres, enten jevnes ut gjennom fortynningseffekten, eller ved at de tas opp i vegetasjonen. De store bestandene av krypsiv (*Juncus bulbosus* f. *fluitans*) f.eks. i Fotlandsvatn representerer et opptak og en lagring av næringsalter.

På stasjon (B 6) ved utløpet av Eikjevatn var det en usedvanlig stor planteplanktonbiomasse med en dominans av en diatomé (kiselalge), *Cyclotella* sp.

Den større biomassen her i forhold til de andre innsjøstasjonene må sannsynligvis være et utslag av "utløpseffekten" og det faktum at denne stasjonen ligger i et område som var meget grunt, slik at overflate-lagenes kontakt med det næringsrikere bunnvannet her er stor.

Ute i Tengsvågen på stasjon (B 8) var det en meget beskjeden biomasse av planteplankton, noe som er vanlig å finne i utpregete brakkvannssoner der det er forholdsvis liten forurensning. Få arter er tilpasset et liv i dette spesielle miljø der saltholdigheten kan skifte sterkt, avhengig av strømningsforholdene.

Zooplanktonet (tabell 9) består av arter som en vanligvis finner i forholdsvis næringsfattige, kalkfattige innsjøer i Norge. Dette gjelder også *Bosmina longispina*. Denne arten ble imidlertid funnet i betydelig større mengder i Svelavatns vestre del (B 3) enn i vassdraget forøvrig, noe som igjen må sees på bakgrunn av den påvirkning denne delen av vassdraget får.

3.3.3 Hellelandvassdraget

Begroingen i dette vassdraget var, på samme måte som i Bjerkreimvassdraget, dominert av moser (tabell 10). *Scapina undulata* er også her den dominerende mosearten. Andre arter av en viss betydning i begroingen, er mosene *Hygrohypnum ochraceum* og *Rhacomitrium aciculare*. Den siste finnes hovedsakelig i sprøytsonen på elvestrekningen og mest på de mer skyggefulle stedene. Alle de funne moseartene er typiske for næringsfattige områder med sure bergarter.

I området ved Krossmoen (H 7) nedstrøms Helleland var det i de stilleflytende partier flekkvis betydelige forekomster av krypsiv (*Juncus bulbosus* f. *fluitans*) som dannet matter på vannoverflaten. Hele bunnen var her i grove trekk dekket av mykt brasmegras (*Isoetës echinospora*). Brasmegras er et vanlig element i bunnfloraen i innsjøer og stille-

flytende elvepartier i næringsfattige, noe sure vassdrag. Med hensyn til forekomstene av *Juncus bulbosus* f. *fluitans* henvises til det som er skrevet om denne under pkt. 3.3.2 Bjerkreimvassdraget.

Som for Bjerkreimvassdraget, var det *Chironomidae* (fjærmygg) som var den dominerende bunndyrgruppen på samtlige stasjoner i Hellelandvassdraget (tabell 11).

Stasjon (H 1) Mjåsund, som representerer stillestående vann, hadde den rikeste bunnfaunaen både med hensyn til det totale individantall og *Chironomidae*. Foruten dette er det karakteristiske innslag i bunnfaunaen på denne stasjonen, det store antall individer av *Heteroptera* (teger). Videre er gruppen *Hirudinea* (igler) rikt representert. Disse er bestemt til artene *Heloboella stagnalis* og *Erpoboella* sp. Begge disse arter, men særlig *H. stagnalis*, trives best i høyproduktive sjøer. Bunndyr-sammensetningen forøvrig, tyder på at områdene ved stasjon (H 1) Mjåsund, er relativt sterkt forurenset. Stasjon (H 5) Terlandskloppi, som ligger i en sidegren til hovedvassdraget, hadde en ekstremt fattig bunnfauna. Dette kan muligens skyldes at sur nedbør får mer direkte påvirkning her (mindre buffring gjennom jordbruksavrenning og avrenning fra skog- og andre vegetasjonsområder).

Hovedvassdraget virker generelt noe mer forurensningspåvirket enn tilfellet var i Bjerkreimvassdraget, selv om det er snakk om en lav grad av påvirkning.

Det som ut fra bunnfaunaen tyder i den retning, er det store antall larver av *Ephemeroptera* (døgnfluer) som sammen med vårfluelarver (*Trichoptera*) dominerer over steinfluelarvene (*Plecoptera*). Også det jevnt høye individantall totalt i prøven, fravær av *Simulidae* (knott) og tilstedeværelsen av den nevnte arter av *Hirudinea* (igler) på enkelte stasjoner støtter opp under dette (tabell 11). Planteplanktonmengdene og sammensetningen på de to innsjøstasjonene i Hellelandvassdraget, (H 1) og (H 2), er gitt i tabell 8.

