

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

O - 198/72

Notat om endrede resipientforhold
ved eventuell full utbygging av
Otravassdraget

Blindern, desember 1973

Cand.real. Geir Jørgensen

Cand.real. Olav Skulberg

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
1. BAKGRUNN	3
2. BEFARING I OKTOBER 1973.	3
3. STASJONER VED PRØVETAKINGEN	3
4. BIOLOGISKE FORHOLD	7
5. HYDROKJEMISKE FORHOLD	11
6. BETRAKTNINGER OM VISSE REGULERINGSVIRKNINGER	14
7. AVSLUTNING	17

FIGURFORTEGNELSE

Figur 1. Otras nedbørfelt. Stasjoner ved prøvetaking	5
--	---

TABELLFORTEGNELSE

1. Begroingsorganismer i Otra 4. oktober 1973	8-9
2. Bakteriologiske analyseresultater av prøver tatt i Otra 4. oktober 1973	10
3. Hydrologiske analyseresultater	12-13

1. BAKGRUNN

I november 1972 ble det av Norsk institutt for vannforskning etter henvendelse fra Interessentskapet Øvre Otra utarbeidet et notat om endrede resipientforhold ved full utbygging av Otravassdraget. Notatet innebar en påpeking av at det manglet holdepunkter om vassdragets hydrografiske og biologiske forhold. Vassdragsundersøkelser for formålet var ikke foretatt i Otra. En vurdering av konsekvenser for vassdraget ved en eventuell videre utbygging forutsetter kunnskap om forholdene i Otra.

Det er fremdeles (desember 1973) ikke foretatt vassdragsundersøkelser i Otra. På oppfordring fra Miljøverndepartementet ble det i oktober 1973 gjort en befaring langs vassdraget. I dette notat behandles erfaringene som nå foreligger. Skriftet er et tillegg til instituttets notat datert november 1972.

2. BEFARING I OKTOBER 1973.

I tiden 3. - 5. oktober 1973 ble det foretatt en befaring av Otravassdraget for å samle inn data om vannkvalitet og biologiske forhold. De foreliggende reguleringsplaner gjelder i første omgang Øvre Otra (vassdragsavsnitt nord for Brokke). Et inngrep av de antydde dimensjoner vil ha betydning for store deler av vassdraget, og ved befaringen ble derfor hele elvestrekningen fra Breivatn - Kristiansand tatt med.

Det foreligger ingen tidligere resultater av undersøkelser av hydrokjemiske forhold i Øvre Otra. Ved en befaring 22. - 23. november 1972 ble det innsamlet vannprøver. Analyseresultatene av dette materialet er inkludert i dette notat.

3. STASJONER VED PRØVETAKINGEN

Prøver ble innsamlet på 12 stasjoner fordelt langs vassdraget. Stasjonenes plassering fremgår av kartskissen, figur 1. I det følgende blir det gitt noen korte kommentarer om de enkelte stasjoner.

- St. 1 Utløp Breivatn
Vannføringen var god. Steinbunn med store blokker. Benthos innsamlet, men dyr ikke funnet. Sparsom vegetasjon. Ingen synlig påvirkning av vassdraget.
- St. 2 Bro nord for Haslemo kraftverk
Vannføring god. Steinbunn varierende. Fattig benthos. Ingen synlig påvirkning av vassdraget.
- St. 3 Bykil
Vannføringen god. Steinbunn. Fattig benthos, frodig forekomst av blågrønnalger. Ingen synlig påvirkning av vassdraget.
- St. 3a Sør for innløp Verå
Meget liten vannføring. Steinbunn. Skum på overflate. Reguleringsvirkning gjør seg sterkt gjeldende.
- St. 3b Nord for Valle
Meget liten vannføring. Steinbunn. Skum. Reguleringsvirkning gjør seg sterkt gjeldende.
- St. 4 Sør for Valle (v/bro)
Lite vann. Begroing. Dyr ikke observert. Fattig vegetasjon, frodig forekomst av grønnalger. Mye skum, svak lukt. Reguleringspåvirket. Kloakkvannsforurensning.
- St. 5 Halle
Vannføring god. Fattig benthos. Noe skum. Reguleringspåvirket.
- St. 6 Innløp Byglandsfjord
Normal vannstand. Lokalitet med stilleflytende vann. Fattig benthos, ingen dyr observert. Ingen synlig påvirkning av vassdraget.

