

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer:	0-80064
Undernummer:	II
Løpenummer:	1444
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:  Vurdering av resipientforhold i tilknytning til utbygging av Austefjord kraftverk	Dato: 12. desember 1982
	Prosjektnummer:
Forfatter(e):  Torulv Tjomsland Randi Romstad	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Møre og Romsdal
	Antall sider (inkl. bilag): 28

Oppdragsgiver: L/L Tussa Kraft	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
-----------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

L/L Tussa Kraft har planer om å bygge ut vassdrag ved Austefjorden for å utvinne elektrisk kraft. Vannkvaliteten i de berørte vassdragene var tilfredsstillende under befaringene. Med de nåværende forurensningsbelastningene vil resipientforholdene sannsynligvis forbli tilfredsstillende også etter de planlagte reguleringsinngrepene.

4 emneord, norske:
1. Møre og Romsdal
2. Austefjordvassdragene
3. Vassdragsregulering
4. Resipientforhold
Tussa Kraft L/L

4 emneord, engelske:
1.
2.
3.
4.

Prosjektleder:

*Torulv Tjomsland*

Div.sjef:

*Hans Holm*

For administrasjonen:

*J.F. Sandes*  
*Lars Cucumini*

ISBN 82-577-0575-6

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Oslo

0-80064

VURDERING AV RESIPIENTFORHOLD I TILKNYTNING TIL BYGGING AV  
AUSTEFJORD KRAFTVERK

12. desember 1982

Prosjektleder : Torulv Tjomsland

Medarbeidere : Randi Romstad

Tor Traaen

For administrasjonen : J.E. Samdal

Lars N. Overrein

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. SAMMENDRAG	3
2. INNLEDNING	6
2.1 Naturlandskap	6
2.2 Klima	7
2.3 Befolkning	7
2.4 Reguleringer	8
3. RESULTATER FRA BEFARINGENE	10
3.1 Prøvetakingsstasjoner	10
3.2 Vannkjemi	11
3.3 Begroing	11
4. REGULERINGSEFFEKTER	18
4.1 Vannføringer	18
4.2 Næringssalter	21
4.3 Generelle økologiske virkninger av reguleringsinngrep	22
4.4 Konklusjon	28
5. REFERANSER	28

### TABELLFORTEGNELSE

	Side
3-1 Kjemiske analyseresultater 19.-20. juni 1980	12
3-2 Kjemiske analyseresultater 22.-23. september 1982	13
3-3 Begroingsanalyser 19.-20. juni 1980.	15
3-4 Begroingsanalyser 22.-23. september 1982	16-17
4-1 Midlere årsvannføringer før og etter regulering	18
4-2 Avrenningskoeffisienter for næringsalter	21
4-3 Teoretisk beregnede tilførsler for fosfor	23
4-4 Teoretisk beregnede tilførsler for nitrogen	24

### FIGURFORTEGNELSE

1-1 Oversiktskart - Reguleringsinngrep	4
2-1 Månedlig middeltemperatur 1931-1960 ved Nordfjordeid	7
2-2 Månedlig middelnedbør 1931-1960 ved Nordfjordeid	7
2-3 Befolkning	8
3-1 Prøvetakingsstasjoner	10
4-1 Registrerte og beregnede vannføringer i Austefjordelva ved utløpet av Storevatn i et median vannrikt år.	19
4-2 Beregnet vannføring i Austefjordelva ved utløpet av Storevatn i et vannfattig år.	20

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Rapporten er utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning etter oppdrag fra L/L Tussa Kraft.

L/L Tussa Kraft har planer om å bygge ut vassdrag sør for Austefjorden i Volda kommune for å utvinne elektrisk kraft (figur 1-1).

Hensikten med denne undersøkelsen var å kartlegge dagens vannkvalitet i de berørte vassdragene samt å vurdere reguleringsinngrepenes betydning for resipientforholdene.

Bergartene i området består hovedsakelig av gneiser. Langs hoveddalførene er det en del løsmasser. For øvrig er området dekket av en tynn bunnsmorene eller består av snaufjell. I de høyestliggende områdene er det breer.

