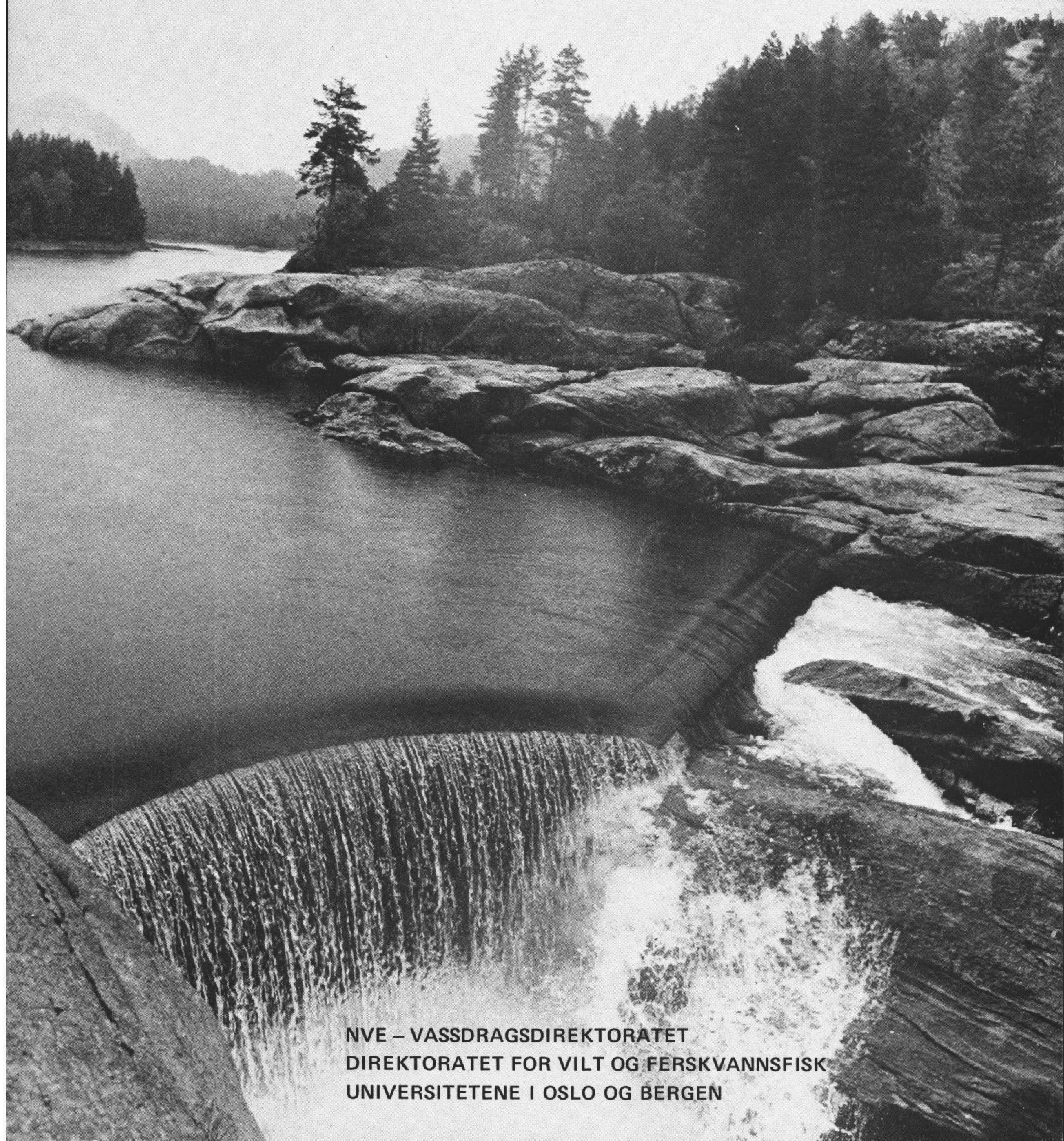


TERSKELPROSJEKTET 16

INFORMASJON NR.



NVE – VASSDRAGSDIREKTORATET
DIREKTORATET FOR VILT OG FERSKVANNSFISK
UNIVERSITETENE I OSLO OG BERGEN

Prosjektet, hvis fulle navn er "Undersøkelse av tersklernes innvirkning på biologiske forhold i regulerte vassdrag" ble startet i 1975. Terskelprosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen - Vassdragsdirektoratet, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk - DVF (Trondheim-Ås), Universitetet i Oslo og Universitetet i Bergen. Prosjektet finansieres med midler fra Konesjonsavgiftsfondet og ved egeninnsats fra de deltagende institusjoner.

Målsettingen for Terskelprosjektet er:

- å klarlegge økologiske endringer som finner sted i rennende vann ved reguleringer og terskelbygging.
- på grunnlag av de observasjoner som gjøres å komme med synspunkter på hvorledes fremtidige tiltak bør være for å styre utviklingen i de regulerte vassdrag i en ønsket retning.

Den ansvarlige ledelse er lagt til Vassdragsdirektoratet ved Natur- og landskapsavdelingen med cand. real Pål Mellquist som prosjektleder.

I tillegg til prosjektlederen har Terskelprosjektet et faglig styringsutvalg som består av for tiden 8 personer fra følgende institusjoner/avdelinger:

Forsøksleder Tor B. Gunnerød Ph.D., DVF, Reguleringsundersøkelsene.

Vitenskapelig konsulent, Fil.dr. Per Aass, DVF, Fiskeforskningen.

Overingeniør Øystein Aars, NVE-Vassdragsdirektoratet
Hydrologisk avdeling.

Fagsjef Knut Ove Hillestad
NVE-Vassdragsdirektoratet, Natur- og landskapsavdelingen.

Amanuensis Roald Larsen, Zoologisk museum, Universitet i Bergen.

Dr.philos Petter Larsson, Zoologisk museum, Universitet i Bergen.

Amanuensis Reidar Borgstrøm, NLH, Institutt for naturforvaltning.

Dr.philos. Albert Lillehammer, Zoologisk museum, Universitet i Oslo.

Forskningsresultatene vil bli presentert i "Informasjon fra Terskelprosjektet" og/eller i nasjonale og internasjonale fagtidsskrifter. Data fra Terskelprosjektets rapporter kan publiseres videre under forutsetning av at kildene oppgis. Det gjøres oppmerksom på at mange av rapportene i denne serien vil være delrapporter og tildels av foreløpig karakter.

Forespørsler om Terskelprosjektet kan rettes til:

Terskelprosjektet v/prosjektleder P. Mellquist
NVE-Vassdragsdirektoratet, Middelthunsgt. 29, OSLO 3
Tlf.: (02) 46 98 00

H. Spørstad

K.O. Hillestad

TERSKLENES INNVIRKNING PÅ BIOLOGISKE FORHOLD I
REGULERTE VASSDRAG - (TERSKELPROSJEKTET)

FYSISKE OG KJEMISKE PARAMETRE VED INN- OG UTLØPET
AV TERSKELBASSENGET VED EKSE, EKSINGEDALEN

PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS AT THE INLET AND OUTLET
OF THE WEIR BASIN AT EKSE, EKSINGEDALEN

Torleif Bækken, Arne Fjellheim, Roald Larsen
Zoologisk museum
Avdeling for zoologisk økologi
Universitetet i Bergen

NVE-VASSDRAGSDIREKTORATET

1981

INNHALDSFORTEGNELSE

Side

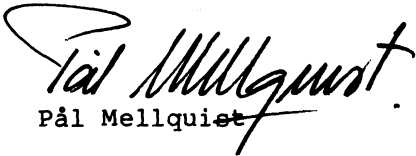
FORORD	5
INNLEDNING	6
LOKALITETSBESKRIVELSE	6
METODIKK	10
Vannføring og temperatur	10
Kjemiske parametre	10
RESULTATER	11
Vannføring	11
Vanntemperatur	12
Oksygen	12
pH (surhetsgrad)	14
Elektrolyttisk ledningsevne	14
Ionekonsentrasjoner	17
Før utbygging (1967-69)	17
Etter utbygging (1976-79)	18
Budsjett for ionetransport (1977 og 78)	21
DISKUSJON	21
SAMMENDRAG	27
SUMMARY	28
LITTERATUR	29
VEDLEGG	

FORORD

Ved enhver økologisk undersøkelse er det nødvendig med en rekke data som utgjør fundamentet for de analyser og vurderinger som følger siden. Vannets fysiske og kjemiske kvaliteter må nødvendigvis spille en vesentlig rolle for de organismer som lever hele - eller store deler av sitt liv i det våte element. Det er derfor av stor betydning å få brakt på det rene om det har skjedd vesentlige endringer i vannets egenskaper i Eksingedalselva etter reguleringen og i tilfelle på hvilke områder.

De undersøkelsene som ble utført i 1967-69 (før Terskelprosjektet startet) ble bekostet av Bergenshalvøens Kommunale Kraftselskap i forbindelse med utarbeidelse av konsesjonssøknaden for Evanger kraftverk. De nyere undersøkelsene er i sin helhet bekostet av Terskelprosjektet.

Rapporten er skrevet på Vassdragsdirektoratets tekstbehandlingsutstyr av Lisbeth Bakken og Inger Marie Ludvigsen.


Pål Mellquist

INNLEDNING

Når vanntilførselen til elver og innsjøer forandres vil ofte også vannets innhold av løste stoffer endres. En økning eller minking av f.eks. næringssalter kan i mange tilfeller føre til endringer i de biologiske systemer.

Målsettingen med denne delen av Terskelprosjektets undersøkelser er å undersøke om det kan påvises endringer i vannets kjemiske sammensetning etter regulering av Eksingedalselva og bygging av terskler. Videre om det er mulig å finne forklaringer på biologiske endringer i det fysisk/kjemiske miljø.

Eksingedalsvassdraget ble i tidsrommet 1967-69 undersøkt med henblikk på konsesjonsbehandlingen av Evanger kraftverk. (Larsen og Løkensgaard, 1967-71). Denne undersøkelsen omfattet måling av vanntemperatur, oksygeninnhold, pH, ledningsevne, kalsium, klor, nitrat og fosfat. Selv om undersøkelsesopplegget dengang hadde en helt annen målsetting og andre kvalitetskrav enn de undersøkelser som nå er foretatt, var resultatene til god hjelp ved sammenligninger med de data som ble samlet inn etter at reguleringsinngrepene var foretatt.

LOKALITETSBESKRIVELSE

Det undersøkte området ligger ved Ekse, i den øvre delen av Eksingedalen (fig. 1). Området ligger i den subalpine regionen, ca. 560 m o.h. Landvegetasjonen består av vier (Salix spp.), bjørk (Betula pubescens Ehrh.) og en del lyng og urter (for detaljer se Fredriksen 1980).

Det undersøkte terskelbassenget er 375 m langt og har et areal på ca $10\,600\text{ m}^2$ (fig 2). Ved liten vannføring (ca. $0,2\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$) er den nedre delen av bassenget 1.5 m dyp og den øvre 0.4 m dyp. Prøvetakingen i 1967-69 ble foretatt i øvre ende av der terskelbassenget nå ligger. Det er få høyere plantearter i elva og bare enkelte mosebevokste steder. Algefloraen har et stort innslag av kiselalger (diatomeer), men også periodevis andre algetyper.

