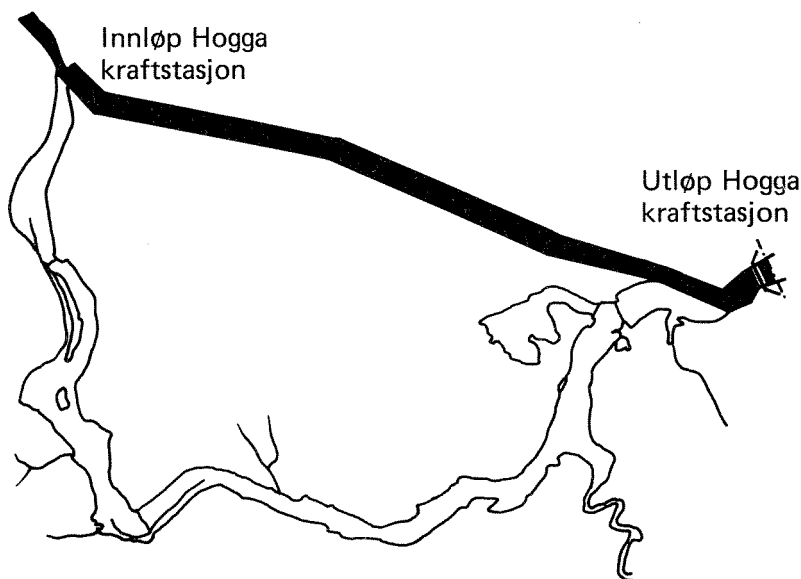


O-
86074

1896

Nedre Telemark herredsrett Skjønn for Hogga-utbyggingen

Sakkyndig uttalelse om saksområdet
resipient og begroing



O-86074
14. august 1986

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor

Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen

Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:

0-86074

Undernummer:

Løpenummer:

1896

Begrenset distribusjon:

Bestemmes av retten

Rapportens tittel: Skjønn for Hogga-utbyggingen Sakkyndig uttalelse om saksområdet resipient og begroing	Dato: 14.8.1986
	Prosjektnummer: 0-86074
Forfatter (e): Olav Skulberg Jozsef Kotai	Faggruppe: Hydrobiologi
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 50

Oppdragsgiver: Nedre Telemark Herredsrett	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Det ble foretatt undersøkelser av hydrografiske og hydrobiologiske faktorer i Straumen som blir influert av Hogga-utbyggingen. Forandringer av vannkvalitet og resipientforhold blir drøftet. Det strømmende vannet skal ledes forbi vassdragsavsnittet. Restvassdraget blir sterkt påvirket av det lokale nedbørfelt. Eutrofieringsutvikling vil bli fremtredende. Dette gir nedsatt vannkvalitet, øket forekomst av planktonalger og tilgroing med høyere vegetasjon. Straumen blir svekket som resipient. Det blir behov for forurensningsbegrensende tiltak. Formålstjenlig skjøtsel blir nødvendig for å opprettholde en god tilstand i restvassdraget.

4 emneord, norske:

1. Flveinngrep
2. Hydrografi
3. Resipientforhold
4. Begroing

4 emneord, engelske:

1. River diversion
2. Hydrography
3. Recipient conditions
4. Periphyton

Prosjektleder:

Olav Skulberg

Olav Skulberg

For administrasjonen:

RF Wright

Richard F. Wright

ISBN 82-577-1115-2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

SKJØNN FOR HOGGA-UTBYGGINGEN

SAKKYNDIG UTTALELSE OM SAKSOMRÅDET RESIPIENT OG BEGROING

UTREDNING FOR NEDRE TELEMARK HERREDSRETT

0-86074

Oslo, 14. august 1986

Olav Skulberg

"Først og fremst er Skiensvasdraget eller Skienselven med alle dens bielve og innsjøer av viktighet for amtet, og dette vasdrag spiller en saa stor rolle for farselen og flødningen og ved sine fosse, at det særskilt maa omhandles, saa meget mere som det er et ualmindelig komplisert vasdrag."

"Vestfjeldenes vasdrag falder ud i Norsjø ved Ulefos paa vestsiden af sjøen; det er Skiensvasdragets næststørste vasdrag."

"Eidselven, Lundeelven eller Farelven kaldes vasdraget mellem Vestvandene og Norsjø; det er omtrent 22 km. langt og har et samlet fald af omtrent 56.4 m."

(Helland 1900)

F O R O R D

I brev fra NEDRE TELEMARKE SORENSKRIVAREMBETE datert 29. august 1985 ble undertegnede oppnevnt til sakkyndig i sak nr. 3/1985 B: NVE - Statskraftverkene - Per H. Ajer m.fl.

Gjennomføringen av oppgaven er gjort i samråd med Skjønnsretten, og i samarbeid med øvrige sakkyndige med tilknytning til andre utredninger. Fagfeltene hydrologi, hydrogeologi og fiskeribiologi er tilgrensende saksområder.

Ved Norsk institutt for vannforskning har flere medarbeidere hjulpet til med dette arbeidet. Spesielt skal nevnes Jozsef Kotai som har utført en stor del av de aktuelle undersøkelserne og bidratt til bearbeidingen av resultatene. En betydelig bistand til vannundersøkelsene ble tilrettelagt av siv.ing. Vidar Tveiten, med analyser utført ved Vannlaboratoriet i Telemark.

Det rettes en hjertelig takk til alle som har hjulpet utredningen frem, og for den gode faglige og praktiske støtte.

Med dette legges den skriftlige utredning for saksområdet resipient og begroing frem for NEDRE TELEMARKE HERREDSRETT.

Oslo, 14. august 1986

Olav Skulberg

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side
FORORD	2
SAMMENFATNING	6
OPPGAVE FOR UTREDNINGEN	9
UTFØRTE UNDERSØKELSER	9
- Prøvetakingssteder	9
- Felt- og laboratoriearbeid	10
DET AKTUELLE VASSDRAGSAVSNITT	11
- Geografisk sammenheng	11
- Praktisk sammenheng	12
KLIMATISKE FORHOLD	13
HYDROLOGISKE FORHOLD	13
VANNKVALITET OG VEGETASJON	15
- Hydrografisk tilstand	15
- Belastningsforhold	16
- Hydrobiologiske observasjoner	18
DISKUSJON	43
HENVISNINGER	48

FIGUROVERSIKT

	Side
Figur 1. Kartskisse av skjønnsområdet med prøvetakingssteder	20
Figur 2. Månedlige middelvannføringer ved Hogga vannmerke i perioden 1910-1950, 1960-1980 og etter Hogga-utbyggingen	21
Figur 3. Variasjoner i vannmassenes fosfor-innhold før og etter Hogga-utbyggingen	22
a) Fosfortransport mellom Hogga dam og oppstrøms Lunde dam	
b) Forandring av fosforkonsentrasjon fra Hogga dam til oppstrøms Lunde dam	
Figur 4. Fosforkonsentrasjon ($\mu\text{gP}\cdot\text{l}^{-1}$) oppstrøms Lunde dam med variert minstevannføring ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) og fosfor-fjerning (%)	23
Figur 5. Forventede virkninger av Hogga-utbyggingen	24

TABELLOVERSIKT

	Side
Tabell 1. Fysiske og kjemiske analysemetoder	25
Tabell 2. Klimaforhold ved Gvarv i 1984, 1985 og 1986	26
Tabell 3. Månedlige middelvannføringer ved Hogga vann- merke	27
Tabell 4. Fysiske og kjemiske analyseresultater. Prøve- taking 7.-8. april 1986	28
Tabell 5. Fysiske og kjemiske analyseresultater. Prøve- taking 1.-2. juli 1986	29
Tabell 6. Oksygen- og lysforhold. Observert 1. juli 1986 ..	30
Tabell 7. Fysiske og kjemiske analyseresultater. Hogga dam og Lunde dam	31
Tabell 8. Middelerverdier for kjemisk vannkvalitet i 1986 ved Hogga dam og Lunde dam	32
Tabell 9. Forekomst av alger i håvtrekkprøver	33
Tabell 10. Oversikt over alger i begroingsprøver. Prøvetaking 31. juli 1986	36
Tabell 11. Forekomst av begroingsalger. Prøvetaking 31. juli 1986	37
Tabell 12. Artsliste for høyere planter. Observert i Straumen 31. juli 1986	39
Tabell 13. Oversikt over høyere vegetasjon. Observasjoner utført 31. juli 1986	40
Tabell 14. Beregnede fosforkonsentrasjoner ($\mu\text{g P}\cdot\text{l}^{-1}$) oppstrøms Lunde dam med variert minstevann- føring ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) og fosforfjerning (%)	42

SAMMENFATNING

- Utredningen er laget for NEDRE TELEMARK HERREDSRETT. Formålet var å vurdere hvorledes utbyggingens virkninger på vannføring og vannstand i det berørte avsnitt vil innvirke på begroing og resipientforhold i den utstrekning dette har betydning for de saksøkte grunneiere, og/eller den allminnelige ferdsel og fløting i vassdraget.
- Det ble i 1986 utført undersøkelser av fysiske, kjemiske og biologiske faktorer med betydning for tilstanden i vassdragsområdet som påvirkes av Hogga kraftverk.
- Det aktuelle vassdragsavsnitt (i utredningen betegnet Straumen) utgjør ca. 5 km av Vest-Telemark-vassdraget, og ligger i sin helhet i Nome kommune. Det lokale nedbørfelt til Straumen er ca. 196 km² hvorav ca. 3.5 km² er dyrket mark. Av kommunens befolkning på 7088 personer er omlag 600 bosatt i det lokale nedbørfelt til Straumen.
- Vassdragets betydning for bygdesamfunnet og samfunnsutviklingen i Nome er behandlet i kommunens generalplan. Målsettingen for arbeidet med vannressursene i Telemark er fremstilt i forbindelse med fylkets vannbruksplanlegging. Telemark fylkeskommune har i fylkesplanen understreket betydningen av å verne vassdragene. Disse forutsetninger inngår som rettesnor i de foretatte vurderinger av vannkvalitet og resipientforhold i Straumen.
- Områdets klimatiske forhold, og de meteorologiske betingelser under prøvetakingen er behandlet.
- Arbeidet er basert på hydrologiske grunnlagsdata og andre konkrete opplysninger i utredninger fra de hydrologisk sakkyndige (S.E. Hetager, E. Ræstad). De forhold som har spesiell betydning for vannkvalitet og organismeliv er drøftet. Hogga-utbyggingen medfører en radikal minskning av vannføringen i Straumen. Restvannføringen i Straumen blir styrt av minstevannføringer ($4-5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$). Mens den teoretiske oppholdstid for vannmassene på den aktuelle vassdragsstrekning før Hogga-utbyggingen var ca. 4-5 timer, blir den teoretiske oppholdstid etter utbyggingen tilsvarende ca. 4-5 døgn. De hydrodynamiske forhold er bl.a av bestemmende betydning for vannkvalitet, begroing og resipientmuligheter i Straumen.
- Straumen var i perioden da feltundersøkelsen ble foretatt, preget av gjennomstrømming av ionefattig vann fra de høyereliggende deler av Vest-Telemark-vassdragets nedbørfelt. Strømforholdene medførte god blanding av vannmassene. Oksygeninnholdet var nær metningsverdiene. Lysbetingelsene ga mulighet for aktiv fotosyntese på alle dyp i

Straumen. Kjemiske analyseresultater viste at vassdragsstrekningen var lite til moderat belastet med forurensninger.

- Feltundersøkelsene av vegetasjonsforhold omfattet plankton, begroingssamfunn av alger og høyere planter. Det er gitt en beskrivelse av de fremherskende trekk i vegetasjonsutviklingen i Straumen:

Plankton. Planktonsamfunnet i Flåvatnet dannet utgangsbestand for populasjonene som ble observert i Straumen. Det lokale innslag av arter fra begroingssamfunn og sidevassdrag var av underordnet betydning. Artssammensetningen var karakteristisk som for næringsfattig, rent vann på Østlandet.

Begroingsalger. En artsrik vegetasjon av begroingsalger ble påvist. Fastsittende begroingssamfunn i Straumen var av Zygnema-type, d.v.s. med lite næringskrevende arter av rentvannsnatur. På lokale områder var det imidlertid utvikling av blågrønnalger som viste påvirkning med forurensninger.

Høyere planter. Det var gode koloniseringsmuligheter for høyere planter i Straumen. Men de rådende strømforhold laget imidlertid begrensninger. Også de næringsfattige vannmassene bidro til det samme. Vegetasjonen var preget av arter med små krav til plantenæringsstoffer.

- Fosfor-forbindelser er primært begrensende for organisk produksjon i vassdragsavsnittet. Virkninger av variert minstevannføring og ulike grader av fosfor-fjerning ble beregnet. Før Hogga-utbyggingen var middel-konsentrasjonen av fosfor-forbindelser ved Hogga og Lunde 2.3 og 3.0 $\mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$. Etter at Hogga kraftverk kommer i drift, vil de beregnede konsentrasjonene av fosfor-forbindelser tilsvarende være i størrelsesorden 2.3 - 14.9 $\mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$. Med rensetekniske tiltak kan i beste tilfelle en reduksjon til konsentrasjonsnivået ca. 9.5 $\mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$ forventes i følge beregningene.
- Inngrepet i Straumen som blir gjort med Hogga-utbyggingen kan tildels sammenliknes med etablering av en kunstig avsnørt meander. Straumen vil bli omdannet til en mellomsituasjon med hverken egentlig innsjø- eller elve-karakter. Vannkvaliteten blir betydelig forandret: Før Hogga-utbyggingen var nærområdet av underordnet betydning for vannkvaliteten. Etter utbyggingen blir nærområdet derimot av helt avgjørende betydning. Belastningen fra nærområdet utgjør da den største forurensningspåvirkning.
- Hele vassdragets vannføring strømmet tidligere gjennom Straumen. Etter utbyggingen opprettholdes bare en liten vanngjennomstrømning (minstevannføring). Prosesser av selvrensing som tidligere foregikk

mens vannmassene var i utpreget bevegelse og distalt, vil heretter foregå i stilleflytende vann og lokalt. Stilleflytende vann gir øket sedimentering av finmateriale. Eutrofieringsutvikling blir fremtredende. Det blir større produksjon av planktonalger. Tilgroing med høyere vegetasjon blir også stimulert.