Klimaet er preget av milde fuktige luftstrømmer fra sørvest som gir rikelig med nedbør hele året.

Befolkningen er bosatt langs de nedre delene av Austefjordelva, Sunndalselva og Storelva. I 1970 bodde det til sammen ca. 300 mennesker der.

Grønndalsvatn blir nyttet som magasin. Vannet ledes fra dette magasinet via en tunnel til Austefjord kraftstasjon (figur 1-1). Vann fra vassdragene Sunndalselv, Skinnvikselv, Storelva, Botnaelva m.fl. blir ledet inn på tunnelen. Reguleringen omfatter overføringer på til sammen 56,7 km<sup>2</sup>. Utløpet fra kraftstasjonen er tenkt ledet til Storevatn (figur 1-1) eller eventuelt direkte til Austefjorden.

På befaringsdagene var vannkvaliteten og vassdragstilstanden forurensningsmessig sett tilfredsstillende. Begreingsundersøkelser, som gir et integrert inntrykk av resipientforholdene over tid samt teoretiske betraktninger, tydet på at denne tilstanden gjaldt generelt.

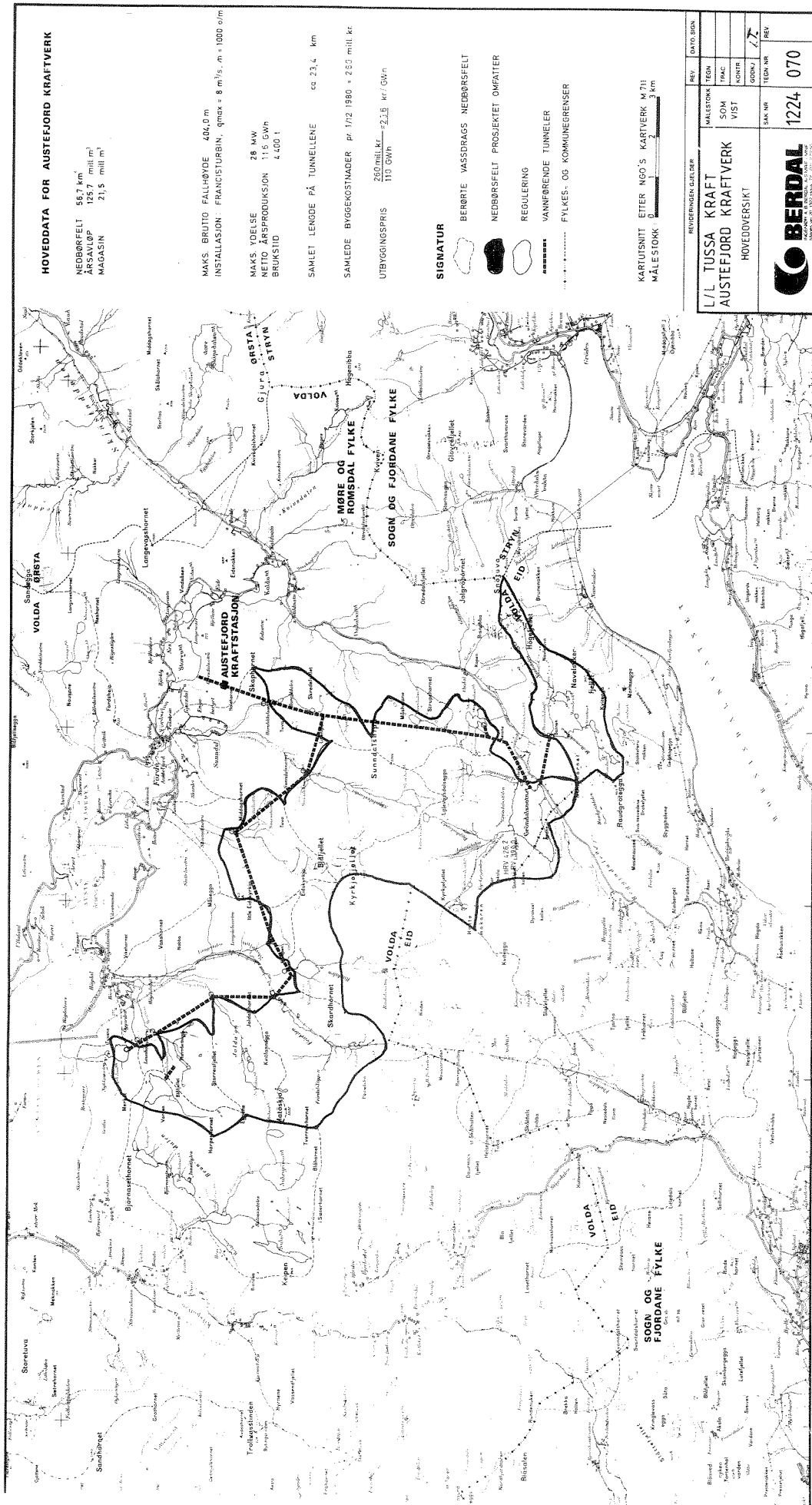


Fig. 1-1. Oversiktskart - Reguleringsinnrep.

Ved de nåværende forurensningsbelastninger vil vannkvaliteten sannsynligvis forbli tilfredsstillende også etter en eventuell regulering.

Eventuelle negative bivirkninger på grunn av reguleringsinngrepene omfatter i første rekke endringer i de biologiske forhold i Grønndalsmagasinet og på elvestrekninger som blir helt eller delvis tørrlagt.

## 2. INNLEDNING

Undersøkelsen er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) etter oppdrag fra L/L Tussa Kraft.

L/L Tussa Kraft har planer om å bygge ut Austefjordvassdraget m.fl. for å utvinne elektrisk kraft. Hensikten med rapporten var å skaffe til veie informasjon om de berørte vassdragenes vannkvalitet samt å kunne vurdere om reguleringen var forenlig med resipientinteressene.