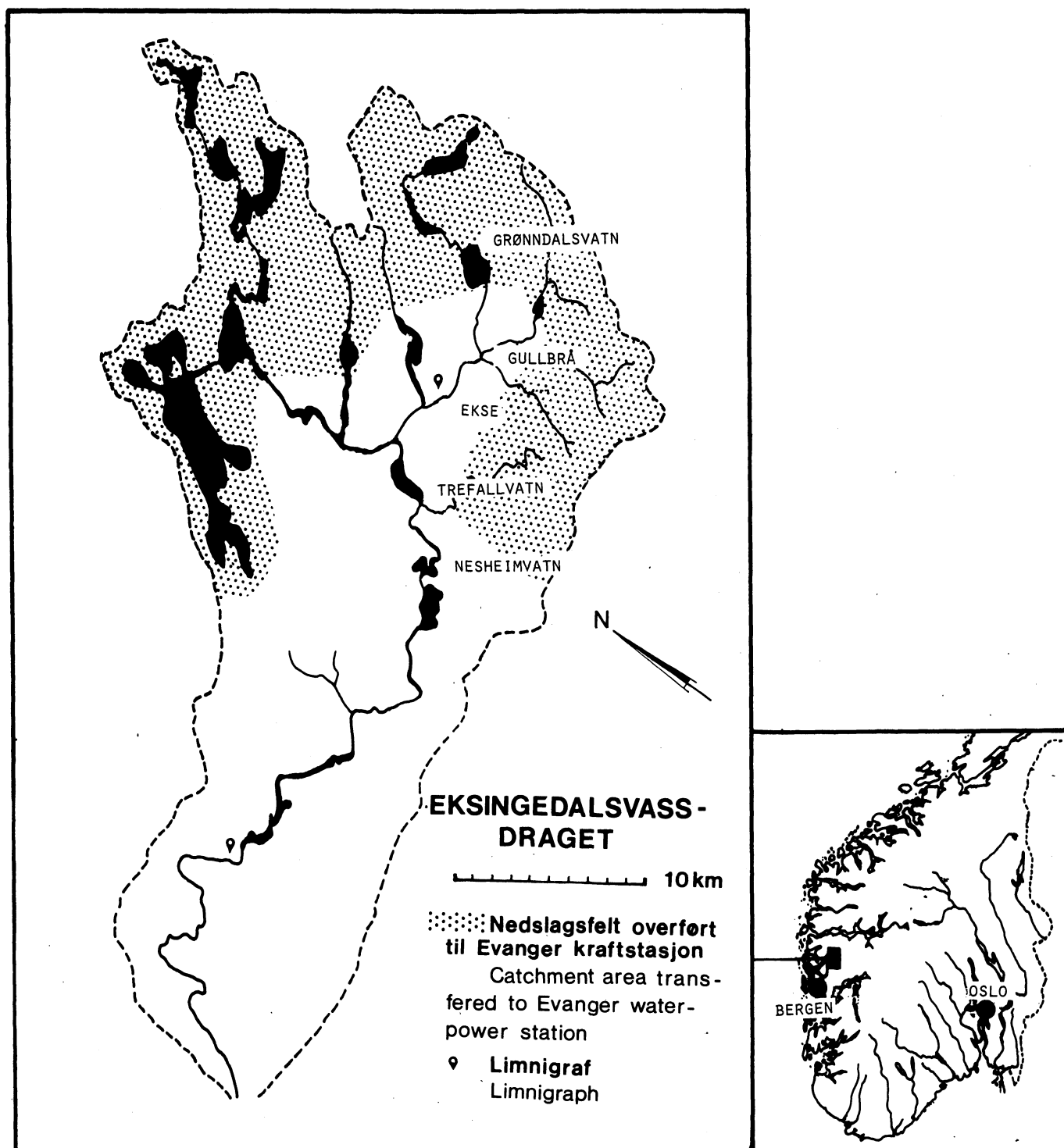


Fig. 1 Oversiktskart. Eksingedalen.

Location Map. Eksingedalen.

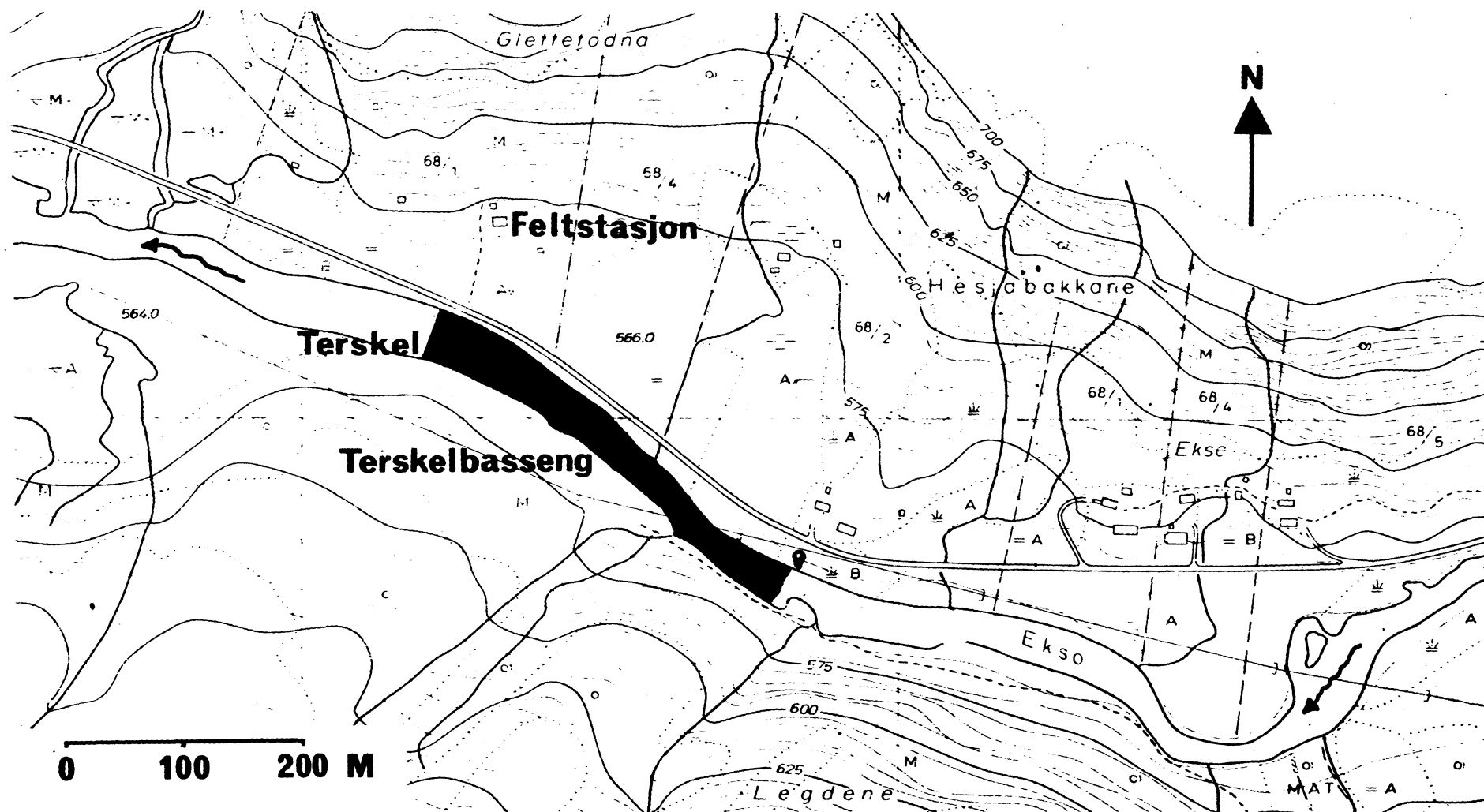
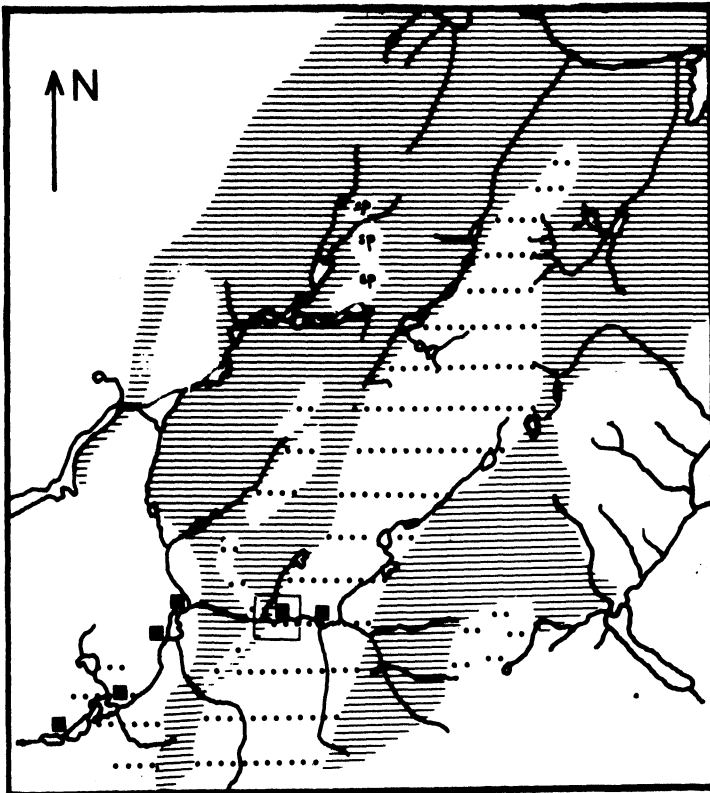


Fig. 2 Kart over undersøkelsesområdet ved Ekse. Terskelbassenget er skravert.

Map of the investigated area at Ekse. Shaded area: weir basin.



 fyllitt

 kvartsitt og granulitt

 serpentin

Fig. 3

Berggrunnen i nedslagsfeltet til de øvre deler av Eksingedalsvassdraget. (Rekstad 1909). Det undersøkte området er innringet.

Bedrocks of the catchment area of the upper parts of the river. (Rekstad 1909). The study area is marked with a square.

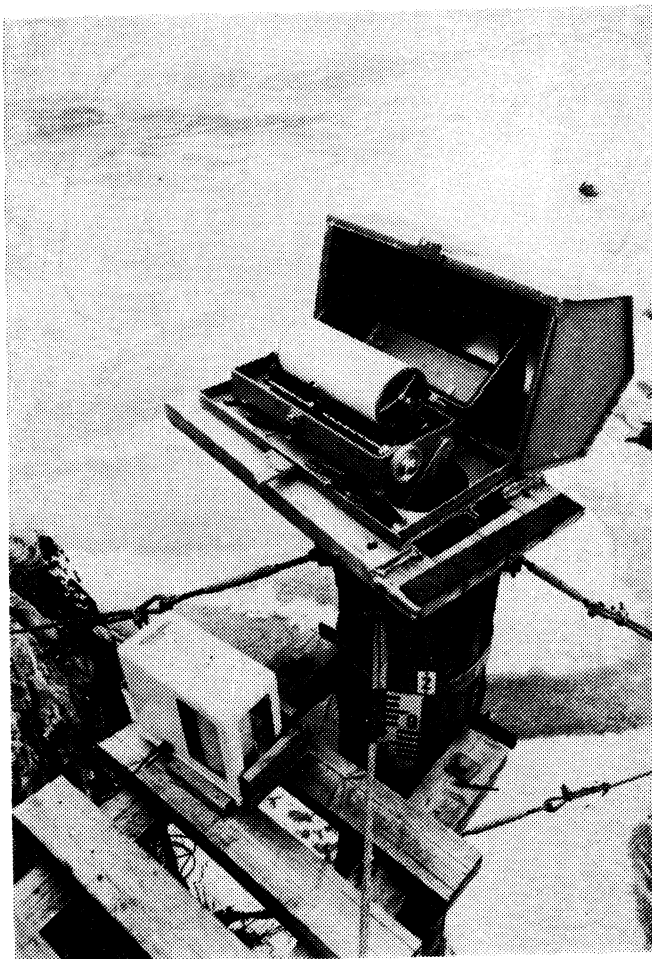


Fig. 4

Termograf og limnigraf ved Ekse.

Thermograph and water level recorder (Limnigraph) at Ekse.

Berggrunnen i nedslagsfeltet består av kvartsitt, granulitt og fyl-litt (Rekstad 1909) (fig. 3). For nærmere beskrivelse av lokaliteten henvises til Informasjon nr. 1 fra Terskelprosjektet (Mellquist 1976).