På stasjon (H 1) Mjøsund, var planktonet dominert fullstendig av små former (samlet under begrepet "µ-alger"). Antallet og mengdene av disse formene i prøven er usedvanlig stort og indikerer i seg selv en forurensende påvirkning av vannmassene. Disse små formene består hovedsakelig av individer av grønnalger og chrysophyceer (gulalger) som det ikke har vært mulig å identifisere nærmere. I tillegg var det i prøven et betydelig antall individer av grønnalgene *Scenedesmus quadricauda* og *Ankistrodesmus* (= *Schroederia*) *setigerus*, hvorav spesielt den første regnes for indikatorart på eutrofe, dvs. næringsrike og høyproduktive, vannmasser.

Stasjon (H 2) Bilstadvatn er lokalisert i de dypere områdene i vestre del av vannet. I overflatevannet (0,5 m dyp) er det ikke noe av den dominans av små former og grønnalger som ble funnet på stasjon (H 1) Mjåsund. Mjåsund med den østenforliggende Vasshusvika, representerer en arm av Bilstadvatn. Det store totalvolumet av planteplankton som ble funnet i prøven fra (H 2), skriver seg hovedsaklig fra en stor form av en fureflagellat, her kalt *Gymnodinium* sp. Fordi denne formen ikke kunne identifiseres nærmere på det konserverte materiale, er det ikke mulig ut fra litteraturen å si om den indikerer noen forurensningspåvirkning, men det forholdsvis store antallet av denne formen er noe usedvanlig i slike vannlokaliteter som Bilstadvatn representerer. Fureflagellaten *Peridinium inconspicuum* er vanlig i næringsfattige, noe sure innsjøer her i landet, men det forholdsvis store antallet (123 000 celler pr. liter) tyder på en viss påvirkning av vannmassene også på denne stasjonen. Antall arter på denne stasjonen er imidlertid lite. Den fattige planktonfloraen i 13 m dyp skyldes at lyset ikke i tilstrekkelig grad tenger ned til dette dypet slik at algene kan gjennomføre en tilfredsstillende fotosyntese.

Som det fremgår av tabell 9, var dyreplanktonet på stasjon (H 1) Mjåsund, helt dominert av *Bosmina longispina*. Mengdene av denne arten var så tett i vannmassene ved befaringen i august at de dannet mørke skyer i vannet og farget vannet.

De store bestandene av denne arten henger nøye sammen med de store mengder av "µ-alger" som ble funnet. *Bosmina longispina* er en "filter-feeder",

dvs. en art som filtrerer fra partikler i vannet for føde. De store mengder av "µ-alger" er derfor ekstra gunstig for den dyreplanktonarten, selv om arten i seg selv er vanlig i de fleste lokaliteter i området.

3.3.4 Sokndalvassdraget

Den makroskopiske begroingen i dette vassdraget var helt dominert av moser. *Scapania undulata* var den viktigste arten i hovedvassdraget, Sokndalselva, stasjon (S 2) ved Åmot og (S 3) nedstrøms Hauge i Dalane (tabell 10).

I sidevassdraget fra Guddalsvatn var *Nardia compressa* den viktigste mosen, i det minste på stasjon (S 1), før samløpet med Sokndalselva.

Annen makrobegroing var av helt underordnet betydning på stasjonene i dette vassdraget. Bunnfaunaen (tabell 11) var kvantitativt rikere på stasjon (S 2), Sokndalselva ved Åmot, enn på stasjon (S 1) i sidevassdraget fra Guddalsvatn. Dette kan muligens skyldes at Sokndalselva relativt sett er noe mer næringsrik enn sidevassdraget. På (S 3), nedstrøms Hauge i Dalane, er det en tydelig kvantitativ økning i bunndyr. Økningen er her så markert at en må tilskrive det en ytterligere nærings-tilgang her i forhold til stasjon (S 2). Dette må skyldes utslipp til elven fra tettstedet Hauge i Dalane, selv om dette ikke kommer tydelig frem i de kjemiske analyseresultatene (tabell 6). Tilstedværelsen av *Simulidae* (knott) og *Plecoptera* (steinfluer) i stort antall viser at forurensningsgraden selv på (S 3) er liten.

Prøver av planteplankton og dyreplankton ble ikke samlet inn fra noen innsjøer i dette vassdraget.

3.3.5 Moisåna-Storånavassdraget

I likhet med hva tilfelle var i de andre vassdragene, består makrobegroingen så å si bare av moser. De viktigste artene i dette vassdraget var imidlertid *Nardia compressa*, stasjon (M 1) (oppstrøms Eik) og *Jungermania Cordifolia* på stasjon (M 2) (nedstrøms Eik). *Rhacomitrium aciculare* fantes spredt i sprøytsonen langs hele vassdraget (se tabell 10).