Det ble foretatt en befaring av vassdragene med innsamling av prøver for analyse av vannkjemi og begroing i juni 1980. Resultatene ble rapportert samme år (NIVA 1980).

Begroingen var lite utviklet under denne befaringsreisen. Dessuten er reguleringsplanene endret. Det ble derfor foretatt en ny befaring høsten 1982. Denne rapporten omhandler de nåværende reguleringsalternativene og erstatter rapporten av 1980.

### 2.1 Naturlandskap

De regulerte vassdragene ligger overveiende i Volda kommune i Møre og Romsdal. Reguleringen omfatter overføringer på til sammen 56,7 km<sup>2</sup> av nedbørfeltene til Austefjordelva (Førdselva), Sunndalselva, Skinnvikselva og Botnaelva (figur 1-1).

De største innsjøene er Grønndalsvatn (428 m o.h.), Osdalsvatn (160 m o.h.), Kaldvatn (72 m o.h.) og Storevatn (22 m o.h.). De høyeste toppene når opp til nær 1500 m o.h.

Bergartene består hovedsakelig av gneiser som er tungt nedbrytbare.

Langs hoveddalføret er det en del løsmasser som er avsatt av istidens breer og elver. For øvrig er området dekket av en tynn bunmorene eller består av snaufjell.

I det høyestliggende området er det breer.



## 2.2 Klima

Temperaturforholdene er i likhet med store deler av kyststrøkene i Norge karakterisert med relativt milde vintre og til dels kjølige somre. Ved Nordfjordeid er varmeste og kaldeste månedstemperatur henholdsvis  $-1,3^{\circ}\text{C}$  og  $14,7^{\circ}\text{C}$  (figur 2). Temperaturen avtar med høyden over havet, slik at det er kjøligere i store deler av de aktuelle nedbørfeltene.