METODIKK

Vannføring og temperatur

Vannstanden ble målt kontinuerlig med en limnigraf i øvre ende av terskelbassenget og omregnet til vannføring av Hydrologisk avdeling i Vassdragsdirektoratet. Vannhastighetene er målt med en strømmåler (Ott-Kleinflügel) og temperaturen er registrert kontinuerlig med en termograf (fig. 4) til ut 1977. Fra begynnelsen av 1978 gikk man over til enkeltobservasjoner av temperaturen.

Kjemiske parametre

Før utbygging (1967-69)

Prøvene ble tatt fra april til desember i årene 1967-69. I april ble det tatt prøver to ganger, fra mai til august tre ganger hver måned og fra september til desember én gang pr. måned. Prøver for oksygenmåling ble tatt i egne flasker og oksygenmengden målt ved Winklertitrering umiddelbart etter prøvetaking (Golterman 1971). pH og ledningsevne ble målt med Radiometer PHM 24 og Seibold LTA. Ved måling av de enkelte ionekonsentrasjonene ble følgende metoder benyttet: EDTA-titrering (Ca^{2+}), potensiometri (Cl^-), Kjeldal (NO_3^- -N) og colometri (PO_4^{3-} -P) (American Public Health Association 1965). Det ble kjørt parallelle prøver og blindtester.

Etter utbygging (1976-79)

I vannprøver tatt ca. hver 14. dag ble det målt oksygeninnhold, pH, ledningsevne og konsentrasjon av enkelte ioner. Prøver til oksygenmåling ble tatt i egne flasker og oksygenmengden bestemt av Winklertitrering umiddelbart etter prøvetaking (Golterman 1971). pH og ledningsevne ble målt med Radiometer PHM 29b og YSI modell 57. Ledningsevnen er oppgitt ved temperatur 20°C (K_{20}). Til måling av de forskjellige ionekonsentrasjoner ble det brukt følgende metoder. Perkin-Elmer atomabsorbsjonsspektrofotometer (Ca^{2+} , Mg^{2+}), Thorin metoden (SO_4^{2-}), colormetri (Cl^- , NO_3^- , NH_4^+ -N og orthofosfat). Måling av oksygen, pH og ledningsevne ble utført av prosjektets egne folk i felt, og øvrige kjemiske parametre ble målt ved Bergen Ingeniørhøgskole. Alle målinger er i samsvar med metoder som brukes ved NIVA (Norsk Institutt for Vann- forskning).

RESULTATER

Vannføring

Middelvannføringen for hele perioden oktober 1975 til august 1978 var ca. $2 \text{ m}^3/\text{s}$. For 1976, 77 og 78 var den henholdsvis 3.04, 1.26 og $1.05 \text{ m}^3/\text{s}$ (fig. 5). Sommeren 1976 var det stor vannføring med et maksimum på $31.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Om vinteren hadde elva liten vannføring og få flommer. I 1977 kom vårflommen de første dagene i mai. Sommervannføringen var betydelig redusert i forhold til i 1976. Om høsten var det igjen perioder med større vannføring etterfulgt av en roligere vinterperiode. Vannføringen i 1978 hadde et liknende forløp som i 1977.

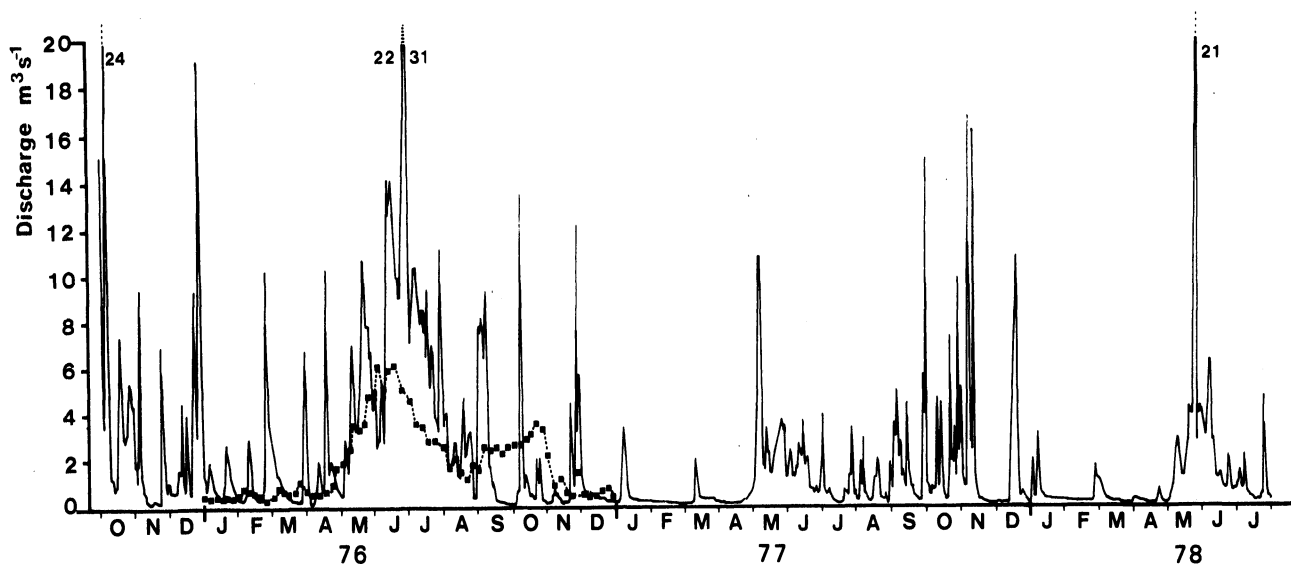


Fig. 5 Daglig middelvannføring (m^3/s) ved Ekse fra oktober 1975 til juli 1978. Stiplet linje viser vannføringen i 1967 i pentader (5-dagers midler). Verdiene fra 1967 skal multipliseres med 10 i forhold til skalaen.

Water discharge at Ekse from Oct. 75 to July 78 (daily means) and at a station 8 km below Ekse during 1967 (5 days means as black squares). The actual values during 1967 are ten times those shown on the graph.

Vanntemperatur

Vanntemperaturen fra august 1967 til august 1968 er vist i fig. 6. Den var 0°C fra desember til begynnelsen av mai. Høyest temperatur ble målt i juli 1968 med 10°C . I 1975, 76 og 77 frøs elva til i november, i 1978 noe senere. Fra isleggingen av holdt vannet 0°C frem til isløsningen først i mai. Temperaturen hadde et mindre maksimum først på sommeren og en større topp noe senere. Absolutte maksimumstemperaturer var 17°C i 1976 (11/8) og 24°C i 1977 (6/7 og 9-11/7). Generelt lå vanntemperaturen lavere i 1976 enn i det etterfølgende år.

Oksygen

De oksygenmålingene som ble tatt før utbyggingen (1967-69) viste alle overmetning av oksygen. Etter utbyggingen (1976) var vannet svakt undermettet med oksygen, bortsett fra enkelte perioder sommer og høst (fig. 7). Oksygen konsentrasjonen er omvendt avhengig av temperaturen og viser derfor et årlig variasjonsmønster som på fig. 7. De største konsentrasjonsforskjellene mellom inn- og utløp ble registrert om høsten og vinteren, oftest med de laveste verdiene ved utløpet.

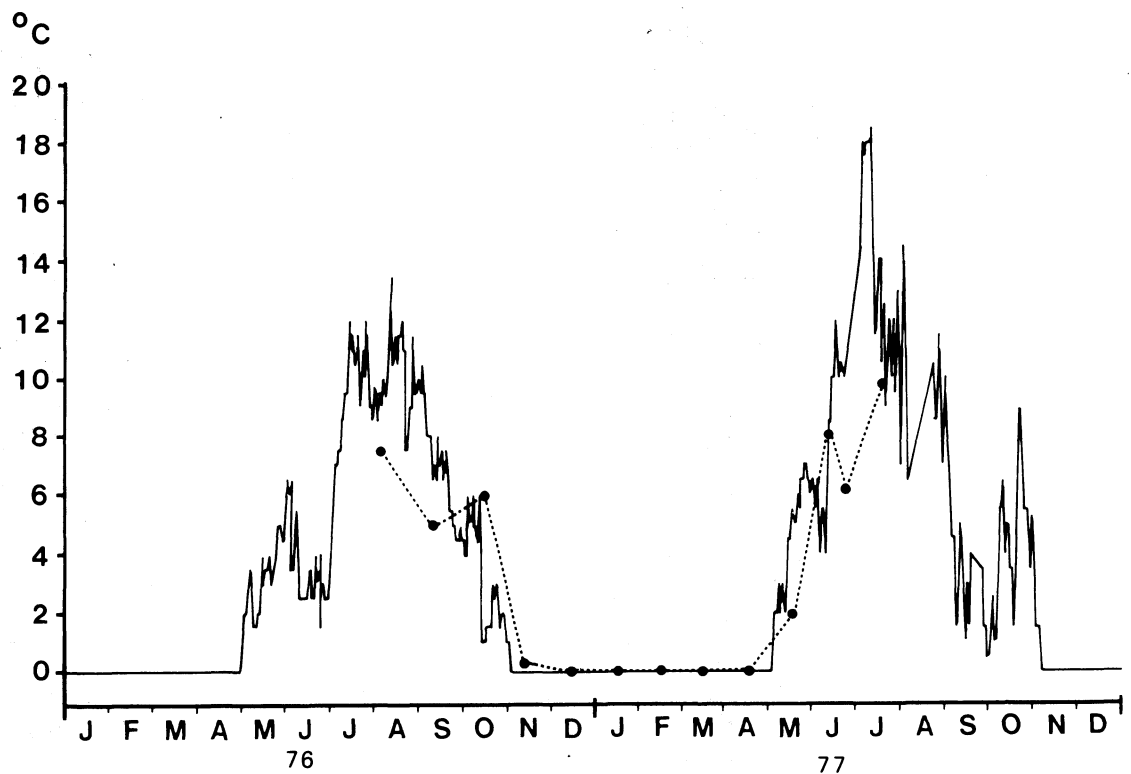


Fig. 6 Vanntemperaturen på Ekse august '67 til august '68 (stiplet linje) og januar '76 til januar '78 (heltrukken linje).

Water temperature at Ekse August '67 to August '68 (dotted line) and January '76 to January '78 (continuous line).

pH (surhetsgrad)

Vannet i Eksingedalselva er svakt surt. pH-verdiene før utbyggingen (1967- 69) varierte fra 5.7 til 6.8 (fig. 8). De høyeste verdiene ble registrert om høsten. Det kan synes som om det var en svak tendens til surere vann fra 1967-69, men om dette er uttrykk for en reell situasjon er det vanskelig å si noe sikkert om på bakgrunn av relativt få prøver. I perioden november 1975 - januar 1977 varierte pH mellom 5.8 og 6.8 (fig. 9). De høyeste verdiene ble målt i september-oktober, de laveste i juni august. pH-verdiene ved utløpet av terskelbassenget var nesten alltid mindre eller lik verdiene ved innløpet, men forskjellene var små.

Elektrolyttisk ledningsevne

I 1967-69 varierte vannets ledningsevne fra 7 til 48 $\mu\text{S}/\text{cm}$ med topper omkring august alle årene (fig. 10). I perioden oktober 1975 - januar 1977 lå ledningsevnen mellom 10 og 49 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (fig. 11). Etter utbygging var det en sesongmessig variasjon med høyest ledningsevne om vinteren og lavest om sommeren. Med unntak for juli 1976, var det bare mindre forskjeller mellom verdiene fra inn- og utløp.