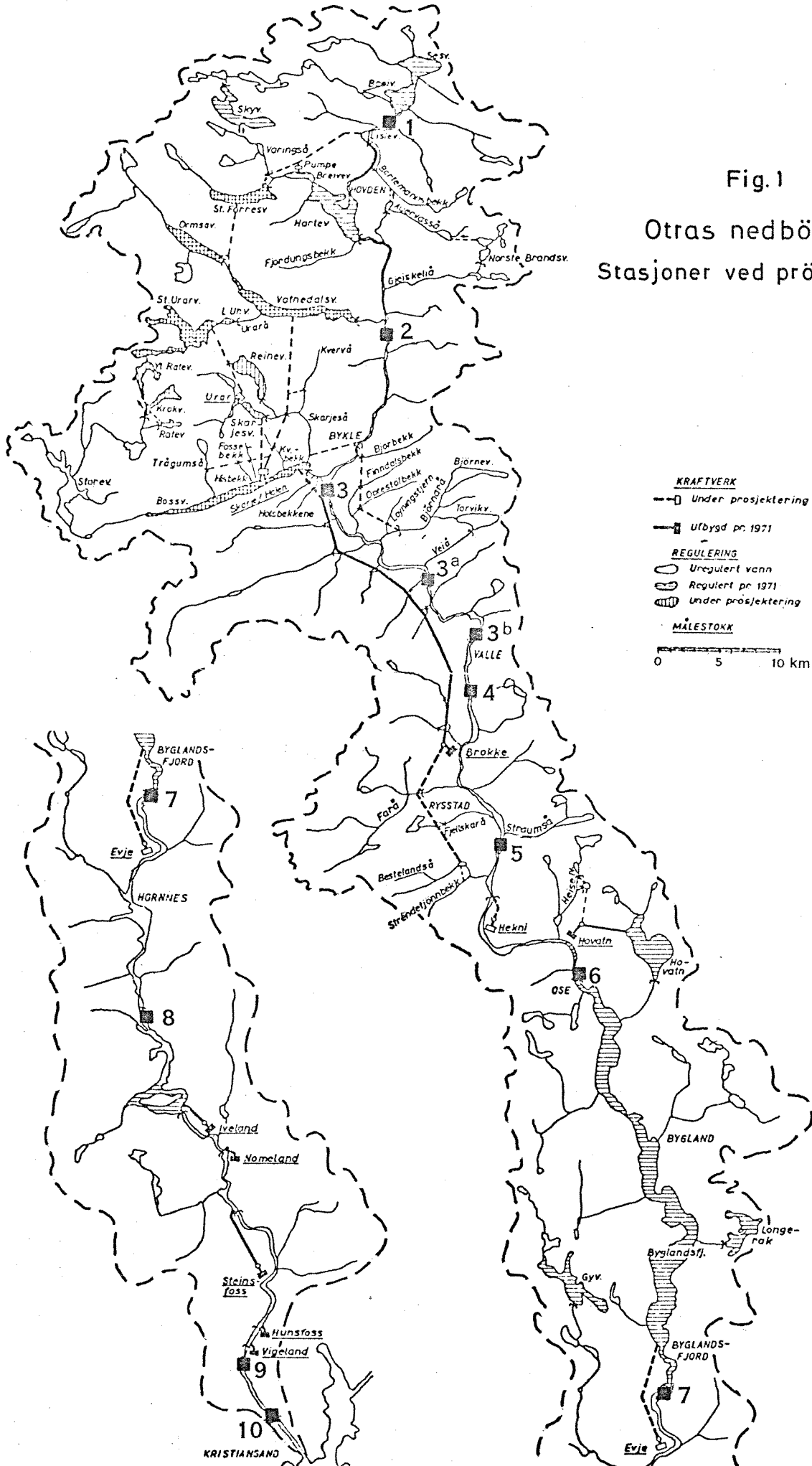


Fig.1
Otrás nedbørfelt
Stasjoner ved prøvetaking

St. 7 Utløp Byglandsfjord

Stryk over steinbunn. Fattig benthos, ingen dyr observert. Grønnalge med stor dekningsgrad dominerende. Ingen synlig påvirkning av vassdraget.