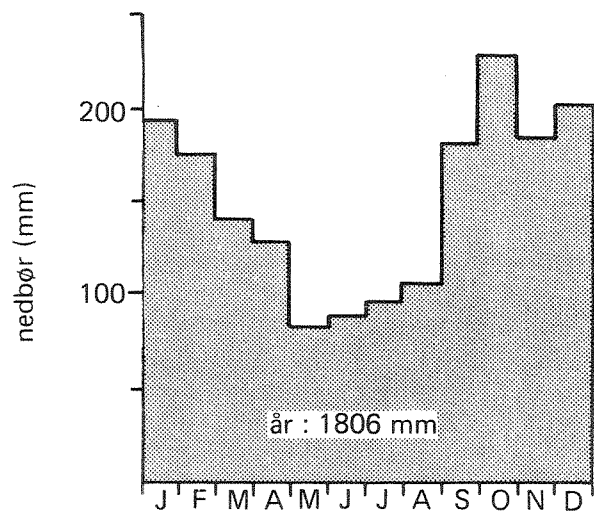
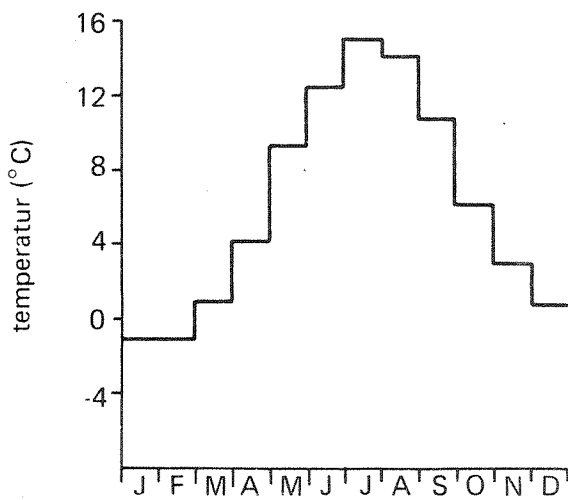


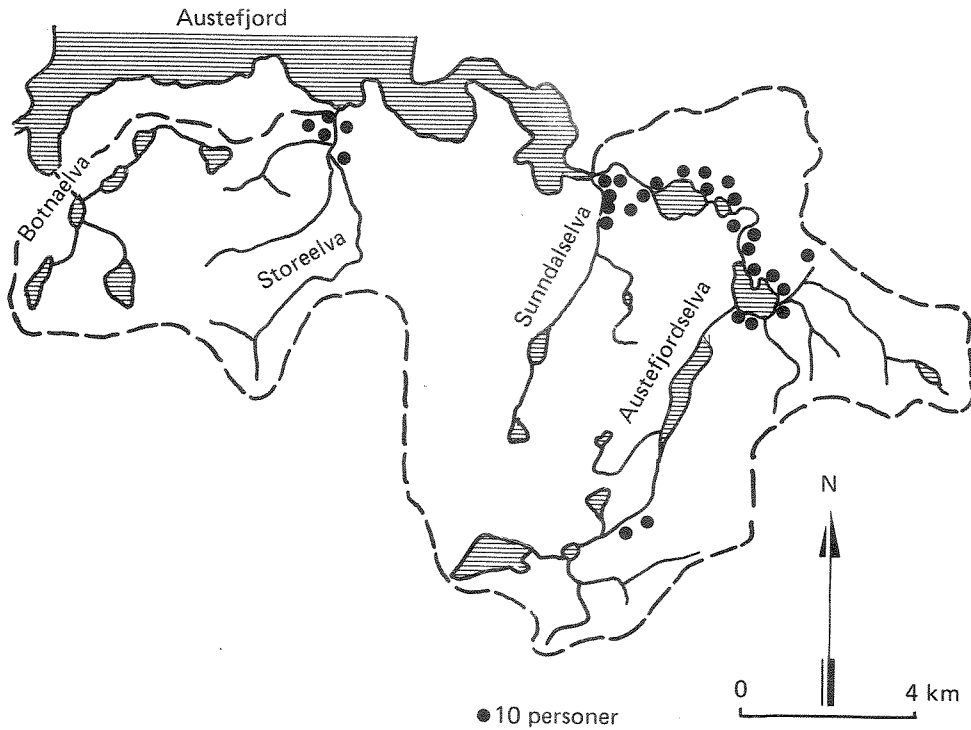
Fig. 2-1. Månedlig middeltemperatur 1931-1960 ved Nordfjordeid.