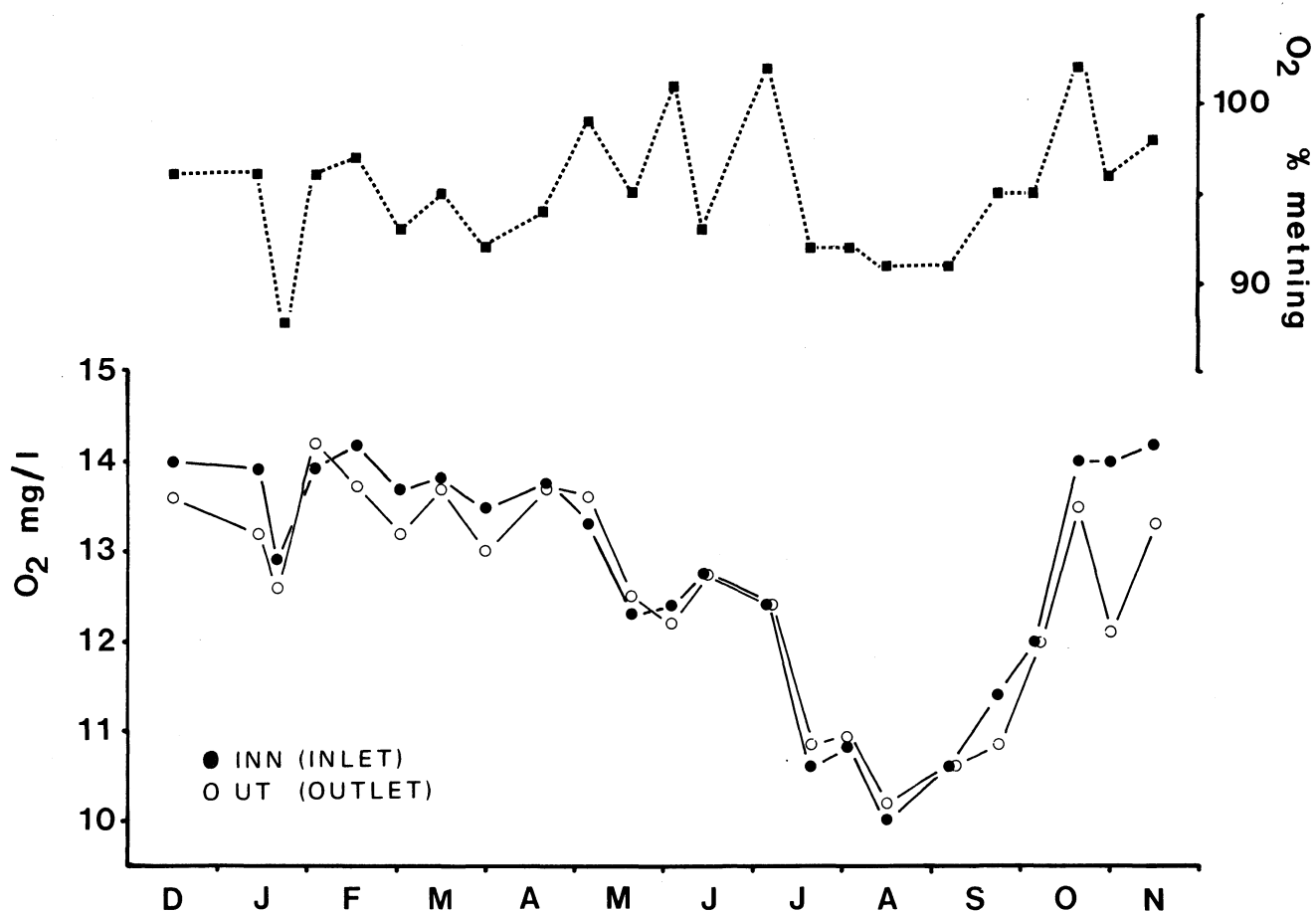


Fig. 7 Oksygenkonsentrasjoner ved inn- og utløp av terskelbas-senget på Ekse i 1976.

Oxygen concentrations at the weir basin at Ekse 1976.

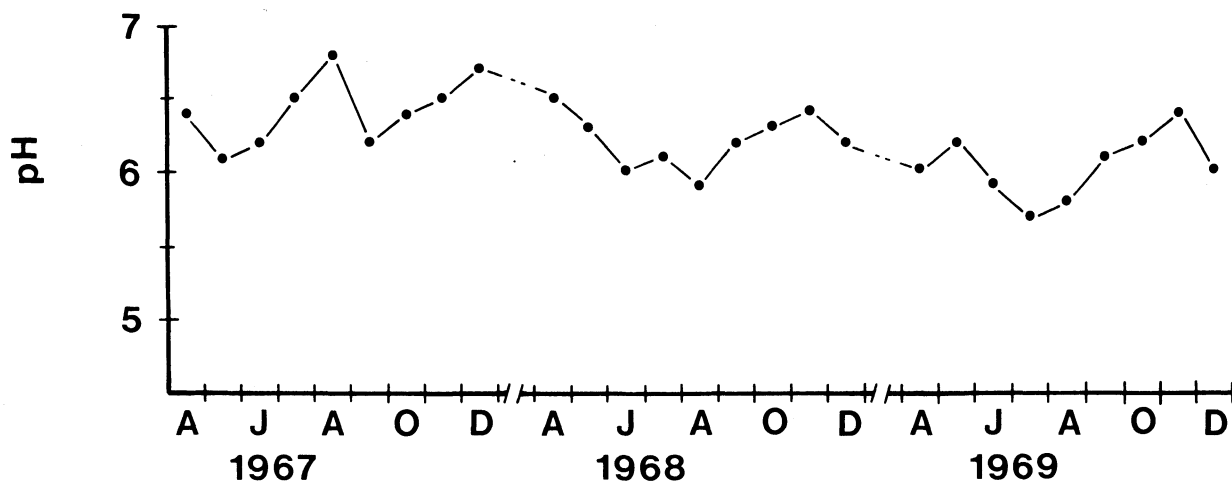


Fig. 8 pH ved Ekse fra april 1967 til og med desember 1969 med unntak av månedene januar, februar og mars.

pH at Ekse from April 1967 to December 1969 excluding January, February and March.

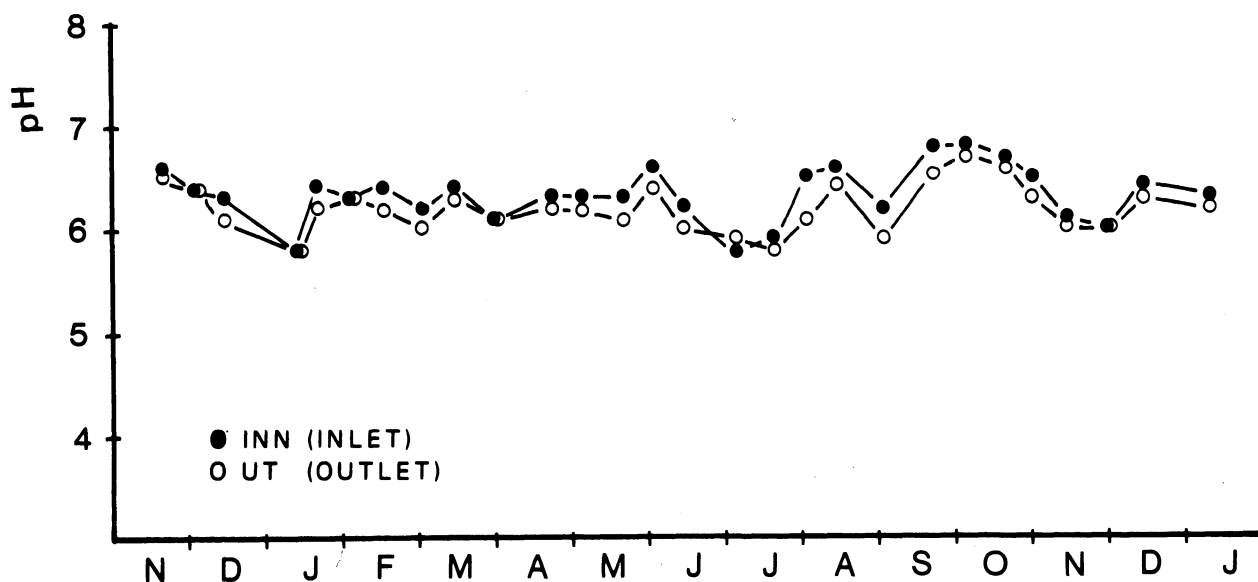


Fig. 9 pH ved inn- og utløpet av terskelbassenget ved Ekse fra november 1975 til januar 1977.

pH at the inlet and outlet of the weir basin at Ekse from November 1975 to January 1977.

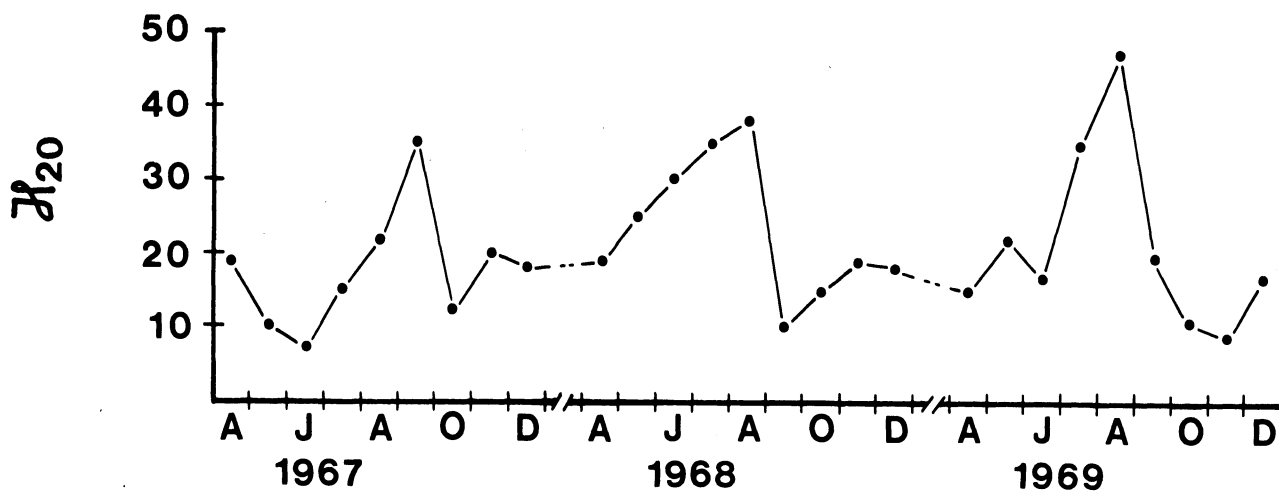


Fig. 10 Ledningsevne (K₂₀) ved Ekse fra april 1967 til og med desember 1969, unntatt månedene januar, februar og mars.

Conductivity (K₂₀) at Ekse from April 1967 to December 1969 except January, February and March.