- I sum blir Straumen etter utbyggingen betydelig svekket som resipient. For å opprettholde god vannkvalitet vil det bli behov for effektive forurensningsbegrensende tiltak. En formålstjenlig skjøtsel av restvassdraget bør dessuten tilrettelegges (bl.a. bruk av spyleflommer).

OPPGAVE FOR UTREDNINGEN

Hensikten med utredningen ble ordlagt av Nedre Telemark Herredsrett ved oppnevningen (brev, 29.8.1985) hvor mandatet til den sakkyndige ble fastlagt:

"Mandatet bør være å vurdere hvorledes utbyggingens virkninger på vannføring og vannstand i det berørte vassdragsavsnitt vil innvirke på begroing og resipientforhold i den utstrekning dette har betydning for de saksøkte grunneiere, og/eller den almindelige ferdsel og fløting i vassdraget. Oppdraget forutsettes begrenset og tilpasset de undersøkelser og tiltak som blir pålagt gjennomført i medhold av postene 3 og 4/V i utbyggingstillatelsen av 27.07.84. m.v."

På rettsmøtet i Lunde - 1.10.1985 - ble oppgaven til den sakkyndige på nytt drøftet. Det ble presisert at også forhold knyttet til vannkvalitet i vid betydning skulle inngå i arbeidsområdet for den hydrobiologiske sakkyndige.

UTFØRTE UNDERSØKELSER

Det var behov for å fastlegge den hydrografiske (fysiske og kjemiske) og biologiske tilstand i vassdragsområdet som Hogga kraftverk får betydning for. En undersøkelse for formålet ble gjennomført. Arbeidet omfattet prøvetaking, laboratorieanalyser, databehandling og rapportering. Feltarbeidet ble hovedsakelig gjort i vegetasjonsperioden 1986 (april-juli).

Prøvetakingssteder

Elvestrekningen fra Flåvatnet til Norsjø heter Eidselv. I denne rapporten benyttes Straumen som samlenavn for vassdragsområdet som berøres av Hogga-utbyggingen.

Det var hensiktsmessig å dele inn det aktuelle vassdragsavsnitt (mellom inntak og utløp fra kraftstasjonen) i områder. Dette fremgår av kartskissen i figur 1, hvor stasjonene for feltobservasjonene er tegnet inn.

Lokalitetene har følgende betegnelser:

<u>Hovedvassdrag</u>		<u>Sidevassdrag</u>	
1	Oppstrøms innløp til kraftstasjon	I	Hjerpedsbekk
2	Oppstrøms Hogga dam	II	Kjeldalbekk
3	Nedstrøms Hogga dam	III	Skoelva ved utløp Tyrivatn
4	Oppstrøms Kjeldal dam	IV	Skoelva ved veibro
5	Nedstrøms Kjeldal dam		
6	Oppstrøms Lunde dam		

Felt- og laboratoriemetoder

Prøvetaking av vann og innsamling av biologisk materiale ble gjort under befaringer til vassdraget. Kjemiske og biologiske analyser ble utført på laboratoriet til Norsk institutt for vannforskning i Oslo. Det vil i det følgende bare bli gitt en kortfattet oversikt over metodene som ble benyttet.

Flere typer prøver dannet grunnlag for undersøkelsen:

Vannprøver, innsamlet med vannhenter
 Begroingsprøver, levende og konserverte materiale
 Sestonprøver, partikler filtrert fra vannmassene
 Sedimentprøver, materiale av bunnssubstrat
 Høyere planter, strand- og vannvegetasjon

Organismer og partikulært materiale ble undersøkt i frisk tilstand. Fremgangsmåter for analyser av begroingsprøver er tidligere beskrevet (Skulberg 1984). I laboratoriet ble det biologiske materialet undersøkt med kvalitative metoder og vurdering av forekomst i prøvene.

Metodene for de utførte kjemiske analyser er sammenstilt i tabell 1. Følgende komponenter ble bestemt:

Surhetsgrad	Total fosfor	Klorid
Konduktivitet	Ortofosfat	Kalsium
Fargetall	Total nitrogen	Sulfat
Turbiditet	Nitrat	Total org. karbon

Fremgangsmåtene ved undersøkelsene både når det gjelder metoder og utstyr var hovedsakelig de rutinemessige som er i bruk ved Norsk institutt for vannforskning.

"Skienselven er et af de faa større norske vasdrag, hvori de tre trin, som man opstiller for flodsystemer, tydelig kan paavises: den rivende bergstrøm, den farbare sagte flydende flod, og dertil en nogenledes udviklet deltadannelse. Ved naturen og ved kunst er den seilbar paa en længere strækning end landets andre elve; den har en ganske betydelig vandmængde, et betydeligt og usædvanlig sammensat nedslagsdistrikt."

(Helland 1900)

DET AKTUELLE VASSDRAGSAVSNITT

Det foreligger flere beskrivelser av såvel vassdraget som hvordan utbyggingen er planlagt, og vil gripe inn i den konkrete sammenheng (Helland 1900, Solem 1954, Hetager 1985). I denne utredning er det derfor bare funnet nødvendig å vise til sentrale skrifter som belyser sider ved forholdene som har betydning for vurderingene av saksområdet det angår.

Geografisk sammenheng

Elvestrekningen som berøres av Hogga-utbyggingen (figur 1) utgjør ca. 5 km av Vest-Telemark-vassdraget (også betegnet den vestre gren av Skiensvassdraget). Elvestrekningen ligger i sin helhet i Nome kommune.

Området fra Flåvatnet (72 m o.h.) til Norsjø (15 m o.h.) - Langs Eidselva - er preget av hovedsakelig en jevn topografi. Det er de store mektigheter med løsavleiringer som gir forutsetninger for dette. Når det gjelder bergarter tilhører Nome det sørøstnorske grunnfjellsområdet (Holtedahl 1953). Sterkt omdannet fjell med granittiske og gneisgranittiske bergarter (Telemarkgranitt) er fremtredende elementer.

Den marine grense i denne del av Telemark ligger ca. 145 m o.h. Dette er av vesentlig betydning for jordbunnsforholdene. Marine avleiringer av leire og sand inngår i jordlagene (f.eks. ved vassdragets løp gjennom Lunde). De store morene- og grusavsetninger er likevel særlig fremtredende. Det lokale nedbørfelt til Straumen er bl.a. preget av israndavsetninger (Holtedahl 1953). Stormodeltaet - avsatt av smeltetvann i havet - er typiske. God løsmassedekning gir egnede produk-

sjonsmuligheter (Bjørlykke 1950). I henhold til Jorddirektoratets karter - Landbrukets produksjonsgrunnlag - er dyrket jord langs Straumen fruktbar og relativt lettbrukt. Av det lokale nedbørfelt til Straumen (ca. 196 km²) er 1.8 % jordbruksareal (ca. 3.5 km²).

Sett over en lengre periode har Nome's befolkning tallmessig holdt seg relativt konstant (Borgkonsult A/S 1974). Men etterhvert som kommunen i større grad er kommet innenfor et område for boligbygging og næringsliv, er dette forhold endret. Av kommunens 7088 personer er omlag 600 nå bosatt i det lokale nedbørfelt til Straumen. Befolkningsutviklingen tilsier en økende tendens i bosetting tilknyttet det aktuelle vassdragsavsnitt (Telemark fylkeskommune 1986).

Praktisk sammenheng

I "Generalplan for Nome kommune" (Langeland A/S, 1972) er vassdraget og vassdragets betydning for bygdesamfunnet behandlet. Spesielt er vassdragets praktiske bruk fremstilt i handlingsprogrammet for kommunen (Borgkonsult A/S, 1974). Betydningen av Vest-Telemark vassdraget for turist- og utmarksnæring er utdypet i en spesiell handlingsplan (Bjørvik, 1985).

Arbeidet med vannbruksplanlegging er kommet langt i Telemark (Telemark fylkeskommune 1981). Gjennom dette verktøy for planlegging er det forsøkt å oppnå en samordning og avveining av sektorinteressene forbundet med forvaltningen av vannressursene. Målsettingen for arbeidet med vannressursene fremgår bl.a. av dette. De viktigste bruksformene av Vest-Telemark-vassdraget er vannforsyning (vid betydning), rekreasjon, kultur-naturvern, transport, resipient og kraftproduksjon. Dette trekker samtidig opp rettesnorer for vurderingene av den aktuelle elvestrekning. I fylkesplanen for 1987-1989 (Telemark fylkeskommune 1986) er det understreket som et mål at naturressursene må utnyttes slik at de blir en varig kilde til velferd og trivsel. Det blir oppfordret til å sikre verneverdige områder. Verneinteressene spenner over et vidt felt fra kultur- og naturvitenskapelige interesser til næringsinteresser og brukerinteresser i vid betydning. I praktisk sammenheng blir da vassdraget vurdert i forbindelse med den øvrige ressursutnyttelse. Samfunnet er avhengig av vannet, vannforekomstene tjener en rekke bestemte funksjoner. Det er nødvendig å skape en harmoni mellom vannforekomsten og samfunnet den skal tjene (Telemark fylkeskommune 1981).

KLIMATISKE FORHOLD

Hovedsakelig kan klimaet i området karakteriseres som å svare til et mindre typisk innlandsstrøk. Den årlige middeltemperatur ved Ulefoss er f.eks. 4.9°C , og julitemperaturen tilsvarende 15.3°C . Den normale årlige nedbørmengde varierer mellom 800 og 900 mm.

Observasjoner fra Gvarv værstasjon er benyttet til vurdering av de meteorologiske forhold (tabell 2). Målingene gir samtidig en beskrivelse av de meteorologiske betingelser under prøvetakingen i Straumen. Gvarv har imidlertid ekstreme værforhold sammenliknet med området som behandles. Dette gjelder spesielt i vegetasjonsperioden. Den lokale topografi ved Straumen vil dessuten gi muligheter for store variasjoner. Nomehaugen danner f.eks. en terskel som hindrer kaldluft i å sige nedover langs vassdraget. Den blir ofte liggende ned mot Lunde-Namevatn-området.

Ettervinteren og våren er gjennomgående nedbørfattig, mens sommer og høst vanlig er nedbørrik. Forsommertørke (mai-juni) er utpreget i det lokale nedbørfelt. Men variasjonene fra år til annet gjør seg gjeldende. I tabell 2 er temperatur- og nedbørforhold for årene 1984, 1985 og 1986 gjengitt. Den biologiske utvikling i vassdraget er i stor grad preget av de meteorologiske betingelser. Organismesamfunnets forekomst som registreres på et gitt tidspunkt, er - både med hensyn til framvekst og sammensetning - bestemt av samspillet mellom forutgående klimatiske faktorer.

HYDROLOGISKE FORHOLD

Eidselvas gjennomsnittlige vannføring ved Ulefoss har vært angitt til $108 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, og den regulerte lavvannføring $27 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Solem 1954). Det foreligger flere utførlige fremstillinger av vassdragets hydrologiske forhold. Det kan i denne sammenheng vises til bl.a. utredninger i forbindelse med tidligere skjønn ved kraftutbygging i Telemark-vassdraget (Ræstad 1986). Når det gjelder Hogga-utbyggingen spesielt, er de praktiske inngrep og de hydrologiske forhold i det aktuelle elveavsnitt behandlet av de hydrologisk sakkyndige (Hetager 1985, 1986; Ræstad 1986). Hydrologiske grunnlagsdata og opplysninger om konkrete forhold er hentet fra disse utredninger.

I det følgende blir det gitt enkelte opplysninger om noen hydrologiske forhold av spesiell betydning for hydrobiologiske vurderinger. Tabell 3 sammenstiller månedlige middelvannføringer ved Hogga vannmerke (VMNR 497). Det fremgår hvordan kraftutbyggingen i vassdraget

har medført gjennomgripende endringer i avrenningsbetingelser og vannføringer. Den grafiske fremstilling i figur 2 illustrerer forandringene som det gjelder.

Vest-Telemark-vassdraget var praktisk talt uregulert frem til 1887. I 1892 ble kanalanlegget ved Ulefoss - Bandak - Norsjø-kanalen åpnet. Samtidig ble de såkalte Vestvannene regulert (Bandak, Kviteseidvatn og Flåvatn). Men før Tokke-Vinje-reguleringen ble en realitet (1960), var vannføringen i Eidselva hovedsakelig preget av naturgitte faktorer. For Straumens vedkommende er dette gjenspeilet i kurven for middelvannføringer ved Hogga vannmerke i perioden 1910-1950. Den årlige variasjon i vannføringen følger hovedsakelig et mønster som er vanlig for vassdrag på Østlandet (Otnes et al. 1971). Tokke-Vinje-reguleringen innebar en vesentlig forandring. Hydrogrammet for perioden 1960-1980 viser hvordan en utjevning av vannføring har preget de hydrografiske forhold. Med Hogga-utbyggingen blir vannføringen i Straumen radikalt minsket (Ræstad 1986). Fra inntaket til Hogga kraftstasjon (ca. 0.8 km oppstrøms Hogga dam og -sluse) blir vannet kortsluttet gjennom en omlag 2500 m lang avløpstunnel som munner ut ved Ajer (nedstrøms Lunde dam og -sluse). Restvannføringen i Straumen vil bli bestemt av slipp med minstevannføring. Dette utgjør $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ om sommeren (april-oktober) og $4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ om vinteren (november-mars). Minstevannføringen vil bl.a. sikre vannstanden ved Lunde- og Kjeldal dammer (Hetager 1985).