Fig. 2-2. Månedlig middelnedbør 1931-1960 ved Nordfjordeid.

Klimaet er preget av milde og fuktige luftstrømmer fra sørvest som gir rikelig med nedbør hele året. Ved Nordfjordeid varierer månedlig middelnedbør mellom 230 mm i oktober og 85 mm i mai (figur 3). Nedbøren i undersøkelsesområdet er trolig i samme størrelsesorden som ved Nordfjordeid. Topografien kan imidlertid påvirke fordelingen noe.

## 2.3 Befolkning

Befolkningen er bosatt langs de nederste delene av Austefjordelva, Sundalselva og Storelva (figur 2-3). I 1970 bodde det til sammen ca. 300 mennesker der.



Figur 2-3. Befolkning.

## 2.4 Reguleringer

### Eksisterende reguleringer

Grønndalsvatn, Osdalsvatn og Kaldvatn i Austefjordvassdraget er i dag regulert for kraftverksformål. Volda Elektrisitetsverk eier to små kraftverk som utnytter fallene mellom Osdalsvatn og Kaldvatn og mellom Kaldvatn og Eidsvatn.

### Planlagte reguleringer (se figur 1-1)

I Grønndalsvatn blir det laget et magasin på 21,5 mill. m<sup>3</sup> ved å demme opp 4 m og senke 8 m. Største og minste sjøareal blir henholdsvis 1,2 km<sup>2</sup> og 0,2 km<sup>2</sup>.

Melheimdalselv (5,5 km<sup>2</sup>) i Austefjordvassdraget blir overført til Grønndalsvatn.

Vann fra Grønndalsvatn blir ledet via tunnel til Austefjord kraftstasjon.

Vann fra Store Vassdalsvatn og Strupeelv (til sammen  $3,8 \text{ km}^2$ ) føres inn på denne tunnelen.

Vann fra Nipavatn ( $0,6 \text{ km}^2$ ) overføres til Sunndalsvassdraget.

Øvre deler av Sunndalsvassdraget ( $10,1 \text{ km}^2$ ) ledes inn på tunnelen til Austefjord kraftverk.

Deler av vassdragene til Skinnvikselv ( $4,3 \text{ km}^2$ ), Storelva ( $17,6 \text{ km}^2$ ), Nykkjedalselv ( $1,0 \text{ km}^2$ ) og Botnaelv ( $1,7 \text{ km}^2$ ) ledes via tunnel til Austefjord kraftstasjon.

Det er 2 alternative plasseringer av Austefjord kraftstasjon. Ved det ene alternativet føres avløpet til Storevatn (figur 1-1). Ved det andre alternativet blir stasjonen liggende i Djupvika i Austefjorden med avløp direkte til fjorden.

For en mer detaljert beskrivelse henvises til L/L Tussa Kraft 1982.

### 3. RESULTATER FRA BEFARINGENE

Det ble foretatt befaringer 19.-20. juni 1980 og 22.-23. september 1982. Det ble samlet inn begroingsprøver og tatt vannprøver for kjemisk analyse. Prøvene ble analysert ved NIVAs laboratorier.

Det ble lagt vekt på å studere forholdene i de områdene hvor befolknings- tettheten er størst, dvs. i Austefjordelva og Sunndalselva.