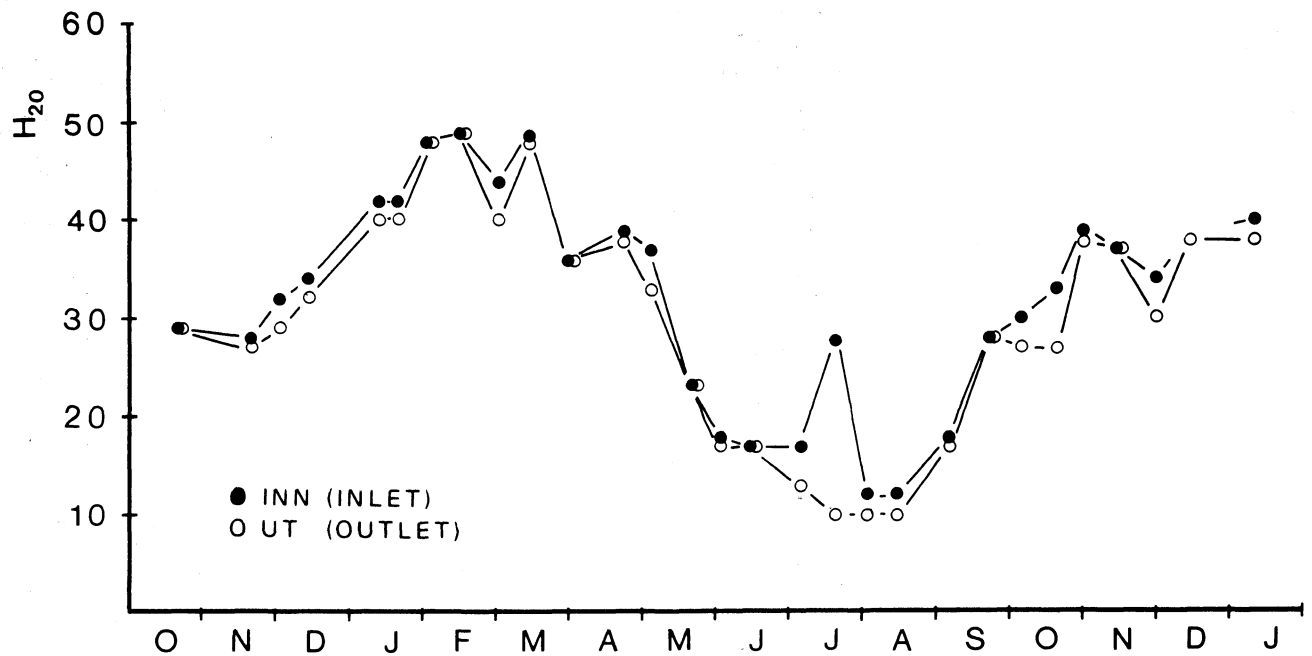


Fig. 11 Ledningsevne (K_{20}) ved inn- og utløpet av terskelbassenget ved Ekse fra oktboer 1975 til januar 1977.

Conductivity (K_{20}) at the inlet and outlet of the weir basin at Ekse from October 1975 to January 1977.

Ionekonsentrasjoner (Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- -N, NH_4^+ -N, PO_4^{3-} -P)

Før utbygging (1967-69)

Ca^{2+} konsentrasjonene i 1967, 68 og 69 varierte fra 0,9 til 4,2 mg/l (fig. 12). Verdiene i 1967 var vesentlig lavere enn i 1968 og 69. Cl^- konsentrasjonene varierte fra 0,7 til 6,4 mg/l med relativt lave verdier i 1967 og høye i 1968. (fig. 12). NO_3^- -N konsentrasjonene lå mellom 25 og 170 $\mu\text{g/l}$ (fig. 12). Det var lavere verdier i 1967 enn i 68 og 69. PO_4^{3-} -P konsentrasjonene lå alltid under 2 $\mu\text{g/l}$.

Etter utbygging (1976-79)

Konsentrasjonen av Ca^{2+} varierte fra 0.4 til 5.6 mg/l (fig. 12). Med få unntak var det i alle år relativt høye konsentrasjoner om høsten og vinteren og relativt lave om sommeren. Forandringer i konsentrasjonene var størst i mai og september. Mg^{2+} og SO_4^{2-} -konsentrasjonene viste et liknende mønster som for Ca^{2+} (fig. 12). Mg^{2+} -verdiene varierte fra 0.1 til 1.1 mg/l. Cl^- avvek fra de andre ionene ved å ha mye større konsentrasjoner vinteren 1975/76 enn i de to etterfølgende vintrene (fig. 12). Verdiene varierte fra 10 til 275 $\mu\text{g/l}$. NH_4^+ -N konsentrasjonene lå stort sett under 10 $\mu\text{g l}^{-1}$, men de var i enkelte perioder større, særlig om høsten (fig. 12). Maksimumsverdien var 45 $\mu\text{g/l}$. PO_4^{3-} -P konsentrasjonene var svært lave (fig. 12). Bortsett fra enkelte perioder høst og vår, lå verdiene under 2 $\mu\text{g/l}$. Størst verdi ble målt til 36.5 $\mu\text{g/l}$.

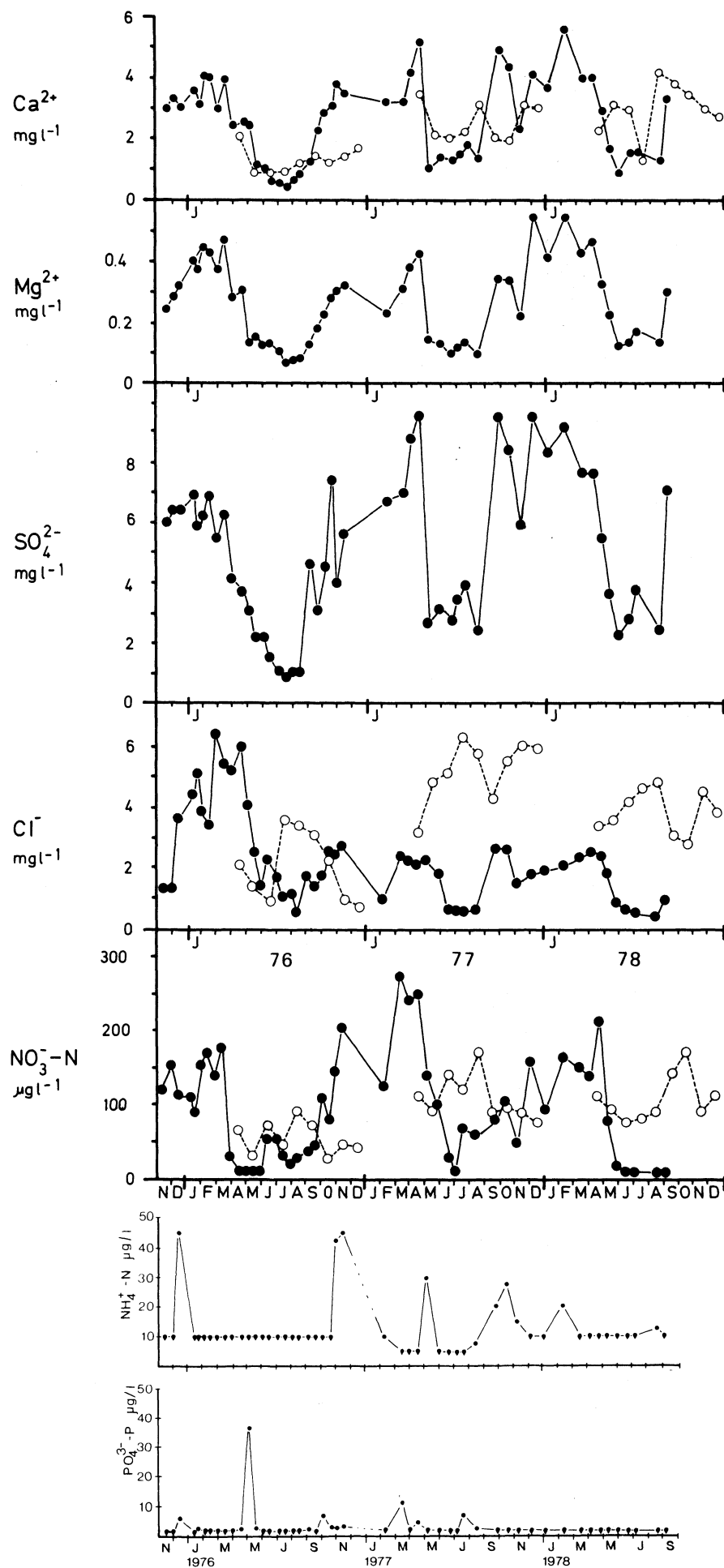


Fig. 12 Konsentrasjonen av en rekke ioner ved Ekse.

Concentration of some ions at Ekse.

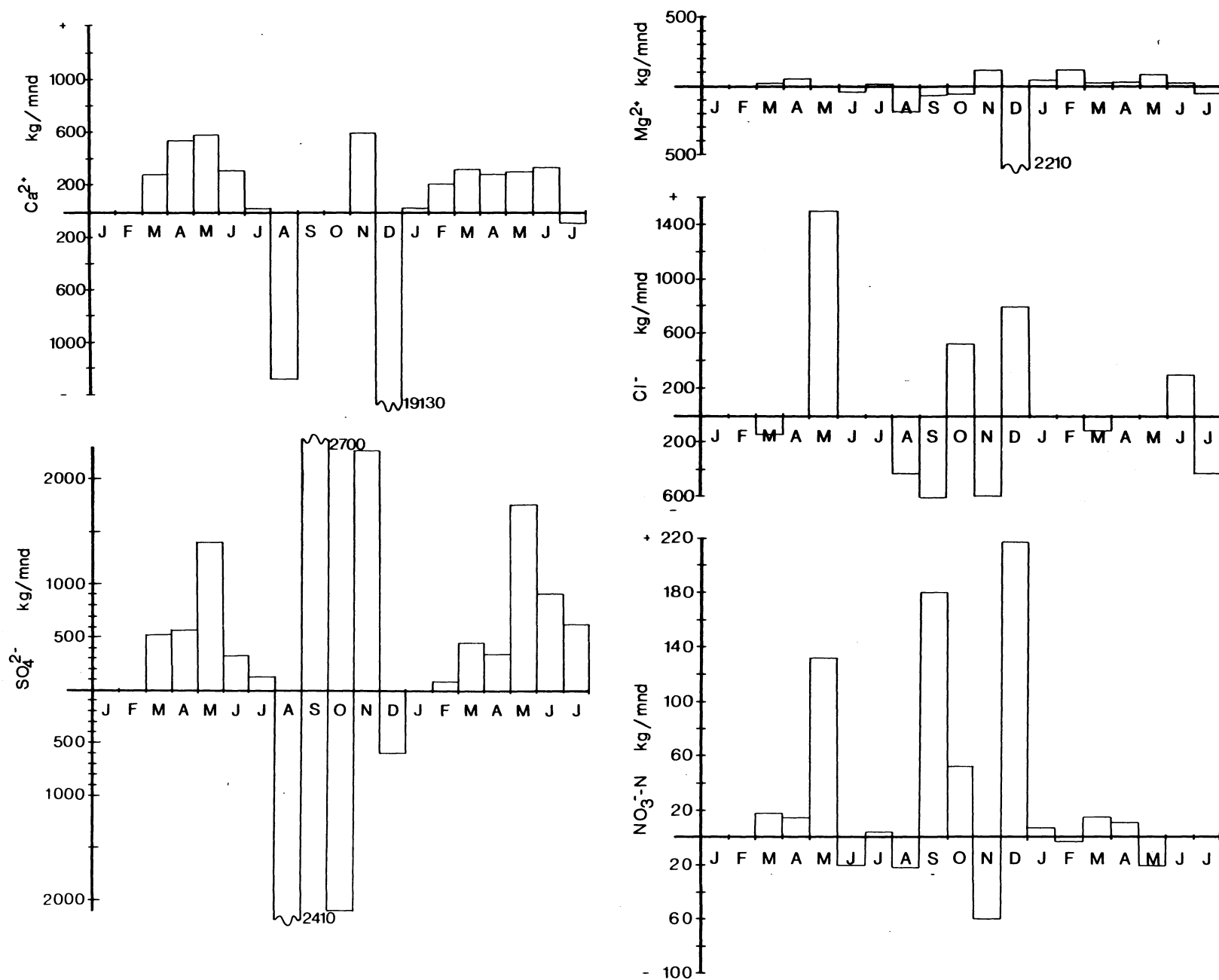


Fig. 13 Netto inn- og utførsel av ioner til terskelbassenget. Januar 1977 - juli 1978.

Net in- and output of ions to the weir basin. January 1977 - July 1978.

Budsjett for ionetransport 1977 og -78

Ionetransporten gjennom terskelbassenget ved Ekse var størst om høsten med en SO_4^{2-} -transport mellom 30 og 60 tonn/mnd. Om våren var det en mindre topp med en SO_4^{2-} -transport mellom 11 og 23 tonn/mnd. For de andre ionene var verdiene lavere (Tabell 1 og 2).