For vannkvalitet, resipientforhold og vassdraget som biologisk produksjonssystem, har - foruten fortynningsmulighetene - vannmassenes oppholdstid på de ulike elvestrekninger avgjørende betydning. Med reduksjonen i vannføring som Hogga-utbyggingen innebærer, vil vannmassenes oppholdstid i Straumen bli vesentlig forlenget. Med utgangspunkt i en middelvannføring på ca. $101 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (situasjon før Hogga-utbyggingen) var den teoretiske oppholdstid for vannmassene på den aktuelle elvestrekning ca. 4-5 timer. Med minstevannføring tilsvarende $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (situasjon etter Hogga-utbyggingen) vil den teoretiske oppholdstid bli ca. 4-5 døgn.

De hydrodynamiske forutsetninger for vassdragets prosesser og for de biologiske forløp endres med det hydrologiske inngrep (Ræstad 1986). Dette kommer til uttrykk i bl.a. faktorene vannhastighet, strømføring, erosjons- og sedimentasjonsbetingelser som er forskjellige ved ulike vannføringer (Rouse 1949). I denne sammenheng står også flommene og deres bestemmende virkninger for vassdragets egenart og kvalitet (Skulberg 1974).

VANNKVALITET OG VEGETASJON

I denne sammenheng oppfattes begrepet vannkvalitet som et overordnet fenomen som kommer til uttrykk i samspillet av fysiske, kjemiske og biologiske prosesser knyttet til vassdraget (Van Dyne 1969, Brehm et al. 1982). Resultatene av de foretatte undersøkelser er gjengitt i tabellene 4-13. Tabellene 4-8 gir en oversikt over kjemiske og fysiske data. Resultatene av biologiske observasjoner og materialbehandling er gjengitt i tabellene 9-13.

Hydrografisk tilstand

Framtredende for vannmassene i Straumen observasjonsdagene var klart vann med svakt gulbrunt fargepreg. Verdiene for turbiditet varierte i området 0.2-0.4 FTU i hovedvassdraget. Dette lave partikkelinnhold henger sammen med en betydelig utfelling av partikler i Flåvannet. Det lokale nedbørfelt bidrar imidlertid med en viss belastning av partikulær substans fra erosjonsmateriale og utslipp av forurensninger. Vanntilsig i overflatevann og sideelvene hadde gjennomgående høyere partikkelinnhold enn hovedvassdragets vannmasser. Hjerpedalsbekken og Kjeldalbekken gir eksempler på dette (tabell 4 og 5).

Strømforholdene på vassdragsstrekningen medførte at det ble en god omrøring av vannmassene. Dette kommer til uttrykk i temmelig ensartede verdier for bl.a. oksygeninnhold fra topp til bunn i elveprofilen (tabell 6). Innholdet av oksygen var nær til metningsverdiene ved de temperaturer som ble målt. Lysbetingelsene på lokalitetene (tabell 6) var gode. De verdiene som ble målt viser at det kan være aktiv fotosyntese på alle dyp i Straumen.

Vannkvaliteten i Telemark-vassdraget har vært undersøkt i flere sammenhenger (NIVA 1979, 1980 a). Det vises til de aktuelle rapporter for en generell karakterisering av vannmassenes kjemiske sammensetning.

Ione-konsentrasjonen i vannet er gjennomgående lav i Vest-Telemark-vassdraget. Konduktiviteten - elektrolytisk ledningsevne - som ble målt viser dette (tabell 4, 5, 7 og 8). Vannets kontakttid med berggrunnen og løsavsetningenes mektighet øker nedover i vassdraget. Dette gjenspeiles i variasjonen i hovedionenes konsentrasjoner (f.eks. kalsium, sulfat). Innslag av marine avsetninger i nedbørfeltet bidrar til økning av ioneinnholdet. Vannet i sideelver som Skoeelva og Kjeldalbekken gir eksempler på dette. Løsavsetninger av glaci-fluvial opprinnelse gir et relativt fattigere avrenningsvann med hensyn til hovedioner. For Straumen som helhet, gjelder det at den under

observasjonsperioden var dominert av stor gjennomstrømming av ione-fattig vann fra de høyereliggende deler av Vest-Telemark-vassdragets nedbørfelt.

De målte verdier for vannmassenes innhold av fosfor- og nitrogenforbindelser (tabell 4, 5, 7 og 8) viser at Straumen har en oligotrof vanntype. Det vil si at konsentrasjonene av disse viktige plantenæringsstoffer var lavt. Analyseresultatene er i god overensstemmelse med tidligere observerte forhold i denne del av Telemark-vassdraget (NIVA 1979). På foreliggende grunnlag kan det fastslås at den aktuelle vassdragsstrekning var lite til moderat belastet med forurensninger.

Belastningsforhold

Forurensningsbelastningen i Telemark-vassdragets vestre løp er behandlet i flere utredninger og rapporter (NIVA 1979; 1980 b; Telemark fylkeskommune 1981). Det er forurensningsvirkninger knyttet til organisk stoff (saprobiering) og gjødselstoffer i vid betydning (eutrofiering) som er aktuelle i forbindelse med problemstillingen for Straumen. Først og fremst eutrofiering har betydning.

Det var behov for å gjøre en ny belastningberegning for Straumen. Den ble basert på ajourførte opplysninger om bosetting og virksomhet i nedbørfeltet (Tveiten 1986). Nye holdepunkter for spesifikke avløp ble benyttet ved beregningene (NIVA 1984). Konsekvensene av utbyggingen av Hogga kraftverk er innarbeidet.

Fosfor-forbindelser er primært begrensende faktor for organisk produksjon i denne del av Telemark-vassdraget (Kotai et al. 1978, NIVA 1979, Telemark fylkeskommune 1981). Dette forhold er lagt til grunn for vurderingene av forurensningssituasjonen i Straumen.

På vassdragsstrekningen mellom Hogga dam og Lunde dam fordeler fosforbelastningen seg på følgende kilder (NIVA 1980 b, Tveiten 1986):

Befolkning	20 %
Jordbruksvirksomhet	20 %
Arealavrenning	60 %

Det er foretatt en beregning på årsbasis av fosforkonsentrasjoner oppstrøms Lunde dam ved variert minstevannføring sluppet ved Hogga dam. Følgende likning er brukt:

$$K_L = \frac{(Q_H \cdot K_H) + T}{Q_H + Q_D}$$

K_L P-konsentrasjon oppstrøms Lunde

K_H P-konsentrasjon ved Hogga

T P-tilskudd mellom Hogga og Lunde

Q_H Minstevannføring ved Hogga

Q_D Vannføring fra delområdet

Alle verdier er beregnet som årsgjennomsnitt.

Middelavløp ved Hogga dam $101.0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

---- " ---- ved Lunde dam $103.1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Fosfortilskudd mellom Hogga og Lunde $88.4 \text{ mg P} \cdot \text{s}^{-1}$
(beregnet fra målte konsentrasjoner).

I tabell 14 er resultatene av beregningene sammenstilt. De er foretatt på grunnlag av analyseverdier i perioden 1. april - 1. juni 1986. Beregningene viser en middelvei av fosforkonsentrasjoner ved Hogga dam på $2.2 \text{ } \mu\text{gP} \cdot \text{l}^{-1}$ og ved Lunde dam på $3.0 \text{ } \mu\text{gP} \cdot \text{l}^{-1}$.

Hvis en foretar beregningene for perioden 1. april - 7. juli 1986, får en $2.3 \text{ } \mu\text{gP} \cdot \text{l}^{-1}$ ved Hogga dam og $2.9 \text{ } \mu\text{gP} \cdot \text{l}^{-1}$ ved Lunde dam. Ut fra de verdiene blir fosfortilskuddet $66.7 \text{ mgP} \cdot \text{s}^{-1}$ mellom Hogga og Lunde.

Her bør nevnes at usikkerheten ved fosforanalyser er $\pm 1 \text{ } \mu\text{gP} \cdot \text{l}^{-1}$.

Det er gjort en teoretisk drøftelse av hvordan minstevannføring og reduksjon i fosfor-belastning har innvirket på vannkvaliteten oppstrøms Lunde dam. De beregnede verdier er sammenstilt i tabell 14. I figur 4 er det gitt en grafisk fremstilling av resultatene.

Med den minstevannføring som er bestemt ($4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ om vinteren, $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ om sommeren) blir det en økning i fosfor-konsentrasjon fra ca. $3 \text{ } \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$ til ca. $14.9 \text{ } \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$. Hvis det med praktiske tiltak lar seg

fjerne 20 % av fosfor-belastningen (hele befolkningens andel) og den bestemte minstevannføringen opprettholdes, blir fosfor-konsentrasjonen oppstrøms Lunde dam ca. $12.2 \mu\text{g P}\cdot\text{l}^{-1}$. Hvis det er mulig å begrense landbrukets andel av belastning samtidig, vil tilsvarende fosfor-konsentrasjon bli ca. $9.5 \mu\text{g P}\cdot\text{l}^{-1}$.

Disse tall og beregninger bør betraktes som orienterende med de usikkerheter som knytter seg til selve analysene, prøvetakingen o.l. Allikevel gir svarene et bilde av hvor omfattende inngrepet blir.

Hydrobiologiske observasjoner

Ved feltundersøkelsene ble det gjort observasjoner av planktonsamfunn, begroingssamfunn (perifyton) og høyere planter. I det følgende vil resultatene bli kommentert.

Algeplankton. Resultatene (tabell 9) viser at det var en hovedsakelig ensartet forekomst av planktonalger på de undersøkte lokaliteter. Dette er rimelig ut fra den korte oppholdstid som vannmassene hadde på vassdragsstrekningen. Det var planktonsamfunnet i Flåvatnet som dannet utgangsbestand for populasjonene som ble funnet i Straumens vannmasser. Det lokale innslag av arter fra begroingssamfunn og sidevassdrag var av underordnet betydning.

Planktonets artssammensetning var karakteristisk for næringsfattige vannmasser (oligotrof natur). Grønnalger og kiselalger hadde størst forekomst, med henholdsvis 27 arter og 17 arter som ble identifisert. Dette artsantall ville øke vesentlig ved mer inngående biologisk analyse. Utvalget av blågrønnalger var betydelig (16 arter), men den kvantitative forekomst var liten. Flagellater (gullalger og fureflagellater) var representert med 11 arter, alle vanlige organismer i vassdrag på Østlandet.

Begroingsalger. En artsrik vegetasjon av begroingsalger ble påvist (tabell 10-11). Dette gjenspeiler såvel vannmassenes næringsfattige karakter, som den store variasjon av lokaliteter på vassdragsstrekningen med hensyn til strømhastighet og typer av substrat.

På strømsterke lokaliteter (vannhastighet $> 40 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$) var det frodig forekomst av Zygnema cf. skujae, Taballaria flocculosa og Bulbochaete sp. sammen med et artsrikt utvalg av pennate diatoméer. Samfunnet av fastsittende alger i Straumen kan etter sin sammensetning (Israelson 1945) karakteriseres å være av Zygnema - type (oligotrof natur).

I områder med stilleflytende vannmasser (vannhastighet $< 12 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$) var det et bunnsstrat av fin sand og tildels med noe leire. Her var algesamfunnet preget av encellede grønnalger og arter av bunnlevende diatoméer. Den mengdemessige forekomst av begroing var liten. Det kan nevnes at kransalgen Nitella cf. opaca vokste her.