St. 8 Klepp

Stilleflytende vann over gjørmebunn. Benthos rikere og av noe annen type enn på stasjoner oppstrøms. Vegetasjon bestående bl.a. av elvesnelle. Noe eutrofiert.

St. 9 Nedstrøms Hunsfoss

Stryk over steinbunn. Belegg på elvebunnen med fibermasse. Heterotrof begroing. Sterkt forurensningsbelastet.

St. 10 Hagen

Stille partier avvekslende med stryk. Belegg på elvebunnen med fibermasse. Heterotrof begroing. Sterkt forurensningsbelastet.

4. BIOLOGISKE FORHOLD

Observasjoner av biologiske forhold er stilt sammen i tabellene 1 og 2. Materialet er for lite og innsamlet på et tidspunkt som ikke gjør det mulig å gi noen samlet vurdering av forholdene i Otra representativt for vassdraget.

Begroingsorganismene i prøvene besto hovedsakelig av trådformige alger, gjerne med én art i dominans, og et varierende utvalg av påvekstalger. Enkelte benthiske alger var særlig fremtredende. Disse omfatter *Microspora* sp. (st. 2, st. 6); *Stigonema mamillosum* (st. 3, st. 5) og *Zygnema* sp. (st. 4, st. 5, st. 7, st. 8). Det gjorde seg gjeldende en svak tendens med avtakende mengdemessig forekomst av grønnalger nedover langs vassdraget og tiltakende forekomst av diatomeer. Et unntak gjaldt for *Zygnema* sp. som hadde særlig frodig utvikling på stasjonene 7 og 8. På stasjonene 9 og 10 var de biologiske forhold helt preget av masseforekomsten med sopp (*Fusarium aquaeductuum*), bakterier og protozoer.

Det sparsomme materiale av fauna tillater ikke noen behandling av vassdragets dyreliv. På st. 2 og 3 ble bare tomme puppehus av vårfluer funnet, mens larver i hus (trolig av slekten *Limnophilus*) forekom på st. 5. Stasjon 8 skilte seg ut i henhold til stasjonsbeskrivelsen og faunaen bar preg av dette. Vårfluellarven *Polycentropus* sp. og iglen *Helobdella stagnalis* forekom her.

De bakteriologiske analyseresultater (tabell 2), viser at elva hovedsakelig er lite påvirket av sivilisatorisk virksomhet på strekninger med vannføringen i behold, nærmest ubetydelig ned til og med stasjon 6 og delvis 7. Spesielle forhold preger resultatene for Valle (st. 4).

Tabell 1. Begroingsorganismer i Otra 4. oktober 1973.

Organismer	Stasjon									
	2	3	4	5	6	7	8	9/10		
CYANOPHYCEAE										
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Nägeli				+						
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun										+
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenb.) Nägeli	1			+						+
<i>Oscillatoria</i> Vaucher sp.		1				1				1
<i>Pseudanabaena</i> Lauterb. sp.	2		1	2						1
<i>Stigonema mamillosum</i> (Lyngb.) Ag.		5		4	1					
Ubestemte trådformete blågrønnalger		1	2	1	2				1	2
CHLOROPHYCEAE										
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	+	+								
<i>Arthrodesmus incus</i> (Breb.) Hass.	+									
<i>Cosmarium quadratulum</i> (Gay) de Toni		+	+							+
<i>Cosmarium</i> Corda spp.	1	1		1						
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille		+				+				
<i>Gonatozygon kinahani</i> (Arch.) Rabenh.	2									
<i>Microspora</i> Thuret. sp.	4		2	2	3		1			1
<i>Mougeotia</i> Ag. sp.	2	1	1	2			1			
<i>Oedogonium</i> Link sp.	+									
<i>Penium</i> Bréb. sp.	2	1	1	1						
<i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerh.						+				
<i>Scenedesmus falcatus</i> Chod.	+									
<i>Staurastrum</i> Meyen sp.	+			+	1					+
Ulothrichales		1	+	2	2					
<i>Zygnema</i> Ag. sp.			4	4	1		5			5
BACILLARIOPHYCEAE										
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.			+							
<i>Achnanthes</i> Bory sp.	1		1	1	1					+
<i>Cocconeis</i> Ehrenb. sp.						+				
<i>Cyclotella</i> Kütz. sp.						+				+

(Fortsatt)

Tabell 2. Bakteriologiske analyseresultater av prøver
tatt i Otra 4. oktober 1973.