Netttilførselen av Ca^{2+} til terskelbassenget lå mellom 0 og 590 kg/mnd med de største verdiene om våren (fig. 13). I august og desember 1977 var det svært stor nettutførsel. For Mg^{2+} lå netttilførselen mellom 0 og 130 kg/mnd (fig. 13). I desember 1977 var det en ekstrem nettutførsel. Av SO_4^{2-} var det netttilførsel til bassenget fra mars til august med opptil 1760 kg/mnd (fig. 13). Om høsten vekslet det mellom stor netttilførsel og nettutførsel. Netttilførselen av Cl^- varierte fra 0 til 1510 kg/mnd (fig. 13). For NO_3^- -N varierte netttilførselen fra 0 til 217 kg/mnd, stort sett konsentrert til vår og høst (fig. 13). Den største nettutførselen ble registrert i november 1977 med 59 kg/mnd.

DISKUSJON

Redusert vannføring i et regulert vassdrag medfører mindre utvasking av både organiske og uorganiske materialer fra elva. Betydningen av denne endringen er avhengig av det overførte nedslagsfeltets beskaffenhet, størrelse og beliggenhet i forhold til restfeltet. Hvorvidt det er innsjøer eller mindre vann i nedslagsfeltet mellom overføringspunktet og målepunktet (i dette tilfellet terskelbassenget), er også av betydning for vannets fysisk-kjemiske sammensetning. Generelt kan man si at jo lengre et målepunkt ligger fra overføringspunktet, jo mindre blir effekten av inngrepet.

Den store sommervannføringen i 1976 skyldtes utslipp fra reguleringsmagasinet p.g.a. reparasjonsarbeider. Vannføringsmønsteret var derfor som for en uregulert vestlandselv (Larsen 1968, Steine 1974, Skulberg et al. 1977).

Nedbøren om vinteren akkumuleres som snø. Overføringen av de deler av nedslagsfeltet som inneholder innsjøene og større myrområder fører til at vintervannføringen blir liten. Grunnvannstilsiget utgjør på denne tiden største delen av restvannføringen gjennom terskelbassenget. Redusert vannføring vil gjerne føre til en raskere oppvarming av vannmassene i et terskelbasseng om sommeren. På den annen side spiller også her grunnvannstilsiget inn slik at det kan bli lokale forskjeller. Om endringen blir tilstrekkelig stor, vil dette få konsekvenser for forholdene i økosystemet. Nedbrytningshastigheten for organisk materiale øker med økende temperatur og likeledes veksthastigheten for bunndyr og fisk. En moderat temperaturøking i ellevannet kan derfor betraktes som en fordel for dyre- og plantelivet og kan gi en netto øking i produksjonen. Hvorvidt reguleringen i dette tilfellet har gitt en slik effekt er det imidlertid umulig å si noe sikkert om på grunnlag av disse tross alt kortvarige observasjonsseriene. Det ligger også en betydelig grad av usikkerhet i å sammenligne de sparsomme data vi har fra før reguleringen med de vi har fra tiden etter. Observasjonrekker på flere 10-år må til om man med rimelig grad av sikkerhet skal kunne skille mellom eventuelle effekter av reguleringene og overordnede klimatiske variasjoner.

Oksygeninnholdet i vann er temperaturavhengig. Kaldt vann kan holde mer oksygen i løsning enn varmt. Etter reguleringen viser målingene at metningsverdiene ofte ligger noe under 100 %, dvs. vannet inneholder altså ikke så mye oksygen som det teoretisk kan ved de korresponderende temperaturer. Dette var noe uventet da ellevann som ikke er utsatt for spesielle utslipp el.l. vanligvis er mettet pga. turbulens.

Grunnene til dette forhold kan være flere. Blant annet er grunnvann ofte noe undermettet på oksygen og man skulle da vente at utslaget ble størst om vinteren hvor grunnvannstilslaget gjør seg relativt mer gjeldende for vannkvaliteten enn tidligere. Dette er det også indikasjoner på i observasjonsmaterialet og en korrellering med ledningsevnen i januar/februar 1976 synes å styrke denne teorien. I tillegg vil nedbryting av organisk materiale forbruke endel oksygen og dette sammen med minimal primærproduksjon i senhøst/vintermånedene kan ha vært medvirkende. Dette siste forhold er trolig også forklaringen på at oksygenkonsentrasjonen ved utløpet er vesentlig lavere enn i innløpet i denne perioden. Observasjon av akkumulert og delvis forråtnet løv i en lokal fordypning i terskelbassenget støtter denne forklaring. En mere inngående diskusjon av oksygenforholdene er det imidlertid ikke grunnlag for med den prøvetakingsfrekvens som ble benyttet.

pH-verdiene er høyere enn vanlig for vestlandselver og det er ikke observert vesentlige forskjeller før og etter reguleringen av vassdraget. pH i nedbøren i perioden juli 1972 til juni 1975 har i gjennomsnitt vært fra 4.5 til 5.0 i dette området (Dovland et al. 1976). Jordsmonnet i Eksingedalen synes derfor å ha god bufferevne. Dette har klare konsekvenser for organismene i elva.

Det er vist at lav pH senker nedbrytningshastigheten av organisk materiale (Hendrey et al. 1976, Traaen 1977). Forsøk og observasjoner gjort av Raddum (1979) antyder at den viktige døgnfluearten Baetis rhodani forsvinner ved surere vann. Dette synes ikke å være tilfellet i Eksingedalen hvor denne arten dominerer døgnfluefaunaen (Bækken et al. 1981). Effektene av lav pH er ellers vist i en lang rekke undersøkelser (se Brække 1976, og Seip & Tollan 1978).

Ca^{2+} konsentrasjonene i 1967-69 viste mindre variasjon enn i 1975-79 og det var vanskelig å finne noe mønster. Cl^{-} konsentrasjonene var gjennomgående høyere før enn etter utbyggingen. En sannsynlig forklaring på dette kan være endringer i forholdet mellom overflatetilslaget og grunnvannstilslaget.

Det selvsagt også mulig at den bebyggelse og det husdyrhold som tross alt finnes ved Gullbrå kan bidra med noe forurensninger. Det ligger imidlertid utenfor denne undersøkelsen å gå dypere inn på dette spørsmål.

NO_3 -N konsentrasjonene før utbyggingen viste gjennomgående mindre variasjoner enn etter.

Et fellestrekk for disse ionekonsentrasjonene er forøvrig mangel på mønster i variasjonene og at det i 1967 var lavere verdier enn i 68 og 69. Forskjelli vannføring spiller trolig inn her. Det må imidlertid også tas et visst forbehold pga. den spredte prøvetaking i 1967-69. Ionekonsentrasjonene i Eksingedalelva er, som i andre vestlandselver, svært lave. Basis for ionetilgangen er geologien i nedslagsfeltet (Hynes 1975). Men det er også klart at nedbøren kan bidra med vesentlige tilskudd av enkelte ioner. Vel kjent er at store mengder svovel kommer med nedbøren. Også Cl^- og NO_3^- kan finnes i betydelige konsentrasjoner (Johnson et al. 1969, Martin 1979). NH_4^+ finnes ofte i større konsentrasjoner i nedbøren enn i ellevannet fordi det meget raskt omdannes til NO_3^- . Fordi temperatur, vannføring og produksjon av planter og dyr er vesentlig forskjellig sommer og vinter, er vannføringens innvirkning på ionekonsentrasjonen undersøkt separat for disse periodene. Ledningsevnen og SO_4^{2-} -konsentrasjonen viste ingen signifikant korrelasjon med vannføringen verken sommer eller vinter (fig. 14). Konsentrasjonene av Ca^{2+} minket med økende vannføring ($p < 0.01$) (fig. 14), mens Cl^- -konsentrasjonen økte med økende vannføring både sommer og vinter ($p < 0.01$, $p < 0.001$) (fig. 14). For NO_3^- og Mg^{2+} var det ingen signifikant korrelasjon mellom konsentrasjon og vannføring om sommeren. Om vinteren var det derimot en uttynning ved økende vannføring ($p < 0.05$) (fig. 14).

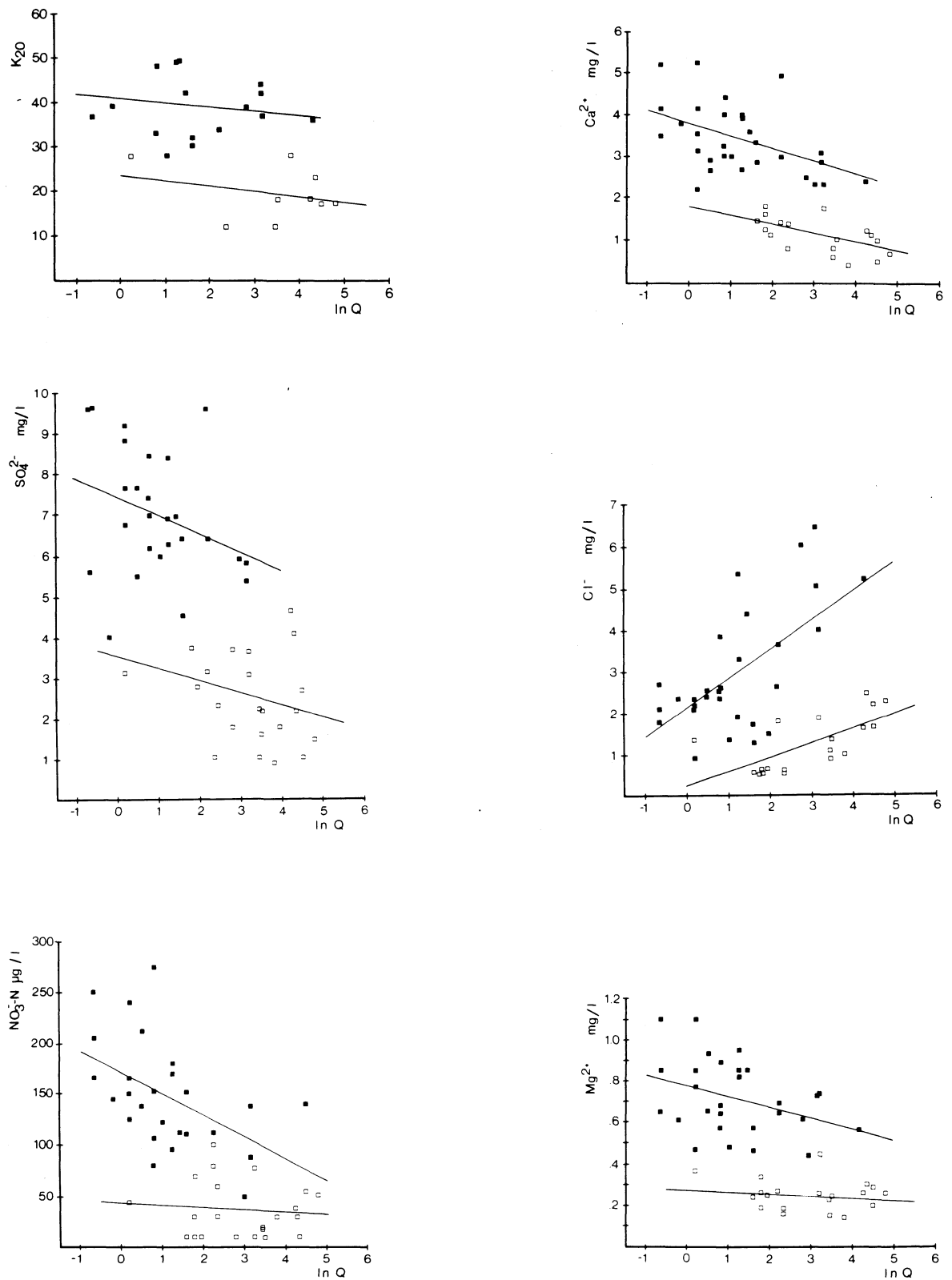


Fig. 14 Korrelasjon mellom enkelte ionekonsentrasjoner og vannføringen om vinteren (■) og sommeren (□).

Correlation between some ioneconcentrations and water discharge in winter (■) and summer (□).