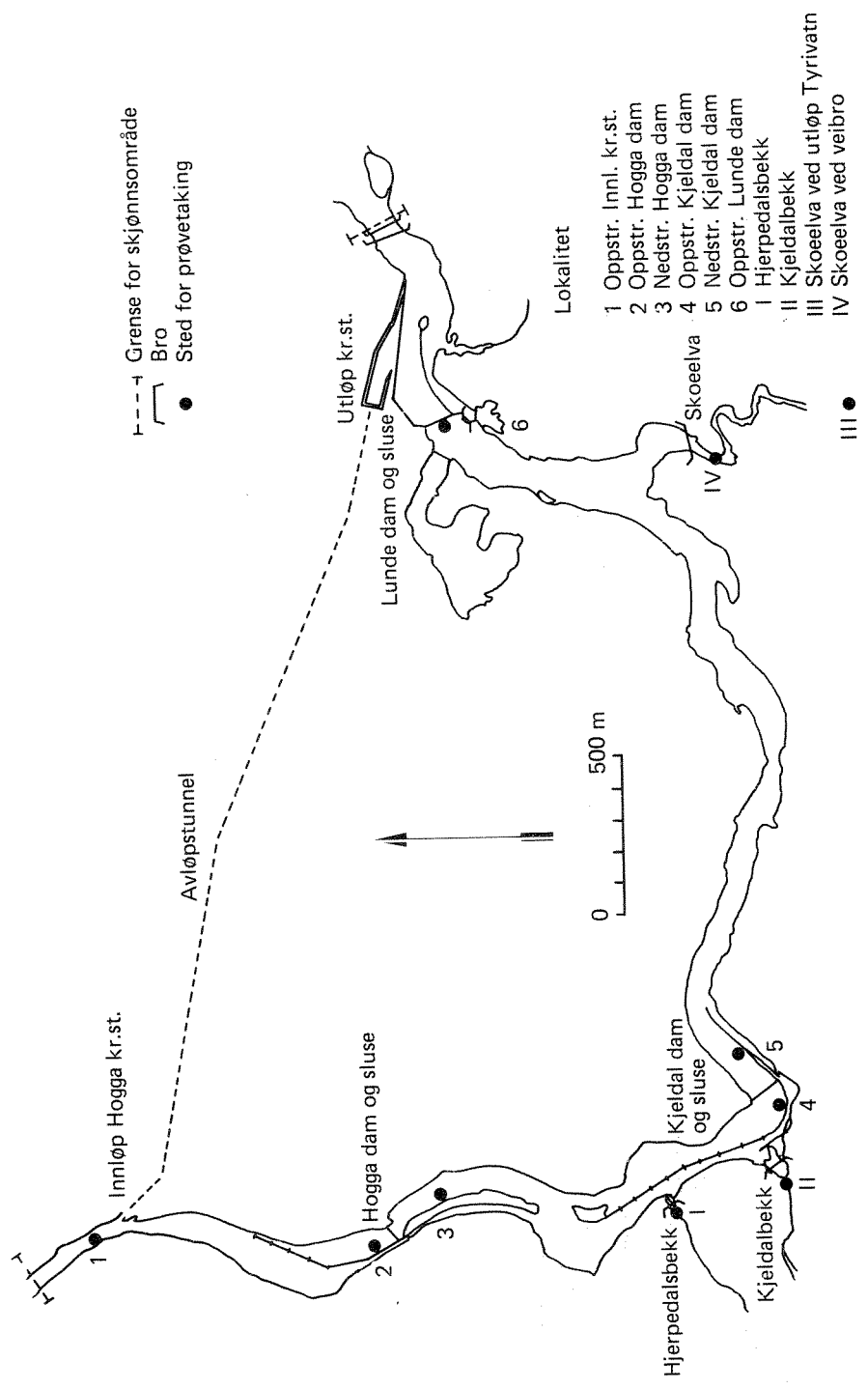
Vannmassenes forurensningspåvirkning kan bedømmes ut fra forekomst av indikator-arter (Stjerna - Pooth 1978, Skulberg 1984). Rentvannsorganismer var dominerende i undersøkelsesperioden. På lokale områder var det imidlertid utvikling av algearter (f.eks. Phormidium autumnale) som viser påvirkning med forurensninger.

Høyere planter. En artsliste for høyere planter er laget (tabell 12). I tabell 13 er det gitt en oversikt over forekomst av høyere vegetasjon på vassdragsstrekningen. Noen hovedtrekk om vegetasjonsutviklingen blir gitt i det følgende.

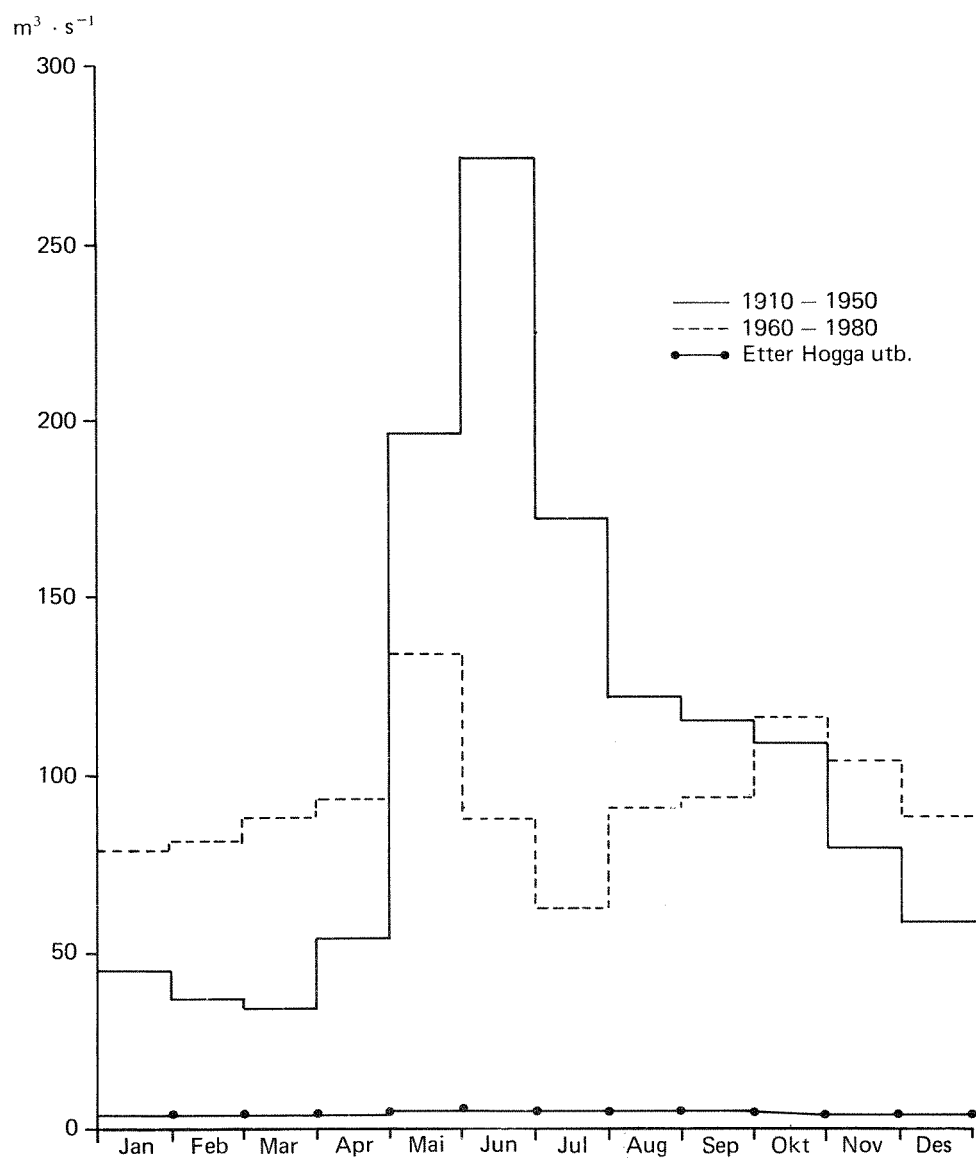
Det er flere faktorer som bestemmer vegetasjonsutviklingen av høyere planter i et vassdrag (Schulthorpe 1967). Strømhastighet vil direkte og indirekte medføre at det blir forskjellig utvikling på et rolig avsnitt i forhold til på et hurtigstrømmende parti. De vannkjemiske forhold kan bidra til å gi ulike frodighet i samfunnene. Den menneskelige påvirkning vil være knyttet til innflytelse gjennom forurensning (f.eks. eutrofiering) og forskjellige former for mekanisk skade (f.eks. båttrafikk). Fenologiske faktorer innebærer ulike forekomster av høyere vegetasjon gjennom årstidene.

Det er gode koloniseringsmuligheter for høyere planter i Straumen. Men under de rådende forhold var bl.a. erosjonsvirkninger og næringsfattig vann begrensende faktorer. Gjennomgående var en sparsom vegetasjon utviklet (tabell 13). Artsutvalget (tabell 12) gir et typisk inntrykk av hvordan planter med små krav til plantenæringsstoffer er fremtredende. Men det er tildels store lokale forskjeller. I enkelte avgrensede områder kan stor frodighet (gode vekstmuligheter) av høyere vannplanter registreres (f.eks. Straumen - ved innløp Skoeelva; oppstrøms Lunde dam). Dette kommer til uttrykk i høy individtetthet og større eksemplar av de arter som ellers har forekomst på vassdragsstrekningen. Et slikt forhold er vanlig, og beskrevet fra mange elver (Haslam 1978).

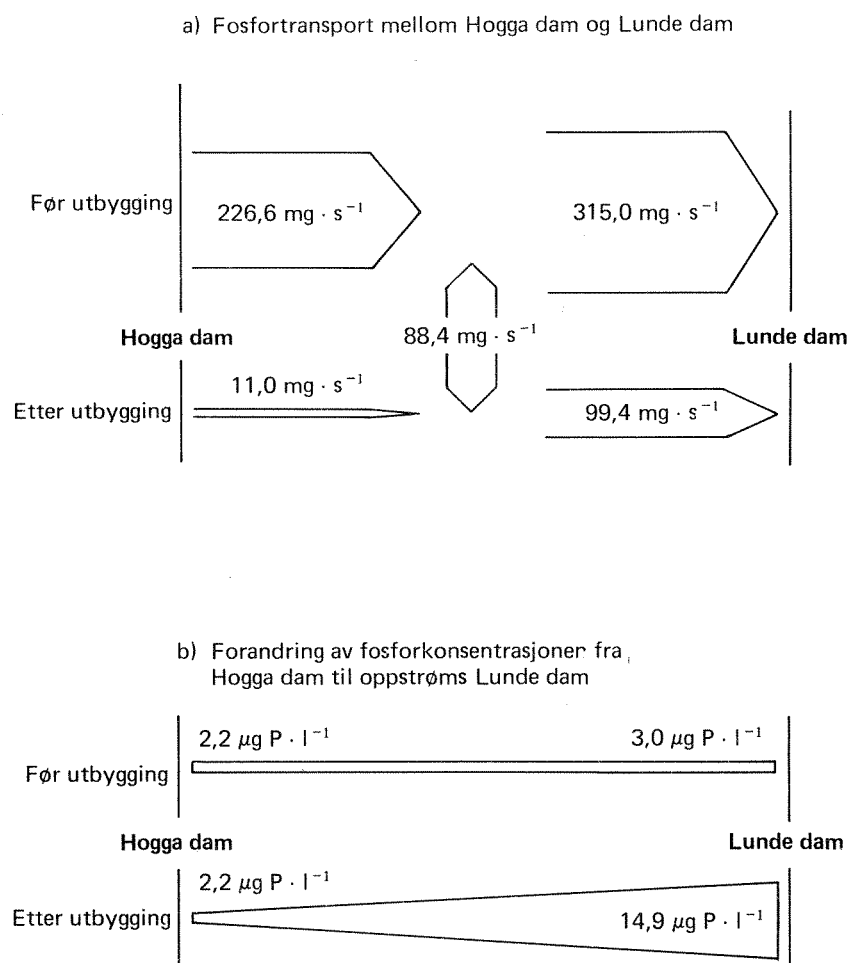
F I G U R E R



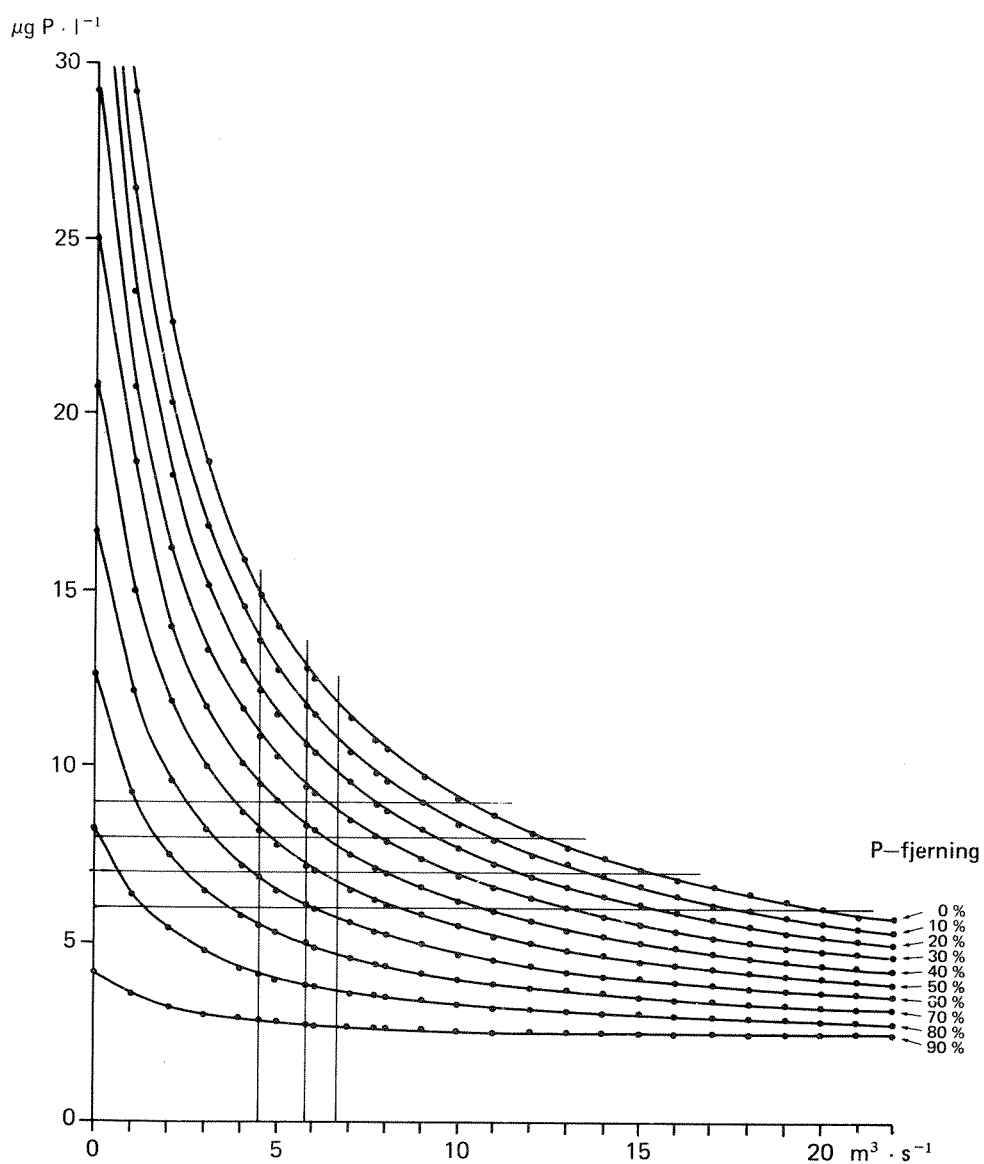
Figur 1. Kartskisse av skjønnsområdet med prøvetakingssteder.