Stasjon	Kimtall 20°C	Kimtall 37°C	Coliforme /100 ml	Termostabile coliforme/100 ml
1	160	5	0	0
2	340	15	0	0
3	490	45	1	0
4	190	230	3	0,5
5	>1300	120	0	0
6	>1200	240	0,5	0,5
7	>1100	300	11	7
Evje	410	270	10	1
8	>2600	>930	14	6
Steins- foss	>2200	350	14	5
9	>2600	Overgr.	Overgr.	Overgr.
10	Overgr.	Overgr.	>960	Overgr.

5. HYDROKJEMISKE FORHOLD

Kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet i Otra 22. - 23. november 1972 og 3. - 5. oktober 1973 er stilt sammen i tabell 3.

Det foreliggende datamateriale er svært lite. Resultatene indikerer en tre-deling av Otra ut fra vannkvaliteten i vassdraget.

Surhetsgrad, elektrolytisk ledningsevne, farge, organisk stoff, total nitrogen, sulfat og jern viser mer eller mindre jevne verdier på st. 1 - st. 3, Otras øverste løp. Fra st. 3 - st. 5 og st. 6 er surhetsgraden lavere (størst nedgang mellom st. 3 og st. 3a.), mens flere av de andre parametre øker i verdier i dette område. Etter en mindre utpreget overgangssone fra st. 6 - st. 8, kommer Otras nedre løp (st. 9 og st. 10) med de spesielle hydrokjemiske forhold.

Denne inndelingen er i samsvar med de øvrige observasjoner fra befaringen. Vannføringsforholdene er bl.a. av avgjørende betydning. På elvestrekningen mellom st. 1 og st. 3 har Otra god vannføring, og det var ingen direkte synlig påvirkning av vassdraget. Fra st. 3a til st. 4 var det meget lite vann i elven, reguleringspåvirkninger var tydelige og forurensningsvirkninger gjorde seg gjeldende. Elvestrekningen st. 5 til st. 8 viste varierende forhold, mens elvestrekningen st. 9 til st. 10 var fullstendig preget av forurensningsbelastning fra industri, boligkloakk og avrenningsvann fra jordbruk.

Tabell 3. Hydrokjemiske analyseresultater.

		22. - 23. november 1972											
Parameter	Stasjon	1	2	3	3a	3b	4	5	6	7	8	9	10
pH		6,34	6,20	6,01	-	-	6,06	6,00	5,71	5,63	5,57	5,08	5,12
Spes. el. ledn. e.	$\mu\text{S/cm } 20^{\circ}\text{C}$	12,0	11,2	11,1	-	-	27,6	11,9	17,6	12,5	12,5	30,05	27,0
Farge,	mg Pt/l	11,5	8,0	11,5	-	-	13,0	13,0	29,0	10,0	38,0	54,0	46,0
Permanganattall	mg O/l	1,11	1,11	1,26	-	-	2,37	1,19	3,56	1,74	5,77	22,92	14,70
Total fosfor	$\mu\text{g P/l}$	3	3	3	-	-	8	3	12	3	11	8	7
Total nitrat	$\mu\text{g N/l}$	145	155	165	-	-	230	145	160	175	185	140	175
Nitrat	$\mu\text{g N/l}$	50	70	80	-	-	140	80	90	100	100	90	80
Alkalitet, 4,5 ml N/10 HCl/l		1,36	1,31	2,33	-	-	1,47	1,09	2,82	2,08	2,93	1,66	1,81
Alkalitet, 4,0 ml N/10 HCl/l		2,12	2,17	3,28	-	-	2,27	1,86	3,67	2,91	3,79	2,67	2,78
Kalsium	mg Ca/l	1,10	0,94	0,86	-	-	2,72	0,98	1,29	0,86	0,81	1,08	1,09
Magnesium	mg Mg/l	0,18	0,18	0,19	-	-	0,40	0,09	0,40	0,19	0,18	1,52	1,00
Natrium	mg Na/l	0,75	0,63	0,65	-	-	1,60	0,86	1,15	0,81	0,91	2,02	1,81
Kalium	mg K/l	0,14	0,19	0,18	-	-	0,44	0,19	0,25	0,24	0,24	0,52	0,31
Klorid	mg Cl/l	0,8	1,0	1,0	-	-	2,2	1,2	1,6	1,2	1,2	2,8	2,8
Sulfat	mg SO_4/l	< 1	< 1	< 1	-	-	4,6	< 1	2,8	1,5	2,2	< 1	< 1
Jern	$\mu\text{g Fe/l}$	15	30	45	-	-	130	35	140	60	320	115	95