Alt etter hvor nedbøren kommer fra kan den inneholde ulike mengder av de forskjellige stoffene. Nedbør fra tette industriområder vil inneholde mer svovel enn nedbør fra lite industrialiserte området (Dovland et al. 1976). Dette kan være forklaringen på at SO_4^{2-} -ionene er uavhengige av vannføringen.

Det alt vesentlige av nedbøren på vestlandet kommer fra vest, over havet, og inneholder derfor betydelige mengder kloridioner. Sannsynligvis kommer det meste av Cl^- -ionene denne veien og er nok noe av forklaringen på at Cl^- -konsentrasjonen øker med økende vannføring (fig. 14).

Totalt sett er imidlertid ionekonsentrasjonene høye om vinteren og lave om sommeren. Dette må forventes å ha årsak i uttynning ved høy vannføring, men også i biologisk binding. Nesten all primær- og sekundærproduksjon, på land og i vann, foregår i sommerhalvåret. Hvor mye dette påvirker den kjemiske sammensetningen i vassdraget er avhengig av mengdeforholdet mellom tilgjengelige salter og planter og dyr. Særlig blir nitrogen, fosfor og kalium raskt omsatt og "holdt fast" i det biologiske kretsløp (Johnson et al. 1969, Anderson 1978, Whittaker et al. 1979). For de øvrige ionene er situasjonen mer uklar og konsentrasjonsforskjellene mellom sommer og vinter er nok i større grad forårsaket av ikke-biologiske forhold slik som grunnvannstilsigets betydning.

Vannkvaliteten, og særlig mengden av PO_4^{3-} og NO_3^- , har vist seg å være svært viktig for nedbrytningen av organisk materiale. Det påvirker veksten av mikroorganismene og har derved stor betydning for næringskvaliteten og veksten til bunnfaunaen og til syvende og sist også for veksten til fisken i elva (Hynes & Kaushik 1969, Ward & Cummins 1979).

Nettotilførselen og nettoutførselen av salter til terskelbassenget er ujevn. For Ca^{2+} og SO_4^{2-} er det likevel et mønster som viser en akkumulering i bassenget i perioden mars til juli. Totalt viser nettoverdiene et komplisert mønster som antyder sammensatte årsaksforhold.

SAMMENDRAG

1. De fysisk/kjemiske forholdene i elva ved Ekse i Eksingedalen før kraftutbyggingen (1967, 68 og 69) og ved innløpet og utløpet av terskelbassenget ved Ekse etter utbyggingen er undersøkt.
2. Middelvanføringen i 1976, 77 og 78 var henholdsvis 3,04, 1,25 og 1,05 m³/s. Det var stor sommervannføring og liten vintervannføring.
3. Elva var islagt fra omkring november til mai. Før utbyggingen (1967 og 68) nådde vanntemperaturen ca 10°C om sommeren. Etter utbyggingen (i 1977) ble det registrert vanntemperaturer på hele 24°C. Temperaturen var lavere i 1976 enn i 77.
4. Før utbyggingen var vannet alltid overmettet med oksygen, mens det etter utbyggingen som oftest var svakt undermettet.
5. Vannet er svakt surt (5.7 pH - 6.8). Det ble ikke funnet noen endring i pH-nivå etter reguleringen.
6. Heller ikke i vannets elektrolyttiske ledningsevne er det funnet noen vesentlig endring. Før utbyggingen varierte verdiene (K_{20}) fra 7 til 48 μ S/cm med høyeste verdier om høsten og etter utbyggingen fra 10 til 49 μ S/cm med de høyeste verdiene om vinteren.
7. Før utbyggingen ble det målt konsentrasjoner av Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- -N og PO_4^{3-} -P. Det var ikke noe klart mønster i variasjonene. Ca^{2+} varierte mellom 0,9 og 4,2 mg/l. Cl^- varierte mellom 0,7 og 6,4 mg/l og NO_3^- -N varierte mellom 30 og 170 μ g/l. PO_4^{3-} -P konsentrasjonene var alltid mindre enn 2 μ g/l. Etter utbyggingen (1976, 77 og 78) var konsentrasjonen av de enkelte ionene størst om vinteren og lavest om sommeren. Ca^{2+} varierte mellom 0,4 og 5,6 mg/l, Mg^{2+} varierte mellom 0,14 og 1,10 mg/l, SO_4^{2-} varierte mellom 0,9 og 9,6 mg/l, Cl^- varierte mellom 0,4 og 6,4 mg/l og NO_3^- -N varierte mellom 10 og 275 μ g/l. NH_4^+ lå stort sett under 10 μ g/l og PO_4^{3-} -P stort sett under 2 μ g/l.
8. Ionetransporten gjennom bassenget var størst om høsten med opptil 60 000 kg/mnd SO_4^{2-} . Maksimumstallene for de øvrige ionene var lavere.
9. Størst nettotilførsel og nettoutførsel til terskelbassenget var for Ca^{2+} henholdsvis 590 og 19 130 kg/mnd, for Mg^{2+} 130 og 2210 kg/mnd, for SO_4^{2-} 2 700 og 2 410 kg/mnd, for Cl^- 1 510 og 600 kg/mnd og for NO_3^- -N 217 og 59 kg/mnd.
10. Vannføringens innvirkning på ionekonsentrasjonene ble undersøkt separat sommer og vinter. Ledningsevnen og SO_4^{2-} -konsentrasjonen viste ingen korrelasjon med vannføringen verken sommer eller vinter. Ca^{2+} , sommer og vinter, og Mg^{2+} og NO_3^- om vinteren ble uttynnet ved stor vannføring. Mg^{2+} og NO_3^- viste ingen korrelasjon med vannføringen som sommeren. Cl^- konsentrasjonen økte med økende vannføring både sommer og vinter.

SUMMARY

- 1) *Physical and chemical conditions were investigated in the river Eksingedalselva at Ekse before it was regulated (1967, 68 and 69), and at the inlet and outlet of the weir basin at Ekse after regulation.*
- 2) *The mean water discharge for 1976, 77 and 78 was 3.04, 1.26 and 1.05 m³s⁻¹ respectively. Water discharge was high in summer and low in winter.*
- 3) *The river was ice-covered from about November to May. Before regulation (1967 and 68), the water reached about 10°C in summer. After regulation (in 1977), water temperatures as high as 24°C were recorded. The temperature was lower in 1976 than in 77 and 78.*
- 4) *Before regulation the water was super-saturated with oxygen, while after regulation it was usually slightly less than saturated.*
- 5) *The water was slightly acid (pH 5.7 - 6.8). No change in pH was found after regulation.*
- 6) *No significant change was found in conductivity. Before regulation values for conductivity (H₂O) varied from 7 to 48 Scm⁻¹, with the highest values in autumn, and after regulation from 10 to 49 Scm⁻¹, with the highest values in winter.*
- 7) *The concentrations of Ca²⁺, Cl⁻, NO₃⁻ - N and PO₄³⁻ - P were measured before regulation. No clear pattern of variation emerged. The concentration of Ca²⁺ varied from 0.9 - 4.2 mg l⁻¹, that of Cl⁻ from 0.7 - 6.4 mg l⁻¹, and that of NO₃⁻ - N from 30 to 170 g l⁻¹. The concentration of PO₄³⁻ - P was always less than 2 g l⁻¹. After regulation (1976, 77 and 78), the concentrations of the different ions were highest in winter and lowest in summer. The concentration of Ca²⁺ varied from 0.4 to 5.6 mg l⁻¹, that of Mg²⁺ from 0.14 to 1.10 mg l⁻¹, that of SO₄²⁻ from 0.9 to 9.6 mg l⁻¹, that of Cl⁻ from 0.4 to 6.4 mg l⁻¹ and that of NO₃⁻ - N from 10 - 250 g l⁻¹. The concentration of NH₄⁺ - N was normally below 10 g l⁻¹, and that of PO₄³⁻ normally below 2 g l⁻¹.*
- 8) *The transport of ions through the weir basin was greatest in autumn, with up to 60 000 kg month⁻¹ SO₄²⁻. The maximum values for other ions were lower.*
- 9) *The highest values for net input and net output respectively for the different ions were as follows: Ca²⁺ 590 and 19 130 kg month⁻¹, Mg²⁺ 130 and 2 210 kg month⁻¹, SO₄²⁻ 2700 and 2410 kg month⁻¹, Cl⁻ 1510 and 600 kg month⁻¹ and NO₃⁻ - N 217 and 59 kg month⁻¹.*
- 10) *The effect of water discharge on ion concentrations was measured separately in summer and winter. Conductivity and SO₄²⁻ concentration showed no correlation with water discharge either in summer or winter. The concentrations of Ca²⁺ in summer and winter, and of Mg²⁺ and NO₃⁻ in winter, were lower when water discharge was high. The concentrations of Mg²⁺ and NO₃⁻ showed no correlation with water discharge in summer. The concentration of Cl⁻ increased with increasing water discharge in both summer and winter.*

Authors address: Zoologisk Museum
 Muséplass 3
 5014 Bergen Universitet
 NORWAY

LITTERATUR

- American Public Health Association 1965: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 12th edition. American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, New York, USA.
- Anderson, G.,
Berggren, H.,
Cronberg, G. &
Geling, C. 1978: Effects of planktivorous and benthivorous fish on organism and water chemistry in eutrophic lakes. Hydrobiologia 59: 9-15.
- Brække, H.F. 1976: Impact of Acid Precipitation on Forest and Freshwater Ecosystems in Norway. Research report FR6. The SNSF-project. Oslo-Ås, March 1976.
- Bækken, T.,
Fjellheim, A.,
Larsen, R.,
Otto, C. 1979: Innførsel og utførsel av organisk materiale til terskelbassenget ved Ekse, Eksingedalen. Informasjon nr. 10 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo. 38 pp.
- Bækken, T.
Fjellheim, A.
Larsen, R. 1981: Driv av bunndyr inn i og ut av terskelbassenget ved Ekse. Informasjon nr. 14 fra Terskelprosjektet. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo. 32 pp.
- Dovland, H.
Joranger, E. and
Semb, A. 1976: Deposition of air pollutants in Norway. In: Brække, H.F. (ed.): Impact of Acid Precipitation on Forest and Freshwater Ecosystems in Norway. Research report FR6, The SNSF-project, Oslo-Ås, March 1976.
- Fredriksen, K.S. 1980: Vegetasjonsundersøkelse i øvre del av Eksingedalsvassdraget. Informasjon nr. 11 fra Terskelprosjektet. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo. 28 pp.

- Golterman, H.L. 1971: Methods for chemical analysis of fresh waters. IBP Handbook no. 8. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 166 pp.
- Hendrey, G.R., Baalsrud, K., Traaen, T.S., Laake, M. and Raddum, G. 1976: Acid Precipitation: Some Hydrological Changes. Ambio 5: 224-227.
- Hynes, H.B.N. 1975: The stream and its valley. Edgardo Baldi Memorial Lecture. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19:1
- Johnson, N.M. and Likens, G.E. 1969: A Working Model for the Variation in Stream Water Chemistry at the Hubbard Brook Experimental Forest New Pierce R.S. Hampshire. Wat. Resource Res. 5(6): 1353-1363.
- Bormann, F.H., Fisher, D.W., Kaushik, N.K. 1969: The relationship between dissolved nutrient salts and protein production in submerged autumnal leaves. Verh. Internat. Verein. Limnol. 17: 95-103
- Larsen, R. 1968: En faunistisk-økologisk undersøkelse av bunnfaunaen i Aurlandselven, Sogn og Fjordane. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Bergen. Upubl.
- Martin, C.W. 1979: Precipitation and stream water chemistry in an undisturbed forested watershed in New Hampshire. Ecology 60: 36-42.
- Mellquist, P. 1976: Informasjon om terskelprosjektet. Informasjon nr. 1 fra Terskelprosjektet. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo. 47 pp.
- Raddum, G. 1979: Virkninger av lav pH på insektlarver. Intern rapport IR 45/79, SNSF-prosjektet, Oslo, Ås, mai 1979.