Av tab. 11 fremgår det at det fra (M 1) Sverknes, oppstrøms Eik til (M 2) Hove, nedstrøms Eik, er en tydelig økning i totalt individantall og særlig innen gruppen *Chironomidae* (fjærmygg). Dette kan ha sammenheng med utslipp til elven i forbindelse med tettstedet Eik. Skiftet fra dominans av larver av *Plecoptera* (steinfluer) på stasjon (M 1) til dominans av larver av *Trichoptera* (vårfluer) samt *Chironomidae* på (M 2), antyder også en viss økning i forurensningsgraden. Dette skiftet kan imidlertid også til en viss grad ha sammenheng med bunnsubstrat og strømhastighet. Graden av forurensning er iallefall sannsynligvis liten, noe som går frem av de kjemiske analyseresultatene (tabell 6).

Prøver for analyser av plante- og dyreplanktonet i Lundevatn ble samlet inn på stasjon (M 3) rett sør for Lunde kirke. Planteplanktonet (tabell 8) var dominert av små former innen gruppene *Chrysophyceae* (gulalger) og *Chlorophyceae* (grønnalger). Dette gjelder også "µ-alger" som nevnt under Bjerkreimvassdraget og Hellelandvassdraget. Fureflagellatene *Gymnodinium lacustre* og *Peridinium inconspicuum* forekom i et noe større antall.

Som nevnt for Svelavatn i Bjerkreimvassdraget, er dette en vanlig planteplanktonsammensetning og mengde i næringsfattige norske innsjøer. Dyreplanktonet består av såkalte "filter-feeders", dvs. former som filtrerer partikler fra vannet og hovedsakelig lever av små planteplanktonformer. Mengdene av dyreplanktonet er moderate til små og består av former som er vanlige i næringsfattige, lavproduktive (oligotrofe) innsjøer.

Utslippene fra Moiområdet og tilførselene til Lundevatn fra Moisåna kunne ikke spores på de biologiske forhold på stasjon (M 3).

4. DISKUSJON

Det har tidligere vært utført analyser av vannkvaliteten i Dalanevassdragene. Som nevnt tidligere, har Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, Universitetet i Oslo, i "Fylkeskompendium for Rogaland", Bind II 1972 publisert en del kjemiske og også noen biologiske analyseresultater fra innsjøstasjoner i disse vassdragene.

Den alt overveiende delen av analyser på vannkvaliteten er imidlertid utført av vitenskapelig konsulent Einar Snekvik, Inspektøren for ferskvannsfisket, Ås.

For noen elvestasjoner i vassdragene har Snekvik samlet inn prøver gjennom en årrekke, og disse er bearbejdet statistisk. Det er ikke mulig å referere til alt dette materialet her, men for tre aktuelle stasjoner var gjennomsnittsverdiene:

Bjerkreimvassdraget, Tengs: (nærmeste stasjon å sammenligne med er B 7, utløp av Fotlandsvatn)

$$\text{pH} = 5,59 \pm 0,24$$

$$\text{El.ledn.evne (konduktivitet)} = 29,8 \pm 3,6$$

Hellelandvassdraget (nærmeste stasjon å sammenligne med er H 7, Krossmoen)

$$\text{pH} = 5,31 \pm 0,33$$

$$\text{El.ledn.evne (konduktivitet)} = 32,1 \pm 6,2$$

Moisåna (nærmeste stasjon å sammenligne med er M 3, Lundevatn)

$$\text{pH} = 4,91 \pm 0,11$$

$$\text{El.ledn.evne (konduktivitet)} = 29,7 \pm 2,3$$

Målingene ved befaringene i denne undersøkelsen stemmer godt overens med Snekviks resultater for pH og konduktivitet. Snekvik har også enkeltobservasjoner for en del innsjøer i de aktuelle vassdrag hvor det er analysert på flere parametre, og disse stemmer i store trekk med denne undersøkelsens resultater. Det samme kan sies om resultatene publisert i "Fylkeskompendium for Rogaland, Bind II, 1972". Det må her tas med i betraktningen at prøvene for de ulike undersøkelser er samlet til ulike tider av året.

Innsamling av biologisk materiale under undersøkelsene begrenser seg til en gang (5.- 6. august 1975) og ble samlet inn ved lavvannsføring og etter lengre periode med pent, varmt vær. Det var med andre ord optimale betingelser for biologisk aktivitet i vassdragene.

Observasjonene og analysene av det innsamlete materiale viste i hovedtrekkene små variasjoner i de biologiske forhold fra stasjon til stasjon. Unntak her var stasjon (H 1) Mjåsund, som hadde helt spesielle mengdemessige og sammensetningsmessige biologiske forhold sammelignet med de andre stasjonene i vassdraget.

Organismesamfunnene var på de fleste stasjonene dominert av arter og grupper av vegetasjon og fauna som er vanlig i lite påvirkede, noe sure vannlokaliteter.