(Fortsatt)

Tabell 3. Fortsatt.

Parameter	3. - 5. oktober 1973											
	1	2	3	3a	3b	4	5	6	7	8	9	10
Stasjon												
pH	6,60	6,47	6,23	5,75	5,77	5,72	5,76	5,65	5,66	5,22	5,64	5,39
Spes. el.ledn.e. $\mu\text{S/cm } 20^{\circ}\text{C}$	11,6	11,3	10,6	12,7	13,7	14,0	12,2	12,3	12,6	16,6	24,7	26,5
Farge, mg Pt/l	8,0	12,0	8,0	13,5	19,5	15,5	15,5	12,0	12,0	27,5	73,0	78,0
Permanganattall mg O/l	1,58	1,58	1,50	2,69	3,32	3,16	1,90	2,05	1,03	2,37	14,85	13,59
Total fosfor $\mu\text{g P/l}$	4	2	2	3	3	38	6	3	2	4	8	7
Total nitrat $\mu\text{g N/l}$	125	130	135	135	150	160	190	145	150	200	165	210
Nitrat $\mu\text{g N/l}$	40	50	50	40	40	40	50	50	70	70	20	70
Alkalitet, 4,5 ml N/10 HCl/l	0,62	-	0,45	0,40	-	0,36	0,36	0,37	0,30	0,27	0,35	0,36
Alkalitet, 4,0 ml N/10 HCl/l	1,26	-	1,12	1,12	-	1,03	1,01	1,01	0,99	0,93	1,06	1,02
Kalsium mg Ca/l	1,25	1,03	0,99	1,00	1,17	1,20	1,00	0,98	0,89	1,03	1,23	1,21
Magnesium mg Mg/l	0,18	0,19	0,17	0,21	0,22	0,23	0,19	0,18	0,20	0,24	0,91	1,03
Natrium mg Na/l	0,85	0,93	0,82	0,93	0,98	0,99	0,95	0,96	1,09	1,30	2,28	2,37
Kalium mg K/l	0,12	0,14	0,14	0,15	0,19	0,20	0,19	0,15	0,16	0,25	0,31	0,41
Klorid mg Cl/l	1,4	1,4	1,2	1,4	1,4	1,6	1,4	1,4	1,8	2,0	3,0	3,2
Sulfat mg SO_4/l	1,8	1,5	1,8	2,5	2,5	2,5	2,0	1,9	1,8	2,7	4,4	4,3
Jern $\mu\text{g Fe/l}$	20	20	20	40	50	60	40	40	25	60	80	100

6. BETRAKTNINGER OM VISSE REGULERINGSVIRKNINGER

På grunn av mangel på observasjoner og holdepunkter om forhold i vassdraget er det ikke mulig å trekke noen inngående konklusjoner om et eventuelt reguleringsinngreps betydning for interesser som knytter seg til Otra og de vannforekomstene som berøres. Noen betraktninger omkring spørsmål som er reist i denne sammenheng kan i noen grad kommenteres.

Hydrologiske og fysiske forhold.