#### 3.1 Prøvetakingsstasjoner

Det ble samlet inn prøver fra følgende stasjoner (figur 3-1):

- Au 1 Austefjordelva (Førdselva) ved utløpet til Austefjorden
- Au 2 Austefjordelva nedstrøms Storevatn
- Au 3 Austefjordelva nedstrøms Kaldvatn
- Au 4 Austefjordelva oppstrøms Kaldvatn
- Au 5 Austefjordelva ved Osdal
- Au 6 Austefjordelva ved utløpet av Grønndalsvatn
- Su Sunndalselva ca. 500 m oppstrøms utløpet til Austefjorden
- St Storelva ved utløpet til Austefjorden
- Bo Botnaelva ved utløpet til Austefjorden

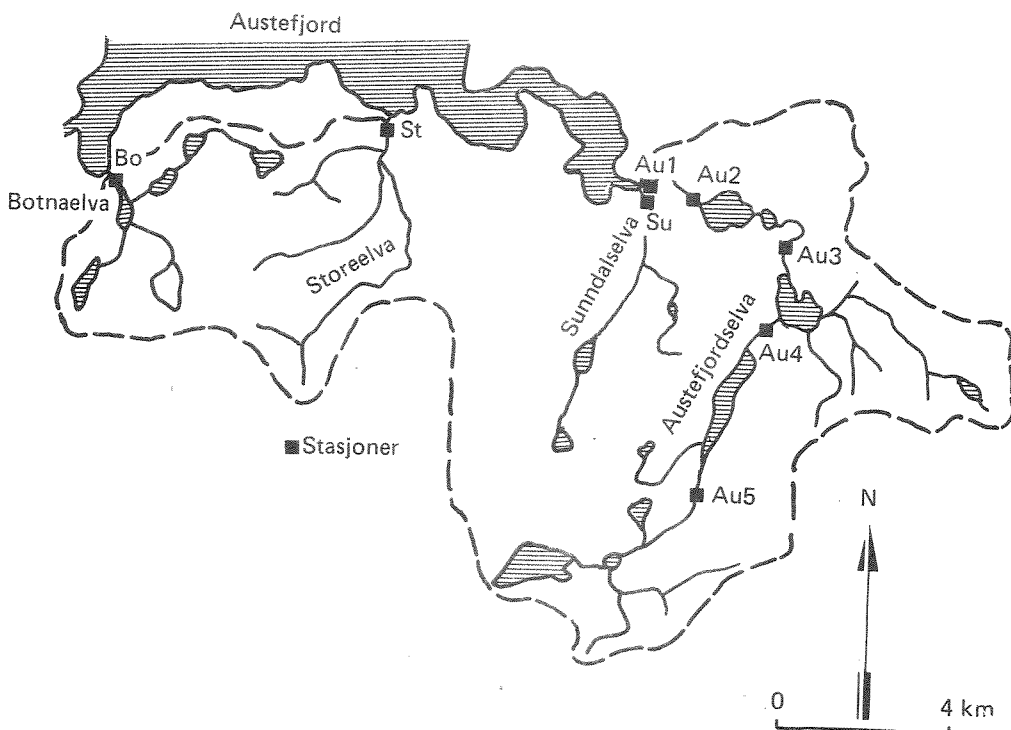


Fig. 3-1. Prøvetakingsstasjoner

### 3.2 Vannkjemi

De kjemiske analyseresultatene er vist i tabellene 3-1 og 3-2.

pH-verdiene varierte lite innen området (5,8 - 6,3). Vannet var noe surt, under pH 7,0, men f.eks. akseptabelt for laks og ørret.

Vannet var fattig på mineralsalter. Konduktivitetsverdiene var under 2,0 mS/m.

Fargetall under ca. 20 og kaliumpermanganat-verdier på under 2,0 mg O/l vitner om lavt innhold av humus og organisk stoff for øvrig.

Plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen spiller en avgjørende rolle for den biologiske stoffomsetningen i et vassdrag. Høye konsentrasjoner medfører som oftest en uønsket stor begroing. På befaringsdagene var innholdet tilfredsstillende lavt.