Begroingsvegetasjonen var dominert av moser. På to steder, Fotlandsvatn i Bjerkreimvassdraget (B 7) og Krossmoen i Hellelandvassdraget (H 7) var det stedvis tette matter av en form av krypsiv (*Juncus bulbosus* f. *fluitans*). Masseutvikling av denne planten er imidlertid vanlig på forholdsvis stilleflytende områder av vassdrag på hele den sørlige og sørvestlige del av landet i grunnfjellsområdet, og det har lite å gjøre med forurensning i form av utslipp. Hvorvidt mengdene har øket med den økte surheten i vassdragene på grunn av sur nedbør er det vanskelig å ha noen formening om da det ikke foreligger kvantitative observasjoner av denne planten på de samme områdene fra tidligere.

Når det gjelder bunndyrene, var disse i hovedtrekkene sammensatt av de samme gruppene og tildels artene fra stasjon til stasjon, med *Chironomidae* (fjærmygg) som den dominerende gruppen med hensyn til antall individer.

Ikke på noen av stasjonene (med unntak av H 1 Mjåsund i Hellelandvassdraget) ble det funnet større mengder av bunndyrorganismer som indikerer forurensninger, men mengdemessige forskjeller av individantallet for forskjellige organismegrupper fra en stasjon til den neste antyder at en viss påvirkning av forurensninger finner sted.

Foruten Mjåsund (H 1), som hadde en både mengdemessig og artsmessig annerledes sammensetning av planteplankton enn de andre undersøkte lokalitetene, viser de mengdemessige forskjeller av planteplankton mellom vestre og østre del av Svelavatn (B 3 og B 2) at utslippene til vestre del av vannet påvirker vannmassene i eutrofierende retning.

Vassdragene i Dalane har et enkelt organismsamfunn med forholdsvis få arter og et lavt individantall pr. art. Dette er vanlig i forholdsvis sure vassdrag som det her er snakk om.

En viss påvirkning av vassdragene gjennom utslipp vil føre til økte næringssaltmengder, noe som i begrensede mengder kanskje bare vil vise seg å være gunstig ved at forholdene i vassdragene på den måten blir akseptable for en større artsvariasjon. En fare ligger imidlertid i at for kraftig påvirkning av forurensninger i vassdragene kan føre til at det forholdsvis fattige organismsamfunnet som i dag finnes i vassdragene og som er etablert til det nåværende miljø, vil slås ut til fordel for organismetyper som det vil være uheldig å få inn i vassdragene ut fra ulike hensyn til brukerinteressene. Sterk begroing av alger og heterotrofe organismer (bakterier og sopp) er oftest resultatet av for sterk belastning med forurensende tilførsler.

5. KONKLUSJON

For alle de undersøkte vassdragene i Dalaneområdet kan det sies at de er oligotrofe, dvs. næringsfattige med et lavt produksjonspotensial. Vassdragene er generelt lite forurenset. Bare lokalt i enkelte områder av vassdragene er det en sterkere forurensning å spore, noe som har gitt seg uttrykk i en eutrofierende utvikling i disse områdene (det vil si en økt anrikning av plantenæringsstoffer med en derav økt primærproduksjon).

Dette gjelder spesielt østre arm av Bilstadvatn (Mjåsund og Vasshusvika) i Hellelandvassdraget og vestre basseng av Svelavatn i Vikeså i Bjerkreimsvassdraget.

Lokalt ved tettstedene Bjerkreim i Bjerkreimvassdraget, Helleland i Hellelandvassdraget, Hauge i Dalane i Sokndalvassdraget og Eik i Moisa-Storånavassdraget er det i analyseresultatene en antydning til en påvirkning av vannmassene i forurensende retning selv om dette ikke kan spores i alle parametergruppene.

En kontrollert utbygging innen rimelige grenser i de aktuelle utbyggingsområdene vil neppe være til skade for vassdragene under forutsetning av at en lar alle utslipp til vassdragene få en høyverdig grad av rensing, dvs. biologisk-kjemisk rensing.

Hvis det viser seg nødvendig, kan en knytte et filtreringsanlegg (sandfilter) til renseanleggene og la avløpsvannet fra renseanlegget passere gjennom dette før det kommer ut i elven.

Det vil føre til en enda bedre rensing av avløpsvannet, en "etterpolering", før det når vassdraget, og det vil være en sikkerhetsforanstaltning i de tilfelle da renseanleggene av ulike årsaker er satt ut av drift.

Det bør pekes på at alle utslipp til vassdragene så langt som overhode mulig bør skje til områder med strømmende vann, der vannets selvrensende effekt er størst.

Det anbefales at det utarbeides et enkelt undersøkelsesprogram som en kontroll med den videre utviklingen i vassdragene, spesielt når eventuelle utbygginger er kommet i gang.

BRE/IBO

2.2.76