I de områder hvor elvens vannføring blir redusert, vil selvsagt fortynningsmulighetene bli minsket. Dette gjelder i første rekke elvestrekningen fra Harte vann ned til utløpet fra kraftverkstunnelen. Vannføringsreglementet vil være avgjørende for endringer i fortynningsmulighetene i vassdragsområdene nedstrøms utløpstunnelen.

Selv om bosetning og den menneskelige aktivitet i dag er relativt liten langs de øvre deler av vassdraget, vil den minste vannføring som har vært antydning, kunne føre til sjenerende forurensningsvirkninger. Dette gjelder i første rekke for tettsteder (som f.eks. Valle), i jordbruksområder og hvor det er fritidsbebyggelse.

Nedstrøms utløpet vil vannføringsreglementet være bestemmende for eventuelle endringer i forurensningssituasjonen.

Det foreligger ingen observasjoner som viser den partikulære materialtransport i Otra i dag. Langs de øvre deler av vassdraget er løsavsetningene langs elven forholdsvis sparsomme. Det er ingen isbreer i nedbørfeltet. Man skulle derfor anta at den naturlige erosjon og partikulære materialtransport er liten.

I hvilken grad erosjonsforholdene vil bli endret, avhenger av mange faktorer knyttet bl.a. til løsavsetninger og bunnmateriale i de regulerte innsjøområder.

Ved reduksjon av flomtoppene i vassdraget vil naturlige spylevirkninger av elveleiet bli mindre effektive eller forsvinne. Dette kan gi opphav til skader for hydrobiologiske forhold i vassdraget.

Vannmassene i små vassdrag og vannforekomster reagerer alltid raskere på endringer i klima og lufttemperatur enn store. På de elvestreknin-
ger hvor vannføringen reduseres, vil derfor vannets temperaturvaria-
sjoner bli større og mer markerte enn tidligere.

Innsjøenes varmeopplagringsevne vil endres i forhold til hvordan maga-
sinenes størrelse blir og tidsperiodene for oppmagasinering av vann.
Dette kan bl.a. bety endringer i de forskjellige termiske perioders
v varighet og endringer i temperaturfluktuasjoner. I sin tur vil dette
ha biologiske konsekvenser for vassdraget.

Ved å transportere vann gjennom tunnelsystemer fra høyland til lavland
kan spesielle temperaturvirkninger komme i stand. Det er for store
deler av Otra grunn til å regne med lavere sommertemperatur og høyere
vintertemperatur i elvevannet som følge av slike inngrep. Det er nød-
vendig med undersøkelser både for å finne frem til eventuelle tempera-
turendringers størrelsesorden og variasjonsmønster. Hva dette vil med-
føre av konsekvenser for vassdraget som økologisk system, bør utredes.

Økologiske forhold og innvirkning på selvrensningseffekten.

Uønskede virkninger av vassdragsreguleringer har sammenheng med fysiske,
kjemiske og biologiske faktorer som blir forandret. Endringer av vann-
føring, av strømforhold og vannstand gjør seg gjeldende ved å forandre
det fysiske og kjemiske miljø som vassdraget naturlig har, og livsbe-
tingelsene for organismene blir derved påvirket. Dette medfører at or-
ganismesamfunnene forandrer sammensetning og struktur i områder av et
vassdrag som er influert av disse inngrep.

Otra-vannet har fra naturens side forholdsvis liten bufferkapasitet, og
tilførsel av forurensninger og surt vann vil derfor gi vidtgående bio-
logiske virkninger. Det er holdepunkter for å anta dette ut fra tid-
ligere utførte eksperimentelle undersøkelser. Ved en eventuell videre

regulering av vassdraget vil disse virkninger bli uheldig forsterket. Både fortynningsmuligheter og selvrensningsevne i vassdraget vil bli påvirket i negativ retning.

Enkelte utnyttingsmuligheter.

Vassdragets resipientkapasitet er avhengig av flere forhold, bl.a. avløpsvannets mengde og kvalitet (som igjen henger sammen med renses- tekniske tiltak) og vassdragets vannføring og det reguleringsbetingede mønster for styring av vannføring. Generelt vil en liten elv være en svakere resipient og kreve mer omfattende renses- tekniske tiltak for avløpsvann sammenliknet med en stor elv.