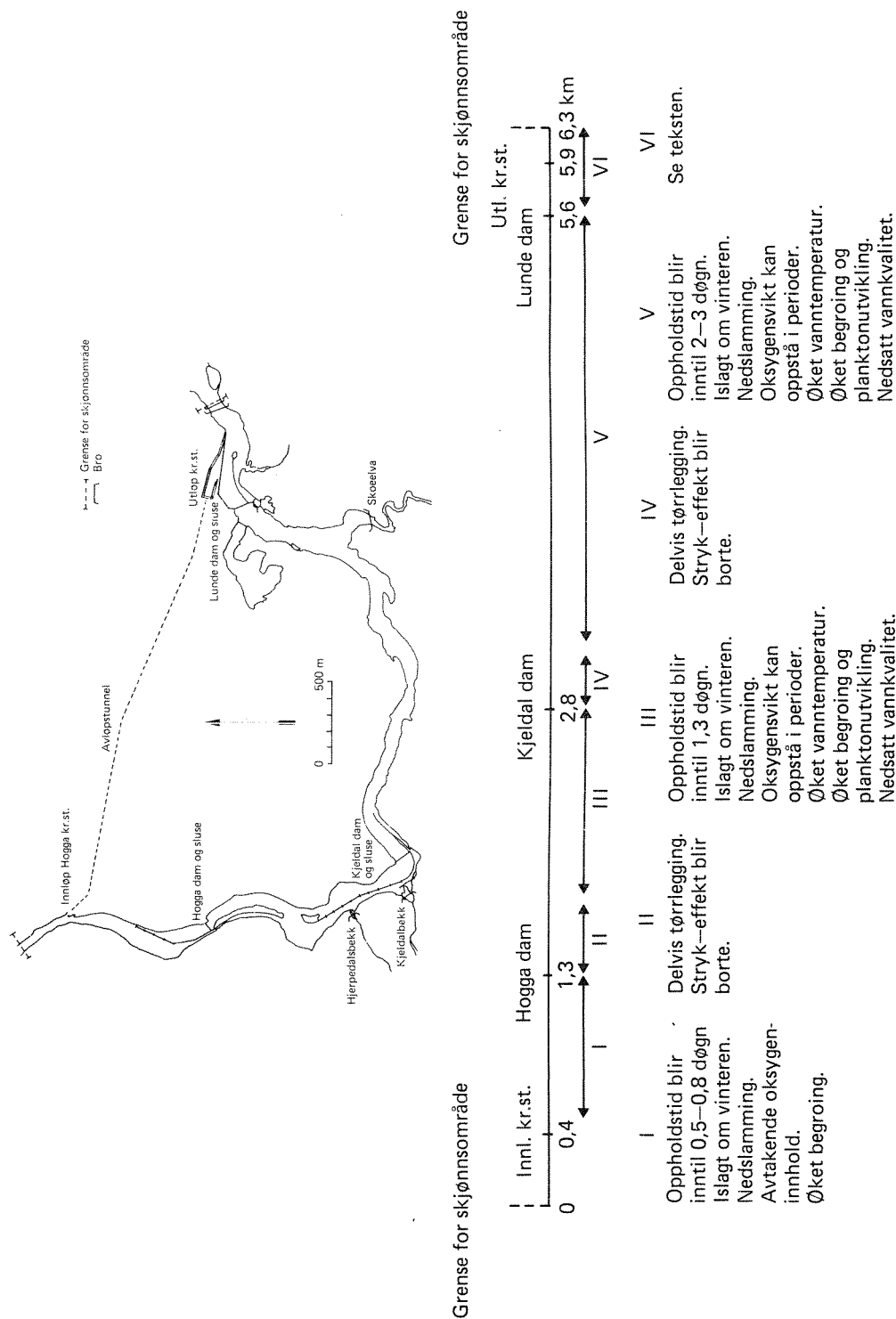
Figur 2. Månedlige middelvannføringer ved Hogga vanmerke i periodene 1910-1950, 1960-1980 og etter Hogga-utbyggingen.



Figur 3. Variasjoner i vannmassenes fosfor-innhold før og etter Hogga-utbyggingen. (Forklaring, se tekst).



Figur 4. Fosforkonsentrasjon ($\mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$) oppstrøms Lunde dam med variert minstevannføring ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) og fosforfjerning (%). (Forklaring, se tekst).



Figur 5. Forventede virkninger av Hogga-utbyggingen.

TABELLER

TABELL 1. FYSISKE OG KJEMISKE ANALYSEMETODER

ANALYSE-PARAMETER	ENHET	DETEKSJONS-GRENSE	METODE
Surhetsgrad	pH	0.1 pH	NS 4720. Orion pH-meter 801 A
Konduktivitet	$\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$, 25°C	$0.1 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$	NS 4721. PHILIPS PW9509
Fargetall	$\text{mgPt} \cdot \text{l}^{-1}$	$1 \text{ mgPt} \cdot \text{l}^{-1}$	NS 4722. PERKIN-ELMER, LAMBDA 5
Turbiditet	FTU	0.1 FTU	NS 4723. HACH 2110 A
Total fosfor	$\mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$	$1.0 \mu\text{gP} \cdot \text{l}^{-1}$	Oksydasjon til orto P med H_2O_2 UV-belysning
Ortofosfat	$\mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$	$0.5 \mu\text{gP} \cdot \text{l}^{-1}$	Filtrering gjennom membranfilter før konservering og analyse v.h.a. autoanalyser
Total nitrogen	$\mu\text{g N} \cdot \text{l}^{-1}$	$5 \mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$	UV-belysning. Bestemmes som NH_4 i autoanalyser
Nitrat	$\mu\text{g N} \cdot \text{l}^{-1}$	$1 \mu\text{gN} \cdot \text{l}^{-1}$	Autoanalyser
Klorid	$\text{mg Cl} \cdot \text{l}^{-1}$	$0.1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ionekromatografi, Waters
Kalsium	$\text{mg Ca} \cdot \text{l}^{-1}$	$0.01 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Atomabs. Perkin-Elmer 560
Sulfat	$\text{mg SO}_4 \cdot \text{l}^{-1}$	$0.1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ionekromatografi, Waters
Tot.org.karbon	$\text{mg C} \cdot \text{l}^{-1}$	$0.02 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Oksydasjon til CO_2 med persulfat. IR-metode, ASTRO

TABELL 2. KLIMAFORHOLD VED GVARV I 1984, 1985 OG 1986

MÅNEDLIG MIDDELTEMPERATUR °C

ÅR	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅRET
1984	-6.4	-5.1	-1.7	5.6	11.4	14.9	16.5	15.9	9.5	7.0	2.9	-0.5	5.8
1985	-11.0	-10.4	-0.3	2.9	11.2	14.0	15.6	14.0	7.9	6.3	-2.0	-8.9	3.2
1986	-10.3	-10.9	0.3	2.6	10.1	15.9	15.9						

MÅNEDLIG MIDDELTEMPERATUR, AVVIK FRA NORMALEN °C

ÅR	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅRET
1984	0.1	0.3	-0.6	1.0	1.1	0.5	-0.3	0.6	-1.1	1.7	2.2	2.7	0.6
1985	-4.5	-5.0	0.8	-1.7	0.9	-0.4	-1.2	-1.3	-2.7	1.0	-2.7	-5.7	-2.0
1986	-3.8	-5.5	1.4	-2.0	-0.2	1.5	-0.9						

ÅR	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅRET
NORMAL	-6.5	-5.4	-1.1	4.6	10.3	14.4	16.8	15.3	10.6	5.3	0.7	-3.2	5.2

MÅNEDLIG NEDBØR I MM

ÅR	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅRET
1984	62.2	34.8	11.4	18.6	132.3	50.3	50.1	129.0	97.9	183.2	93.2	78	941.0
1985	42.0	23.4	58.8	61.7	26.7	63.6	117.9	192.0	92.1	32.4	39.4	61.6	811.6
1986	61.0	0.3	50.6	21.0	79.0	42.6	38.1						

NEDBØRSUM I % AV NORMALEN

ÅR	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅRET
1984	127	109	50	51	314	81	56	130	117	232	119	126	128
1985	86	72	268	168	64	103	133	194	110	41	50	100	110
1986	124	0	232	57	188	69	43						

ÅR	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅRET
NORMAL	49	32	22	37	42	62	89	99	84	79	78	62	735

TABELL 3. MÅNEDLIGE MIDDELVANNFØRINGER ($m^3 \cdot s^{-1}$) VED HOGGA VANNMERKE.

Periode	J	F	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	ÅRET	HYDR. ÅR
1910-1950	45.0	36.7	33.8	53.6	195.5	274.3	171.0	120.6	113.7	108.3	78.2	57.1	107.6	107.6	107.2
1960-1980	78.6	81.9	87.7	93.2	132.5	87.3	61.9	89.7	92.7	114.9	103.4	87.3	92.6	92.6	92.6
1910-1985	57.8	52.0	50.9	64.8	174.7	209.2	134.6	111.1	108.2	110.8	89.6	70.5	103.1	103.1	102.8
Etter Hogga- utbyggingen	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	4.0	4.0	4.5	4.5	4.5

TABELL 4. FYSISKE- OG KJEMISKE ANALYSERESULTATER. PRØVETAKING 7. - 8. APRIL 1986

K O M P O N E N T E R	L O K A L I T E T E R									
	Oppstr. innl.kr.st.	Oppstr. Hogga dam	Oppstr. Nedstr. Kjeldal dam	Oppstr. Lunde dam	Hjerpedsals- bekken	Kjeldal- bekken	Utl.Tyrivatn	Innl.Straumen	Skoeeelva	
Temperatur °C	2.2	1.6	2.5	3.1	0.7	0.4	3.0	2.2		
Surhetsgrad pH	6.5	6.5	6.5	6.6	5.6	6.3	6.5	6.7		
Konduktivitet 25 °C mS·m ⁻¹	1.79	1.74	1.77	1.79	2.52	2.66	3.66	4.02		
Konduktivitet 20 °C µS·cm ⁻¹	16.1	15.7	15.9	16.1	22.7	24.0	33.0	36.2		
Fargetall mgPt·l ⁻¹	6.5	5.0	5.5	5.5	26.5	22.0	16.0	16.0		
Turbiditet FTU	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0	0.4	0.9		
Fosfor komp. µgP·l ⁻¹	2.5	2.0	5.5	2.5	3.5	4.0	2.5	4.0		
Orto-fosfat µgP·l ⁻¹	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	2.0	0.5	2.0		
Nitrogen.komp. µgN·l ⁻¹	303	251	282	236	354	482	617	399		
Nitrat µgN·l ⁻¹	135	134	139	148	200	280	370	455		
Klorid mgCl·l ⁻¹	0.7	0.8	0.8	0.8	1.2	1.1	1.8	2.0		
Kalsium mgCa·l ⁻¹	1.7	1.7	1.7	1.7	1.9	2.4	3.4	3.5		
Sulfat mgSO ₄ ·l ⁻¹	2.4	2.5	2.4	2.4	5.1	4.5	5.6	5.6		
Tot.org.karb. mgC·l ⁻¹	1.7	1.4	1.4	1.4	4.2	3.6	3.5	3.6		

TABELL 5. FYSISKE- OG KJEMISKE ANALYSERESULTATER. PRØVETAKING 1. - 2. JULI 1986

K O M P O N E N T E R	L O K A L I T E T E R									
	Oppstr. innl.kr.st.	Oppstr. Hogga dam	Oppstr. Nedstr. Hogga dam	Oppstr. Kjeidals- dam	Oppstr. Lunde dam	Hjerpedals- bekken	Kjeidals- bekken	Utl.Tyrvathn	Innl.Straumen	Skoelva
Temperatur °C	17.2	17.2	5.2	6.2	6.0	22.0	18.3	10.0	11.8	
Surhetsgrad	6.5	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8	6.7	6.8	
Konduktivitet 25 °C mS·m ⁻¹	1.69	1.75	1.78	1.84	1.88	3.37	2.79	3.25	3.27	
Konduktivitet 20 °C µS·cm ⁻¹	15.2	15.8	16.0	16.6	16.9	30.4	25.1	29.3	29.5	
Fargetall mgPt·l ⁻¹	5.0	5.2	5.6	6.2	6.0	22.0	18.3	10.0	11.8	
Turbiditet F T U	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.6	0.3	0.4	
Fosfor-komp. µgP·l ⁻¹	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	4.5	4.0	2.5	3.0	
Orto-fosfat µgP·l ⁻¹	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	0.5	1.5	0.5	0.5	
Nitrogen-komp. µgN·l ⁻¹	224	248	230	284	230	194	278	462	462	
Nitrat µgN·l ⁻¹	122	120	121	121	130	83	104	320	310	
Klorid mgCl·l ⁻¹	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.8	2.0	
Kalsium mgCa·l ⁻¹	1.83	1.82	1.80	1.86	1.87	3.00	3.03	3.20	3.19	
Sulfat mgSO ₄ ·l ⁻¹	3.8	3.5	4.8	4.6	4.1	3.9	6.1	8.4	8.8	
Tot.org.karb. mgC·l ⁻¹	1.50	1.35	1.28	1.45	1.46	2.59	3.19	2.72	2.75	