- Rekstad, J. 1909: Geologiske iakttagelser fra strøket mellom Sognefjord, Eksingedal og Vossestranden. Norges geologiske undersøkelse 53 (årbok 1090,1).
- Seip, H.M. and Tollan, A. 1978: Acid precipitation and other possible sources for acidification of rivers and lakes. Sci. Total Environ. 10: 253-270.
- Skulberg, O., Vasshaug, Ø., Raddum, G. 1977: Hydrobiologisk vurdering av en eventuell kraftutbygging Gaularvassdraget, Sogn og Fjordane. Utredning for Vassdragsdirektoratet, Oslo 1977.
- Steine, I. 1974: Aurlandsvassdraget. Faunistisk-økologiske undersøkelser 1966-73. Rapport nr. 9, Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen.
- Traaen, T.S. 1977: Nedbrytning av organisk materiale. Forsøk med "litterbags", resultater etter 2 års feltforsøk. SNSF-prosjektet TN 35/77, Oslo-Ås, juli 1977.
- Ward, M.G. and Cummins, K.W. 1979: Effects of food quality on growth of a stream detritivore, Paratendipes albimanus (Miege) (Dipera: Chironomidae). Ecology 60: 57-64.
- Whittaker, R.H., Likens, G.E., Bormann, F.H., Eaton, J.S. and Siccama, T.G. 1979: The Hubbard brook ecosystem study: forest nutrient cycling and element behaviour. Ecology 60: 203-220.

Tabell 1. Inn- og utførsel av Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} og Cl^{-1} i terskelbassenget ved Ekse fra Januar 1977 til juli 1978.

Input and output of Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , and Cl^{-} to the weir basin at Ekse from January 1977 to July 1978.

Dato 1977	Ca^{2+} kg mnd ⁻¹			Mg^{2+} kg mnd ⁻¹			SO_4^{2-} kg mnd ⁻¹			Cl^{-} kg mnd ⁻¹			Vannføring 10 ³ m ³ mnd ⁻¹
	Inn	Ut	Δ	Inn	Ut	Δ	Inn	Ut	Δ	Inn	Ut	Δ	
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1530
F	910	-		130	-		1900	-		250	-		282
M	3300	3020	280	620	600	20	7040	6520	520	2020	2160	-140	889
A	3790	3250	540	620	570	50	7000	6450	550	1530	1530	0	729
M	9020	8440	580	2040	2040	0	22080	20680	1400	15100	13590	1510	7549
J	5160	4850	310	780	820	-40	11380	11050	330	2460	2460	0	4094
J	2580	2560	20	400	380	20	5850	5730	120	870	870	0	1575
A	2830	4110	-1280	400	580	-180	5220	7630	-2410	1280	1710	-430	2139
S	29710	29710	0	4140	4200	- 50	57620	54920	2700	15910	16510	-600	6002
O	22780	22780	0	3520	3570	- 50	43690	45820	-2130	13460	12940	520	5177
N	13910	13320	590	2630	2510	120	35410	33140	2270	8960	9550	-590	5971
D	16370	35500	-19130	4340	6550	-2210	37860	38450	- 590	7100	6310	790	3944
1978													
J	5750	5720	30	1270	1240	30	12990	12990	0	2940	2940	0	1546
F	3550	3340	210	700	570	130	5860	5790	70	1330	1330	0	635
M	2690	2370	320	570	550	20	5100	4660	440	1570	1670	-100	667
A	1520	1240	280	350	320	30	2960	2560	350	1100	1100	0	443
M	10940	10640	300	2890	2800	90	25040	23280	1760	11680	11680	0	8496
J	7120	6780	340	1570	1540	30	17130	16210	920	4010	3700	310	6162
J	3310	3390	- 80	720	760	- 40	8020	7380	640	1800	1600	-420	2138

Tabell 2. Inn- og utførsel av PO_4^{3-} -P, NO_3^- -N og NH_4^+ -N i terskelbassenget på Ekse fra januar 1977 til juli 1978.

Input and output of PO_4^{3-} -P, NO_3^- -N, and NH_4^+ -N to the weir basin at Ekse from January 1977 to July 1978.

Dato 1977	PO_4^{3-} -P			NO_3^- -N kg mnd ⁻¹			NH_4^+ -N kg mnd ⁻¹			Vann- føring 10 ³ m ³ mnd ⁻¹
	Inn	Ut	Δ	Inn	Ut	Δ	Inn	Ut	Δ	
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1530
F	0.6*	-	-	35.3	-	-	2.8	-	-	282
M	5.8	2.0	3.8	228.9	211.1	17.8	4.5*	4.5*	-	889
A	3.3	1.5*	1.8	182.3	167.7	14.6	3.7*	3.7*	-	729
M	15.1*	15.1*	-	905.9	773.8	132.1	132.1	56.6	75.5	7549
J	8.2*	8.2*	-	122.8	143.3	-20.5	20.5*	20.5*	-	4094
J	7.1	3.2*	3.9	63.0	59.1	3.9	7.9	9.8	-1.9	1575
A	5.3	4.3*	1.0	128.3	149.7	-21.4	16.0	16.0	0.0	2139
S	12.0	12.0	-	480.2	300.1	180.1	120.0	120.0	0.0	6002
O	10.4*	10.4*	-	543.6	491.8	51.8	142.4	142.4	0.0	5177
N	11.9*	11.9*	-	298.6	358.3	-59.7	89.6	89.6	0.0	5971
D	7.9*	7.9	-	650.8	433.8	217.0	39.4*	39.4*	-	3944
1978										
J	3.1*	3.1*	-	146.9	139.1	7.8	15.5*	15.5*	-	1546
F	1.3*	1.3*	-	104.8	108.0	-3.2	12.7	6.4*	6.3	635
M	1.3*	1.3*	-	100.1	85.0	15.1	6.7*	6.7*	-	667
A	0.9*	0.9*	-	77.5	65.9	11.6	4.4*	4.4*	-	443
M	17.0*			403.6	424.8	-21.2	85.0*	85.0*	-	8496
J	12.3*	12.3*	-	61.6	61.6	0.0	61.6*	61.6*	-	6162
J	4.3*	4.3*	-	21.4	21.4	0.0	21.4*	21.4*	-	2138

* angir maksimumsverdier.

- angir ikke målt eller ikke beregnbare verdier.

* notes maximum values.

- notes not measured or not calculatable values.

PUBLISERTE ARBEIDER MED TILKNYTNING TIL TERSKELPROSJEKTET:

Andersen, T., Fjellheim, A., Larsen, R. & Otto, C. 1978.

Relative abundance and flight periods of Ephemeroptera, Plecoptera,
and Trichoptera in a regulated West Norwegian river. Norw. J. Ent.
Vol. 25, pp 139 - 144. Oslo ISSN 0029 - 1897.

UTKOMMET I SAMME SERIE:

- 1) INFORMASJON OM TERSKELPROSJEKTET.
(THE WEIR PROJECT - GENERAL INFORMATION).
(Pål Mellquist)
- 2) RAPPORT OM TAKSERINGER AV FUGLEFAUNAEN LANGS DELER AV HALLINGDALSELVA I PERIODEN
1. MAI - 1. AUGUST 1975.
(Jan Michaelsen og Viggo Ree)
- 3) OM FUGLEFAUNAEN I EN DEL TERSKELBASSENGET LANGS EKSINGEDALSELVA, SOMMEREN 1975.
(Olav Råd og Bjørn Angell-Jacobsen)
- 4) ØRRETBESTANDEN I MØRKEDØLA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(THE TROUT POPULATION IN THE RIVER MØRKEDØLA BEFORE THE CONSTRUCTION OF WEIRS).
(Reidar Borgstrøm)
- 5) BESTANDEN AV UNGFISK I DEN LAKSEFØRENDE DEL AV SKJOMA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(POPULATIONS OF YOUNG SALMON AND TROUT IN THE RIVER SKJOMA BEFORE BUILDING OF
WEIRS).
(Tor G. Heggberget)
- 6) ØRRETTENS VANDRINGER, BESTANDSSTØRRELSE, VEKSTE OG FØDE I ØVRE DEL AV EKSINGE-
DALSELVEN FØR REGULERINGEN.
(MIGRATION, POPULATION SIZE, GROWTH AND NUTRIMENT OF BROWN TROUT (SALMON TRUTTA
L.) IN THE RIVER EKSINGEDALSELVEN, WESTERN NORWAY, BEFORE REGULATION OF THE
RIVER).
(Roald Larsen)
- 7) ØRRET OG ØRRETFISKE I HALLINGDALSELVA VED GOL.
(AGE, GROWTH, STOCKING AND YIELD OF BROWN TROUT IN RIVER HALLINGDALSELV AT GOL,
EAST NORWAY).
(Per Aass)
- 8) BUNNDYRUNDERSØKELSER I REGULERTE ELVER MED HOVEDVEKT
PÅ INSEKTGRUPPEN KNOTT (DIPTERA, SIMULIIDAE).
(INVESTIGATIONS OF THE BOTTOM FAUNA OF REGULATED RIVERS, WITH SPECIAL EMPHASIS ON
BLACK-FLIES, (DIPTERA, SIMULIIDAE)).
(Jan E. Raastad)
- 9) ØRRET, LAKE OG BUNNDYR I NEA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(TROUT, BURBOT AND BOTTOM INVERTEBRATES IN THE RIVER NEA, CENTRAL NORWAY, BEFORE
BUILDING OF WEIRS).
(Arnfinn Langeland og Trond Haukebø)
- 10) INN- OG UTFØRSEL AV ORGANISK MATERIALE TIL TERSKELBASSENGET VED EKSE,
EKSINGEDALEN.
(INPUT AND OUTPUT OF ORGANIC MATERIALS TO THE WEIR BASIN AT EKSE, EKSINGEDALEN).
(Torleif Bækken, Arne Fjellheim, Roald Larsen og Christian Otto)
- 11) VEGETASJONSUNDERSØKELSE I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSVASSDRAGET.
(A SURVEY OF VEGETATION IN THE UPPER CATCHMENT AREA OF THE RIVER
EKSINGEDALSELVEN, WESTERN NORWAY).
(Karen Skauge Fredriksen)
- 12) ØRRETVANDRING I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSELVA.
(MIGRATION OF BROWN TROUT (SALMO TRUTTA L.) IN THE UPPER PART OF THE RIVER
EKSINGEDALSELVA).
(Tor Henning Evensen)
- 13) BUNNDYRSTUDIER I EKSINGEDALSELVA VED EKSE ETTER REGULERING OG TERSKELBYGGING:
(BENTHIC ANIMAL STUDIES IN THE EKSINGEDALEN RIVER AT EKSE AFTER REGULATION AND
WEIR-BUILDING).
(Torleif Bækken, Arne Fjellheim, Roald Larsen)
- 14) DRIF AV BUNNDYR INN I OG UT AV TERSKELBASSENGET VED EKSE.
(DRIFT OF BENTHIC ANIMALS INTO AND OUT OF THE WEIR BASIN AT EKSE, EKSINGEDALEN
RIVER).
(Torleif Bækken, Arne Fjellheim, Roald Larsen)
- 15) BUNNDYRPRODUKSJON I EKSINGEDALSELVA VED EKSE ETTER REGULERING OG TERSKELBYGGING.
(BENTHIC ANIMAL PRODUCTION IN THE EKSINGEDALEN RIVER AT EKSE AFTER REGULATION AND
WEIR-BUILDING).
(Torleif Bækken, Arne Fjellheim, Roald Larsen)
- 16) FYSISKE OG KJEMISKE PARAMETRE VED INN- OG UTLØP AV TERSKELBASSENGET VED EKSE,
EKSINGEDALEN.
(PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS AT THE INLET AND OUTLET OF THE WEIR BASIN AT
EKSE, EKSINGEDALEN).
(Torleif Bækken, Arne Fjellheim, Roald Larsen)