I Otrås øvre løp vil det ved en eventuell regulering kunne oppstå merkbare forurensningsproblemer ved tettbebyggelser, hytteområder osv. hvis ikke avløpsvannet blir tatt hånd om på en betryggende måte. Dette vil innebære bruk av omfattende renses- tekniske tiltak. For Otrås nedre løp vil også inngrepet i vannføring ha konsekvenser for vass- dragets bruk som resipient.

Vannforsyningsforholdene i den delen av dalføret hvor elvens vannføring eventuelt blir redusert, kan bli skadelidende. Dette gjelder både vannforsyninger som direkte er basert på ellevann, eller som har grunn- vannsforsyning med infiltrering av ellevann. En eventuell sterkere grad av forurensning eller en senket grunnvannsstand kan betinge dette.

7. AVSLUTNING

Det knytter seg mange interesser til Otra-vassdraget, som f.eks. utnyttelse til vannforsyningsformål, resipient for avløpsvann, fløting, reguleringsinteresser, forskningsinteresser m.m. Dessuten er vassdraget i natursammenheng en del av landskapet hvor mennesker lever og har sitt virke. Otra er av grunnleggende betydning for samfunnsutviklingen i dalføret.

Elven kan imidlertid ikke tilfredsstillende alle bruksområdene uten at det har konsekvenser for vannmassenes kvalitet, og uten at de økologiske forhold i vassdraget blir forandret. Dette er nå dokumentert gjennom de erfaringer som foreligger. Store deler av vassdraget bærer preg av den menneskelige virksomhet som pågår i nedbørfeltet og med selve vassdraget.

Bestrebelsene må gå ut på å bevare vassdraget for en mangesidig bruk. Målsettingen for Otra vil være som for andre vassdrag:

Å sikre tilgangen på tilfredsstillende vann til husholdning, jordbruk og industri.

Å opprettholde og verne om betydningen vassdraget har som natur og utvikle produksjonsmuligheter knyttet til vassdraget.

Å ivareta vitenskapelige og kulturelle verdier knyttet til Otra, og skape harmoni mellom vassdraget og samfunnet det skal tjene.

For å kunne realisere en slik målsetting må vassdraget forvaltes og brukes som en sammenhengende naturressurs. De enkelte bruksinteresser må vurderes mot hverandre, og lokale og sektorielle hensyn må ikke veie for tungt i denne bedømmelsen. Kunnskap om Otra er en nødvendig forutsetning for rasjonell bruk og vern av vassdraget.

For å kunne bedømme de eventuelle nye reguleringsinngrepenes virkninger på Otra, er det nødvendig å gjøre en undersøkelse av vassdraget

side-elver. Redusering av vannmengden i Otra som følge av at vannet ledes i tunell, vil få konsekvenser for resipientforholdene ved å innvirke på fortynningsmulighetene, og ved at selvrensningsegenskapene vil nedsettes p.g.a. sterk forandring i biologiske forhold. Otravannet har fra naturens side relativ liten bufferkapasitet og tilførsel av forurensninger og surt vann (side-elver, humus, "sur nedbør"), vil få forsterket virkning på de små vannmengdene som eventuelt vil være tilbake i elven. De økologiske forhold i vassdraget vil bli sterkt influert.

Hydrografiske og biologiske forhold i Byglandsfjord vil bli påvirket ved en videre utbygging av Otra. Limnologiske undersøkelser er nødvendige for å avklare dette.

Det blir gjort store tiltak for å bedre vassdragsforholdene i OTRAS nedre løp. De videre regulerings mulige konsekvenser i dette område av vassdraget må utredes for å kunne sikre at tiltakene som gjøres, ikke skal bli motvirket. Det kan bli nødvendig å benytte regulering av vannføring som et middel til å bedre resipientforholdene i OTRAS nedre løp i kritiske perioder.

Konklusjonene som er formulert i instituttets notat av november 1972, er ytterligere underbygget ved de erfaringene som er fremkommet gjennom befarings av vassdraget i oktober 1973.

JOE/IBO

10/1-74