TABELL 6. OKSYGEN- OG LYSFORHOLD

Observervert 1. juli 1986

OKSYGENFORHOLD

Dyp m	OPPSTR. HOGGA DAM			OPPSTR. KJELDAL DAM			OPPSTR. LUNDE DAM		
	Temp. °C	Oksyg. mg·l ⁻¹	Metn. %	Temp. °C	Oksyg. mg·l ⁻¹	Metn. %	Temp. °C	Oksyg. mg·l ⁻¹	Metn. %
0	17.0	9.4	97.4	17.2	9.9	103.0	17.1	9.6	99.7
1	17.0	9.0	93.3	17.0	10.2	105.7	17.0	9.7	100.5
2	17.0	9.4	97.4	17.0	9.7	100.5	17.0	9.9	102.6
3	17.0	9.4	97.4	17.0	9.7	100.5	17.0	9.1	94.3
4	17.0	9.4	97.4						

LYSFORHOLD

Dyp m	OPPSTR. HOGGA DAM			OPPSTR. LUNDE DAM		
	$\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$			$\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$		
	Overfl.	Dyp	%	Overfl.	Dyp	%
0	106	53	50.0	400	87	21.8
1	115	40	34.8	410	50	10.9
2	117	25	21.4	410	37	9.0
3	120	17	14.2	410	22	5.4
4	120	11	9.2			
5	120	8.6	7.2			

TABELL 7. FYSISKE OG KJEMISKE ANALYSERESULTATER. HOGGA DAM OG LUNDE DAM

KOMPONENTER	DATO	A P R I L			M A I			J U N I			J U L I			
		01	04*	08	14	28	05*	12	26	09	23*	23	02	07
Surhetsgrad pH	HOGGA	6.7	6.4	6.5	6.5	6.4	6.4	6.4	6.6	6.5	6.4	6.1	6.6	5.5
	LUNDE	6.7	6.5	6.6	6.6	6.5	6.4	6.5	6.6	6.5	6.5	6.6	6.7	6.6
Konduktivitet 25 °C mS·m ⁻¹	HOGGA	1.95	1.58	1.74	1.67	1.74	1.59	1.65	2.00	1.75	1.66	1.78	1.75	1.77
	LUNDE	1.95	1.73	1.79	1.95	2.50	2.56	2.10	2.13	1.86	1.77	1.88	1.88	1.78
Konduktivitet 20 °C µS·cm ⁻¹	HOGGA	17.6	14.2	15.7	15.0	15.7	14.3	14.9	18.0	15.8	15.0	16.0	15.8	15.9
	LUNDE	17.6	15.6	16.1	17.6	22.5	23.1	18.9	19.2	16.8	15.9	16.9	16.9	16.0
Fargetall mgPt·l ⁻¹	HOGGA	5.5	5.0	5.0	4.0	5.7	7.5	6.0	6.0	4.2	10.0	6.4	5.2	5.8
	LUNDE	6.5	7.5	5.5	5.0	11.1	10.0	8.6	8.0	5.6	10.0	6.8	6.0	6.2
Turbiditet F·T U	HOGGA	0.5	0.3	0.2	0.4	2.1	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
	LUNDE	0.3	0.4	0.2	0.3	2.2	0.7	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3
Fosfor-komp. µgP·l ⁻¹	HOGGA	2.0	2.4	2.0	1.0	4.0	2.5	3.0	1.0	1.5	3.2	2.0	2.5	3.0
	LUNDE	2.0	4.4	2.5	1.5	6.0	3.5	2.5	1.5	2.0	5.4	2.0	2.5	2.5
Orto-fosfat µgP·l ⁻¹	HOGGA	0.5	0.3	1.0			0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	0.5	<0.5
	LUNDE	0.5	0.6	0.5			1.0	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	<0.5	1.0	<0.5
Nitrogen-komp. µgN·l ⁻¹	HOGGA	230	196	251	230	285	252	183	177	171	198	212	248	194
	LUNDE	263	220	236	266	443	360	270	264	216	210	224	230	194
Nitrat µgN·l ⁻¹	HOGGA	200	140	134	138	169	140	143	143	136	135	132	120	127
	LUNDE	179	170	148	178	315	290	215	198	151	150	145	130	121
Klorid mgCl·l ⁻¹	HOGGA	0.9	0.5	0.8	0.7	1.0	0.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0
	LUNDE	0.9	0.5	0.8	0.8	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0
Kalsium mgCa·l ⁻¹	HOGGA			1.72									1.82	
	LUNDE			1.72									1.87	
Sulfat mgSO ₄ ·l ⁻¹	HOGGA		2.6	2.5			2.2				2.3		3.5	
	LUNDE		2.8	2.4			4.3				2.6		4.1	
Tot.org.karbon mgC·l ⁻¹	HOGGA			1.36									1.35	
	LUNDE			1.36									1.46	

* Analysert på Vannlaboratoriet i Telemark.

TABELL 8. MIDDELVERDIER FOR KJEMISK VANNKVALITET I 1986
VED HOGGA DAM OG LUNDE DAM

KOMPONENTER		HOGGA DAM	LUNDE DAM
Surhetsgrad	pH	6.4	6.6
Konduktivitet	25 °C mS·m ⁻¹	1.74	1.99
Konduktivitet	20 °C μS·cm ⁻¹	15.7	17.9
Fargetall	mgPt·l ⁻¹	5.9	7.4
Turbiditet	F T U	0.5	0.5
Fosfor-komp.	μgP·l ⁻¹	2.3	3.0
Orto-fosfat	μgP·l ⁻¹	<0.5	0.5
Nitrogen-komp.	μgN·l ⁻¹	217	261
Nitrat	μgN·l ⁻¹	143	184
Klorid	mgCl·l ⁻¹	0.8	1.0

TABELL 9. FOREKOMST AV ALGER I HÅVTREKKPRØVER

PRØVESTEDER ARTER	Oppstr. Hogga kr.st		Nedstr. Hogga dam	Nedstr. Kjeldal dam		Nedstr. Lunde dam	
	7.4.86	1.7.86	8.4.86	8.4.86	1.7.86	8.4.86	2.7.86
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)							
Anabaena flos-aquae			+				
Aphanothece sp.					1	+	
Chroococcus sp.							1
Clastidium setigerum	+						
Coelosphaerium cf. kützingianum				+	1		
Cyanophanon mirabile				1			
Gomphosphaeria sp.	+					+	1
Merismopedia punctata	+		+	+			
Merismopedia sp.							+
Oscillatoria cf. bornetii							+
Oscillatoria cf. splendida	1			1		1	
Oscillatoria sp. (2-3 µm)			1				
Oscillatoria sp. (6-7 µm)	+	+				+	1
Phormidium sp. (2-3 µm)							1
Stigonema mamillosum			+	+			
Tolypothrix sp.				3	+		+
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)							
Bambusina brebissonii	1		+		+	+	
Binuclearia sp.	1	2	1		1	1	1
Botryococcus braunii			1		1		1
Bulbochaete sp.	+		1	1	+	+	
Closterium kützingii	+		+			+	
Closterium spp.					1		1
Coelastrum sp.					+		
Cosmarium depressum	+		+	+		+	
Cosmarium spp.	+	1			1		1
Crucigeniella rectangularis		1					1
Desmidium swartzii					+		

forts.

TABELL 9. (forts.) FOREKOMST AV ALGER I HÅVTREKKPRØVER

PRØVESTEDER ARTER	Oppstr. Hogga kr.st		Nedstr. Hogga dam	Nedstr. Kjeldal dam		Nedstr. Lunde dam	
	7.4.86	1.7.86	8.4.86	8.4.86	1.7.86	8.4.86	2.7.86
CHLOROPHYCEAE forts.							
Elakatothrix cf. genevensis	1	2	1	+	2	1	2
Euastrum sp.		+					+
Hyalotheca dissiliens		1	+		1	+	+
Micrasterias sp.		+	+		+		
Mougeotia spp.	1	1	2	1	2	2	2
Oedogonium spp.	1		+			+	
Oocystis lacustris	+	2	+		1		1
Penium cf. polymorphum		+		1			+
Pleurotaenium sp.			+				+
Sphaerocystis schroeteri		1	1				1
Spirogyra sp. (20 µm)			+			1	
Staurastrum spp.	+	1	+			1	1
Staurodesmus sp.		+					
Teilingia granulata		1	+		1		1
Xanthidium antilopaeum					+		1
Zygnema sp. (29 µm)		1		+	+		+
BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)							
Achnanthes spp.	1	1	2	2	2	1	1
Amphora ovalis	+						
Ceratoneis arcus			1	+		+	
Cymbella spp.	+		+	+		+	
Eunotia lunaris	1		2	1		1	+
Eunotia spp.		+			+	+	
Frustulia rhomboides	1	1	1	1	1	1	1
Gomphonema acuminata var. coronata	1	1	1	+		+	+
Nitzschia cf. acuta						+	
Pinnularia cf. viridis					+		
Pinnularia spp.	1	+	+			+	1
Stauroneis sp.	+						

forts.

TABELL 9. (forts.) FOREKOMST AV ALGER I HÅVTREKKPRØVER

PRØVESTEDER ARTER	Oppstr. Hogga kr.st		Nedstr. Hogga dam	Nedstr. Kjeldal dam		Nedstr. Lunde dam	
	7.4.86	1.7.86	8.4.86	8.4.86	1.7.86	8.4.86	2.7.86
BACILLARIOPHYCEAE forts.							
Stenopterobia intermedia	+		+	+	+	+	+
Surirella spp.	+		+	+		+	+
Synedra sp.	2	1	2	2		2	1
Tabellaria fenestrata	1	1	2	2	2	2	1
Tabellaria flocculosa	3	3	3	3	2	3	3
Ubest. små pennate kiselalger		2			2		2
CHRYSOPHYCEAE (Gullalger)							
Dinobryon divergens							1
Dinobryon cf. sertularia		2					
Dinobryon sociale var. americanum	1	1	1	1	3	2	2
Dinobryon suecicum	+						
Dinobryon sp.		2			1		1
Hyalobryon ramosum	1		+	1		+	
Hydrurus foetidus			+				
Mallomonas sp.	+						
Uroglena americana	+						
DINOPHYCEAE (Fureflagellater)							
Peridinium Inconspicuum	+		1	+		+	
Peridinium sp.		+					+

Vurderingsskala: + Observert

1 Lite

2 Vanlig

3 Mye

4 Dominant

TABELL 10. OVERSIKT OVER ALGER I BEGROINGSPRØVER

Prøvetaking 31. juli 1986

<p>CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)</p> <p>Calothrix cf. braunii</p> <p>Chlorogloea microcystoides</p> <p>Oscillatoria cf. beggiatoiformis</p> <p>O. bornetii</p> <p>O. cf. chlorina</p> <p>O. limosa</p> <p>O. sp. (2µm)</p> <p>Phormidium autumnale</p> <p>CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)</p> <p>Bulbochaete sp.</p> <p>Closterium parvulum</p> <p>Cosmarium undulatum</p> <p>Euastrum humerosum</p> <p>Mesotaenium endlicherianum</p> <p>Micrasterias truncata</p> <p>Mougeotia sp.</p> <p>Netrium digutus</p> <p>N. oblongum</p> <p>Nitella syncarpa</p> <p>Scenedesmus bijugatus</p> <p>Selenastrum bibraianum</p> <p>Spirogyra sp.</p> <p>Staurastrum alternans</p> <p>S. cingulum</p> <p>Tetraspora cf. gelatinosa</p> <p>Zygnema cf. skujae (25-30 µm)</p> <p>Z. sp. (15-20 µm)</p>	<p>BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)</p> <p>Achnanthes lanceolata</p> <p>Caloneis aerophila</p> <p>C. bacillum</p> <p>C. silicula</p> <p>Cymbella ventricosa</p> <p>Diatoma vulgare</p> <p>Eunotia valida</p> <p>Fragilaria construens</p> <p>Frustulia rhomboides</p> <p>Gomphonema acuminatum</p> <p>G. constrictum</p> <p>G. insigne</p> <p>G. lanceolatum</p> <p>Gyrosigma acuminatum</p> <p>Navicula cryptocephala</p> <p>N. cuspidata</p> <p>N. protracta</p> <p>N. cf. tuscula</p> <p>Neidium iridis</p> <p>Nitzschia filiformis</p> <p>N. sigmoidae</p> <p>Pinnularia microstauron</p> <p>Stauroneis anceps</p> <p>Surirella elegans</p> <p>Synedra ulna</p> <p>Tabellaria fenestrata</p> <p>T. flocculosa</p> <p>EUGLENOPHYCEAE</p> <p>Euglena cf. acus</p>
---	---

TABELL 11. FOREKOMST AV BEGROINGSALGER

Prøvetaking 31. juli 1986

Nedstr. Hogga dam Begroingsprøve	Oppstr. Kjeldal dam Begroingsprøve	Nedstr. Kjeldal dam Begroingsprøve
Bulbochaete sp. 1	Oscillatoria bornetii 1	Calothrix cf. braunii 2
Closterium parvulum 1	O. cf. chlorina 2	Chlorogloea microcystoides 1
Euastrum humerosum 1	O. limosa 1	
Netrium oblongum 1	O. sp. (2µm) 3-4	Bulbochaete sp. 1
Tetraspora cf. gelatinosa 2	Phormidium autumnale 2	Mougeotia sp. 1
Zygnema cf. skujae 4		Zygnema cf. skujae 4
	Bulbochaete sp. 1	Z. sp. 3
Tabellaria flocculosa 3	Micrasterias truncata 1	
	Netrium digutus 1	Tabellaria flocculosa 3
	Staurastrum cingulum 1	
	Eunotia valida 1	
	Gomphonema lanceolatum 1	
	Gyrosigma acuminatum 1	
	Navicula cryptocephala 1	
	N. cuspidata 1	
	N. protracta 1	
	Neidium iridis 1	
	Nitzschia filiformis 1	
	Surirella elegans 1	
	Tabellaria fenestrata 1-2	
	T. flocculosa 3	
	Euglena f. acus 1	

forts.

TABELL 11. (forts.) FOREKOMST AV BEGROINGSALGER

Prøvetaking 31. juli 1986

Oppstr. Kjeldal dam Epifytter på <u>Juncus</u> <u>bulbosus</u> f. <u>fluitans</u>	Oppstr. Lunde dam Slamprøve	Nedstr. Lunde dam Begroing på høyere planter
Oscillatoria bornetii 1	Scenedesmus bijugatus 2	Oscillatoria cf. beggia- toiformis 1
Bulbochaete sp. 4	Selenastrum bibraianum 2	O. bornetii 1
Cosmarium undulatum 2	Spirogyra sp. 1	O. cf. chlorina 1
Mesotaenium endlicherianum 1	Caloneis aerophila 1	O. sp. (2µm) 2
Netrium oblongum 1	Frustulia rhomboides 2	Phormidium autumnale 3
Staurastrum alterans 1	Gomphonema insigne 1	
	Pinnularia microstauron 1	Bulbochaete sp. 1
Caloneis silicula 1	Tabellaria flocculosa 3	Nitella cf. opaca 3
Cymbella ventricosa 1		
Eunotia valida 1		Achnanthes lanceolata 4
Fragilaria construens 1		Caloneis bacillum 1
Gomphonema acuminatum 1		Cymbella ventricosa 1
G. constrictum 2		Diatoma vulgare 2
Navicula cuspidata 1		Fragilaria construens 2
N. cf. tuscula 1		Nitzschia filiformis 1
Stauroneis anceps 1		Tabellaria flocculosa 3
Synedra ulna 1		
Tabellaria flocculosa 3		

Vurderingsskala: + Observert 3 Mye
1 Lite 4 Dominant
2 Vanlig

TABELL 12. ARTSLISTE FOR HØYERE PLANTER

Observerert i Straumen 31. juli 1986

LATINSKE NAVN	NORSKE NAVN
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Vassgro
<i>Angelica silvestris</i> L.	Sløke
<i>Callitriche</i> cf. <i>hamulata</i> Kütz.	Klovasshår
<i>Carex gracilis</i> Curt.	Kvass-starr
<i>Comarum palustre</i> L.	Myrhatt
<i>Elatine hydropiper</i> L.	Korsevjeblom
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	Elvesnelle
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br.	Mannasøtgras
<i>Isoetes echinospora</i> Dur.	Mykt brasmegras
<i>Juncus bulbosus</i> f. <i>fluitans</i> (Lam.) Fr.	Krypsiv
<i>Lobelia dortmanna</i> L.	Botnegras
<i>Lysimachia thyrsoflora</i> L.	Gulldusk
<i>Lysimachia vulgare</i> L.	Fredløs
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	Bukkeblad
<i>Myosotis caespitosa</i> C.F. Schultz	Dikeminneblom
<i>Myrica gale</i> L.	Pors
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> L.	Tusenblad
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sm.	Gul nøkkerose
<i>Nymphaea alba</i> L.	Stor nøkkerose
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Moench.	Mjølkerot
<i>Potamogeton natans</i> L.	Vanlig tjønnaks
<i>Scirpus acicularis</i> L.	Nålsivaks
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx.	Flotgras
<i>Sparganium</i> L. sp.	Piggknopp

TABELL 13. OVERSIKT OVER HØYERE VEGETASJON

Observasjoner utført 31. juli 1986

LOKALITET	BEGROINGSSAMFUNN/HØYERE PLANTER, MOSER
Utløp Flåvatn, Strengen	Callitriche sp. Lobelia dortmanna Carex gracilis Myriophyllum alterniflorum Elatine hydropiper Scirpus acicularis Glyceria fluitans Sparganium sp. Juncus bulbosus f. fluitans
Hogga dam, elveside oppstrøms dammen	Angelica silvestris Myosotis caespitosa Comarum palustre Peucedanum palustre
Hogga dam, nedstrøms, elveside ved steinur	Sparsom begroing av <u>Juncus bulbosus</u> f. <u>fluitans</u> , <u>Myriophyllum alterniflorum</u> . Spredt forekomst av <u>Callitriche</u> sp.
Strekningen Hogga-Kjeldal	Lokale begroinger av <u>Carex gracilis</u> , <u>Equisetum fluviatile</u> og <u>Glyceria fluitans</u>
Oppstrøms Kjeldal dam ved utløp av bekk	Tilgroing med <u>Potamogeton natans</u> . Strandnært forekommer <u>Carex gracilis</u> , <u>Myrica gale</u> , <u>Lysimachia thyrsoiflora</u> , <u>Lysimachia vulgare</u> . Liten forekomst av <u>Equisetum fluviatile</u> .
Kjeldal dam, elveside, oppstrøms dammen	Typisk undervegetasjon av <u>Juncus bulbosus</u> f. <u>fluitans</u> . Spredte eksemplar av <u>Myriophyllum alterniflorum</u> . <u>Isoetes echinospora</u> på lokale områder. Noen få eks. av <u>Lobelia dortmanna</u> .
Kjeldal dam, elveside ved steindemning	Strandstein med mose som nedstrøms Hogga dam. I strykområder frodig begroing av grønnalger.
Nedstrøms Kjeldal dam (ved merkestein)	På stilleflytende partier (sandbunn) spredt forekomst av <u>Sparganium</u> sp.

forts.

TABELL 13. (forts.) OVERSIKT OVER HØYERE VEGETASJON

LOKALITET	BEGROINGSSAMFUNN/HØYERE PLANTER, MOSER
Skoer bru, innmunningsområde til Straumen	Frodig tilgroingsområde med <u>Equisetum fluviatile</u> . Ledsagende vegetasjon: <u>Menyanthes trifoliata</u> , <u>Nuphar luteum</u> og <u>Carex gracilis</u> , samt <u>Peucedanum palustis</u> nær land. På dypere områder flytebladsvegetasjon av <u>Potamogeton natans</u> , <u>Lobelia dortmanna</u> og noe <u>Sparganium</u> sp.
Lunde dam, oppstrøms	Vegetasjon av <u>Carex gracilis</u> , <u>Menyanthes trifoliatus</u> , <u>Alisma plantago-aquatica</u> . Spredte eks. av <u>Equisetum fluviatile</u> . Flytebladsvegetasjon av <u>Potamogeton natans</u> . I viker <u>Nymphaea alba</u> og frodig forekomst av <u>Equisetum fluviatile</u> . På leirbunn <u>Scirpus acicularis</u> .
Lunde bru, ved idrettsplass ovenfor jernbanebrua	<u>Lobelia dortmanna</u> . Sparsom undervegetasjon av <u>Callitriche</u> sp. og <u>Myriophyllum</u> sp. Spredte eksemplar av <u>Alisma plantago-aquatica</u> . Kransalgen <u>Nitella</u> cf. <u>opaca</u> vokste her.

TABELL 14. BEREGNEDE FOSFORKONSENTRASJONER ($\mu\text{gP}\cdot\text{l}^{-1}$) OPPSTRØMS LUNDE DAM
MED VARIERT MINSTEVANNFØRING ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) OG FOSFORFJERNING (%)

Q_H $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	T										
	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	85 %	90 %
	88.4	79.6	70.7	61.9	53.0	44.2	35.4	26.5	17.7	13.3	8.84
1	29.2	26.4	23.5	20.7	17.8	15.0	12.1	9.3	6.4	5.0	3.6
2	22.6	20.5	18.3	16.2	14.0	11.9	9.7	7.5	5.4	4.3	3.2
3	18.6	16.9	15.2	13.4	11.7	10.0	8.2	6.5	4.8	3.9	3.0
4	15.9	14.5	13.0	11.6	10.1	8.7	7.2	5.8	4.3	3.6	2.9
4.5	14.9	13.6	12.2	10.9	9.5	8.2	6.9	5.5	4.2	3.5	2.8
5	14.0	12.8	11.5	10.3	9.0	7.8	6.5	5.3	4.0	3.4	2.8
5.8	12.8	11.7	10.6	9.4	8.3	7.2	6.1	5.0	3.9	3.3	2.7
6	12.5	11.5	10.4	9.3	8.2	7.1	6.0	4.9	3.8	3.3	2.7
7	11.4	10.4	9.5	8.5	7.5	6.5	5.6	4.6	3.6	3.1	2.7
7.7	10.7	9.8	8.9	8.0	7.1	6.2	5.3	4.4	3.5	3.1	2.6
8	10.5	9.6	8.7	7.9	7.0	6.1	5.2	4.4	3.5	3.1	2.6
9	9.7	9.0	8.2	7.4	6.6	5.8	5.0	4.2	3.4	3.0	2.6
10	9.1	8.4	7.7	6.9	6.2	5.5	4.7	4.0	3.3	2.9	2.5
11	8.6	7.9	7.2	6.6	5.9	5.2	4.5	3.9	3.2	2.9	2.5
12	8.1	7.5	6.9	6.3	5.6	5.0	4.4	3.8	3.1	2.8	2.5
13	7.7	7.2	6.6	6.0	5.4	4.8	4.2	3.7	3.1	2.8	2.5
14	7.4	6.9	6.3	5.8	5.2	4.7	4.1	3.6	3.0	2.7	2.5
15	7.1	6.6	6.1	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.7	2.4
16	6.8	6.3	5.9	5.4	4.9	4.4	3.9	3.4	2.9	2.7	2.4
17	6.6	6.1	5.7	5.2	4.7	4.3	3.8	3.3	2.9	2.7	2.4
18	6.4	5.9	5.5	5.0	4.6	4.2	3.7	3.3	2.8	2.6	2.4
19	6.2	5.8	5.3	4.9	4.5	4.1	3.7	3.2	2.8	2.6	2.4
20	6.0	5.6	5.2	4.8	4.4	4.0	3.6	3.2	2.8	2.6	2.4
21	5.8	5.4	5.1	4.7	4.3	3.9	3.5	3.1	2.8	2.6	2.4
22	5.7	5.3	4.9	4.6	4.2	3.8	3.5	3.1	2.7	2.6	2.4
0	42.1	37.9	33.7	29.5	25.2	21.0	16.9	12.6	8.4	6.3	4.2

Q_H , minstevannføring ved Hogga

T , fosfortilskudd mellom Hogga og Lunde

DISKUSJON

RESONNEMENT

Utbyggingen av Hogga kraftverk vil medføre en serie med forandringer på vassdragsstrekningen. Når det gjelder vannkvalitet (resipient) og begroing (alger og høyere planter), er følgende faktorer av særlig interesse:

- Endrede strømforhold og oppholdstider
- Forandring i sedimentasjonsbetingelser (nedslamming)
- Nye konsentrasjonsforhold av plantenæringsstoffer
- Endringer i produksjon og nedbrytning av organisk stoff (selvrensningsevne)
- Nye temperaturforhold
- Nye nivåer for oksygenkonsentrasjoner
- Utvikling av nye organismesamfunn (begroing).

Hvordan samvirket mellom de endrede fysiske, kjemiske og biologiske miljøfaktorer blir, vil - sammen med vassdragsstrekningens forurensningsbelastning - være avgjørende for de praktiske følger som utbyggingen får. Intensitet, hyppighet og varighet av virkninger som kommer, vil bl.a. være bestemt av forhold som minstevannføring, flomslipp og praktiske tiltak i nærområdet.

Inngrepet som blir gjort, og konsekvensene som følger, kan på enkelte måter sammenliknes med etablering av en kunstig avsnørt meander (meander = elvesving). Kortslutningen av vannmassene gjennom Hogga kraftverk tilsvarer at elven bryter igjennom elvesvingen. Elvesvingen omdannes til en bueformet vannsamling (engelsk: oxbow lake, Reid et al. 1976). Vannsamlingen får en mer eller mindre innsjøpreget karakter. Tilstedeværelsen av de oppdemmede områdene i Straumen gir en tilnærmet form av likhet. De stilleflytende partier oppstrøms Hogga dam, Kjeldal dam og Lunde dam blir de kunstige systemer med egenskaper som nærmer seg "oxbow lakes".

VANNKVALITET

Som følge av Hogga-utbyggingen vil det gjennom direkte og indirekte virkende faktorer bli en endring i vannmassenes kvalitet i Straumen. Særlig betydningsfullt er følgende forhold. Før inngrepet var nærområdet (det lokale nedbørfelt til Straumen) av underordnet betydning for vannkvalitet og forurensningstilstand. Etter inngrepet vil nærområdet bli av helt avgjørende

viktighet i denne forbindelse. En betraktning av transport og konsentrasjon av fosfor-forbindelser på vassdragsstrekningen anskueliggjør situasjonen. De utførte beregninger er foretatt på årsbasis og med middelverdier av målte konsentrasjoner.

I figur 3 er det gitt en fremstilling av konsekvenser som Hogga-utbyggingen kan få for mengder og konsentrasjoner av fosfor-forbindelser i Straumens vannmasser. Det blir en redusert fosfor-transport gjennom systemet. Etter utbyggingen vil imidlertid teoretisk $88.4 \text{ mg} \cdot \text{s}^{-1}$ fosfor av en samlet mengde på $94.4 \text{ mg} \cdot \text{s}^{-1}$, utgjøre bidrag fra det lokale nedbørfelt (figur 3, a). Med den reduserte vannmengde gjennom Straumen, vil det da på vassdragsstrekningen som berøres, etter beregningen bli en økning i konsentrasjon av fosfor-forbindelser fra $2.2 \text{ } \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$ til $14.9 \text{ } \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$ (figur 3, b). Før Hogga-utbyggingen var konsentrasjonen av fosfor-forbindelser i Straumen i størrelsesorden $2.2 - 3.0 \text{ } \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$.

Det kan understrekes at den foretatte beregning har flere usikkerheter ved seg. Beregningsgrunnlaget er bl.a. svakt statistisk underbygget. Forholdene med de lave fosfor-konsentrasjoner som ble målt i de lokale tilrenningselvene (tabell 4 og 5), tilsier ikke at betydelig fosfor-forurensning når Straumen. Men tatt i betraktning de observerte biologiske forhold, og at fosfor er det primært begrensende næringsstoff for planteveksten, vil Hogga-utbyggingen utvilsomt medføre vesentlige kvalitetsmessige forandringer på den berørte vassdragsstrekningen. Dette vil gjelde for de fleste kjemiske og biologiske faktorer som er bestemmende for vannmassenes forurensningstilstand.

VIRKNINGER

Det er i løpet av de siste hundre år at Telemark-vassdraget i særlig grad er blitt tatt i bruk for menneskelig virksomhet. Dette har fått omfattende konsekvenser for vassdragsforholdene. Når det gjelder Eidselva, er den opprinnelige situasjon i denne del av Vest-Telemark-vassdraget relativt godt beskrevet (Helland 1900). Straumen var et elveløp med stri strøm, delvis med partier med betydelige flomområder. De største fallstrekningene var ved Hogga, Kjeldal og Lunde. Da demninger og sluser ble bygget, medførte dette at strømområdene ble oppdemmet. Også tidligere

flomområder ble satt under vann. Men hele vassdragets vannføring strømmet fortsatt gjennom systemet.

Hogga-utbyggingen innebærer at vannføringen i Straumen blir sterkt redusert (Hetager 1985). Bare en liten vanngjennomstrømning opprettholdes, med $4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ om vinteren og $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ om sommeren. I det følgende drøftes konsekvenser av dette på utvalget avsnitt av vassdragsstrekningen. I figur 5 er det laget en skjematisk oversikt over slike forventede virkninger av Hogga-utbyggingen.

Avsnitt I, innløp kraftstasjon til Hogga dam

Lengde omlag 1.1 km. Vannmassenes oppholdstid blir inntil 0.5 - 0.8 døgn. Forholdsvis stilleflytende vann vil prege området. Sedimentering av partikler vil gjøre seg gjeldende (nedslamming). Islegging om vinteren, og varmere vann om sommeren vil motvirke oksygenopptak. Et visst avtakende innhold av oksygen i vannmassene vil oppstå. Tilgroing med vannvegetasjon vil finne sted.

Avsnitt II, nedstrøms Hogga dam - elveløpet (ikke kanalen)

Lengde omlag 0.3 km. Med unntak av noen kulper, blir dette området tørrlagt. Dette var et strykp parti som bl.a. sørget for innblanding av luft i vannmassene. I forhold til tidligere blir oksygenopptak vanskeliggjort. Den opprinnelige vannvegetasjon forsvinner. Mer landpreget vegetasjon vil etablere seg.

Avsnitt III, oppstrøms Kjeldal dam

Lengde omlag 1.5 km. To sidebekker munner inn her (Hjerpedsbekk og Kjeldalbekk, flombekker av skogtilhørighet). Vannmassenes oppholdstid blir inntil 1.3 døgn. De forholdsvis stillestående vannmasser medfører sedimentering av slam. Det opprinnelige flomområdet som er neddemmet, vil kunne medføre betydelig oksygenforbruk i lokale plantebestander. Islegging og øket vanntemperatur om sommeren nedsetter oksygenopptak. Stor biologisk aktivitet vil følge øket begroing og planktonutvikling i dette avsnitt. Nedsatt vannkvalitet er knyttet til eutrofieringen.

Avsnitt IV, nedstrøms Kjeldal dam - elveløpet (ikke kanal)

Lengde omlag 0.2 km. I store trekk vil forholdene bli påvirket som nevnt under avsnitt II.

Avsnitt V, oppstrøms Lunde dam

Lengde omlag 2.6 km. Dette er den største del av Straumen som blir influert av Hogga-utbyggingen. Samtidig er det her den største belastning med forurensninger gjør seg gjeldende (avrenning med overflatevann, utslipp). Skoeelva munner ut nær Lunde dam. Den er noe forurenset av landbruk, bebyggelse og industri. Vannmassenes oppholdstid blir inntil 2-3 døgn. Eutrofivirkningen (se under avsnitt I og III) blir tydelige. Tilgroing med vannvegetasjon vil finne sted. Oppblomstringer av enkelte planktonalger kan skje i perioder.

Avsnitt VI, nedstrøms Lunde dam

I dette avsnitt blir situasjonen lite endret sammenliknet med tidligere. Vannet som slipper gjennom kraftstasjonen vil være dominerende. Dette kan medføre en forholdsvis stabil vannføring. Ofte kan slike betingelser gi muligheter for masseutvikling av begroingsalger (Skulberg 1985). Men bunnmaterialet i dette avsnitt av vassdraget er lite egnet for vekst av alger. Bare på større steiner vil frodig algeutvikling finne sted.

VURDERING

Forandringene i resipientforhold og vannkvalitet er først og fremst knyttet til at det strømmende vann i stor grad forsvinner fra Straumen, og at restvannet blir kvalitetsmessig dominert av påvirkninger fra det lokale nedbørfelt.

Det strømmende vann holdt sedimenter i bevegelse, partikler som forurenset ble transportert vekk. Prosesser av selvrensing som tidligere foregikk mens vannet var i bevegelse, vil heretter foregå på det aktuelle vassdragsavsnitt (mineralisering, oksygenforbrukende nedbrytning osv.). Restvassdraget får imidlertid karakter hverken av innsjø eller elv.

En innsjøes prosesser gjør seg gjeldende gjennom vannmassenes volum og oppholdstider. Elvens prosesser er bestemt av transport og bevegelsesenergi. Straumen omdannes til en mellomstusituasjon, tilnærmet en kunstig laget, avsnørt meander.

Eutrofieringsutvikling vil bli fremtredende. Den økte konsentrasjon av plantenæringsstoffer vil medføre større biologisk produksjon av alger og vannplanter i det hele. Erfaringer fra andre norske vassdrag hvor liknende inngrep er foretatt, gir holdepunkter for dette. Det kan bl.a. vises til områder med tilgroingsproblemer i andre deler av Telemark-vassdraget (Malme et al. 1974) og Otra (Skulberg 1979). Høyere vegetasjon har tidligere vært holdt nede i Straumen på grunn av vannføringens mekaniske virkninger (Ræstad 1986). Stilleflytende vann gir økt sedimentering av finmateriale. Dette vil gi gode vekstvilkår for undervannsvegetasjon (Skulberg 1974). Sedimentene vil gjennom dette stabiliseres og muliggjøre bedre utvikling av også overvannsvegetasjon. Høyere vegetasjon vil øke i utbredelse. Elvesnelle (Equisetum fluviatile) vil f.eks høre til plantene som vil kunne få hurtig kolonisering, og bidra til å prege forholdene (Malme et al. 1974).

I sum vil de nye forhold medføre at Straumen blir betydelig svekket som resipient. For i fremtiden å kunne opprettholde god vannkvalitet, vil det være behov for effektive forurensningsbegrensende tiltak. Det blir nødvendig med skjøtsel av restvassdraget med praktiske forholdsregler (bl.a. bruk av spyleflommer). Det foreliggende hydrobiologiske kunnskapsgrunnlag bør brukes til å lage en faglig plan for stell av Straumen til formålet.

HENVISNINGER

- Bjørlykke, K.O. (1940): Utsyn over Norges jord og jordsmonn. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 156. Oslo.
- Bjørvik, T. (1985): Handlingsplan for turist- og utmarksnæring i Nome kommune. Nome kommune, januar 1985.
- Borgkonsult A/S (1974): Generalplan for Nome kommune. Hefte 5. Handlingsprogram 1974-1981. Sarpsborg, juni 1974.
- Brehm, J. & Meijering M.P.D. (1982): Fliessgewässerkunde. Einführung in die Limnologie der Quellen, Bäche und Flüsse. Heidelberg.
- Haslam, S.M. (1978): River plants. The macrophytic vegetation of watercourses. Cambridge.
- Helland, A. (1900): Topografisk-statistisk beskrivelse over Bratsberg amt. Norges land og folk, VIII. Kristiania.
- Hetager, S.E. (1985): Hoggautbyggingen - skjønn. Beskrivelse av utbyggingen og de hydrologiske forhold i det aktuelle elveavsnitt. Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, Statskraftverkene, sept. 1985.
- Hetager, S.E. (1986): Hoggautbyggingen. Skjønn. Beskrivelse av endel hydrologiske forhold på det berørte elveavsnitt. Statkraft.
- Holtedahl, O. (1953): Norges geologi. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 164. Oslo.
- Israelson, G. (1949): On some attached Zygnematales and their significance in classifying streams. Botaniska Notiser, Häfte 4, pp. 313-358.
- Kotai J., Krogh, T. & Skulberg, O.M. (1978): The fertility of some Norwegian inland waters assayed by algal cultures. Mitt. Internat. Verein. Limnol., 21, pp. 413-436.

- Langeland, Å. A/S (1972): Generalplan for Nome kommune. Hefte 1. Naturgrunnlag - miljøvern. Sarpsborg, januar 1972.
- Malme L. & Skulberg, O. (1974): Masseutvikling av elvesnelle (Equisetum fluviatile L.) i Norsjø. 0-190/70, Norsk institutt for vannforskning, 30. desember 1974.
- Norsk institutt for vannforskning (1979): Telemark-vassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979. 0-70112. Oslo, 15. august 1979.
- Norsk institutt for vannforskning (1980 a): Telemarkvassdraget ovenfor Skottfoss. Overvåkingsrapport for 1979. 0-70112. Oslo, 21. mars 1980.
- Norsk institutt for vannforskning (1980 b): Hoggautbyggingen. Eventuell minstevannføring over dammen ved Hogga sluse. 0-80116. Oslo, 9. desember 1980.
- Norsk institutt for vannforskning (1984): Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. 0-82014. Oslo, 13. august 1984.
- Otnes, J. og Ræstad, E. (1971): Hydrologi i praksis. Oslo.
- Reid, G.K. & Wood, R.D. (1976): Ecology of inland waters and estuaries. New York.
- Rouse H. (1950): Engineering hydraulics. New York.
- Ræstad, E. (1986): Hogga-utbyggingen. Hydrologisk rapport (Foreløpig utgave). Hydroconsult, 15.06.1986.
- Schulthorpe, C.D. (1967): The biology of aquatic vascular plants. London.
- Skulberg, O.M. (1974): Begroing i norske vassdrag, virkninger av regulering. Norsk institutt for vannforskning årsbok 1973, pp. 27-37.
- Skulberg, O.M. (1979): Skjønn Øvre Otra - vannkvalitet, begroing og resipientforhold. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 0-79057, 20. august 1979.

- Skulberg, O.M. (1984): Begroing.
I: Vassdragsundersøkelser - en metodebok i limnologi. Red. K. Vennerød, Norsk Limnologforening, Universitetsforlaget, Oslo, pp. 167-179.
- Skulberg, O.M. (1985): Effects of stream regulation on algal vegetation. In: Regulated Rivers. Eds. A. Lillehammer & S.J. Saltveit. Oslo.
- Solem A. (1954): Norske kraftverker.
Teknisk Ukeblad 100 års Jubileum, Oslo.
- Stjerna-Pooth, I. (1978): Undersökning av benthos och kartering av vattnets kvalitet i sjöar och rinnande vatten. Statens Naturvårdsverk, ISBN 91-38-03755-6, Lund.
- Sundborg, Å. (1977): Älv, kraft, miljø. Vattenkraftutbyggnadens miljøeffekter. Stockholm.
- Telemark fylkeskommune (1981): Vannbruksplanlegging. Fylkesplanrapport 1, 1982. Skien, desember 1981.
- Telemark fylkeskommune (1986): Fylkesplan 1987-1989. Skien, 18. april 1986.
- Tveiten, V. (1986): Opplysninger om vann- og kloakkforhold. Hoggautbyggingen. Seljord, april 1986.
- Van Dyne, G.M. (1969): The ecosystem concept in natural resource management. New York.