### 3.3 Begroing

Det ble samlet inn prøver av begroingen ved 6 stasjoner i vassdraget. Mengden av de ulike begroingskomponentene ble bedømt ved å angi dekningsgraden. Dekningsgraden er gitt ut fra følgende skala:

5	10-50 % av bunnarealet dekket
4	50-25 % " " "
3	25-12 % " " "
2	12- 5 % " " "
1	< 5 % " " "

Det innsamlede materialet ble undersøkt ved hjelp av mikroskop. De enkelte elementene ble om mulig identifisert og vassdragstilstanden forsøkt karakterisert på grunnlag av begroingssamfunnets sammensetning og mengdemessige forekomst. Resultatene av undersøkelsen er fremstilt i

Tabell 3-1. Kjemiske analyseresultater 19.-20. juni 1980.

	Au1 Austefj. elva v/utløp til Austefjorden	Au 2 Austefj. elva nedstrøms Storsvatn	Au 5 Austefj. elva v/Osda v/Osda	Au 6 Austefj. elva v/utløp av Grøndalsvatn	Su Sundalselva v/utløp til Austefjorden	St Storelva v/utløp til Austefjorden	Bo Botnaelva v/utløp til Austefjorden
Surnetsgrad	6,3	6,3	6,3	6,1	6,0	5,9	6,1
pH							
Konduktivitet mS/m	1,9	1,9	1,3	1,6	1,6	1,2	1,7
Farge - u. mg Pt/l	6,0	9,0	6,0	9,0	3,0	2,0	3,0
Turbiditet FTU	0,32	0,32	0,21	0,34	0,21	0,12	0,18
Kalium perman- ganat mg O/l	< 0,5			1,93	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Totalfosfor µg P/l	5,0	6,0	6,0	3,0	3,5	1,5	5,5
Totalnitrogen µg N/l	150	120	80	150	130	120	100
Nitrat µg N/l	20	30	10	30	50	35	35
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l	1,2	1,2	1,0	1,4	1,1	1,0	1,1
Jern µg Fe/l	30	30	40	30	30	20	20
Mangan µg Mn/l	4,8	7,2	16,7	5,4	3,8	1,5	7,0
Kalsium mg Ca/l	0,84	0,83	0,59	0,63	0,76	0,44	0,55
Magnesium mg Mg/l	0,35	0,34	0,30	0,43	0,22	0,18	0,40
Natrium mg Na/l	1,82	1,79	1,35	1,69	1,60	1,33	2,01
Kalium mg K/l	0,27	0,30	0,18	0,18	0,33	0,15	0,19
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	1,7	1,6	1,2	1,5	1,8	1,3	1,3
Klor mg Cl/l	3,9	3,7	2,5	3,4	3,1	2,3	3,7
Alkalitet 4,5 mekv./l	0,57	0,59	0,64	0,59	0,50	0,49	0,59

Tabell 3-2. Kjemiske analyseresultater 22.-23. september 1982.

	Au1 Austefj. elva v/utløpet til Austefjorden	Au2 Austefj. elva nedstrøms Storevatn	Au3 Austefj. elva nedstrøms Kaldvatn	Au4 Austefj. elva oppstrøms Kaldvatn	Au5 Austefj. elva v/Osda1	Su Sunndalselva v/utløpet til Austefjorden
Surhetsgrad pH	6,0	6,2	6,2	6,3	6,2	6,2
Konduktivitet mS/m	1,9	1,7	1,7	1,5	1,7	1,6
Farge - u. mg Pt/l	19	20	20	22		6
Turbiditet FTU	0,47	0,57	0,49	0,57	1,70	0,28
Kalium perman- ganat mg O/l	1,73	1,58	1,9	1,54	1,58	1,00
Totalfosfor µg P/l	4,5	3,5	4,0	3,0	5,5	4,0
Totalnitrogen µg N/l	150	140	150	110	110	120
Nitrat µg N/l	60	60	50	40	30	70
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,6
Kalsium mg Ca/l	0,80	0,76	0,72	0,59	0,59	0,72
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	2,3	2,0	1,7	1,5	1,8	1,6
Alkalitet 4,5 mekv./l	0,55	0,54	0,57	0,55	0,53	0,50

tabellene 3-3 og 3-4. De enkelte arter og artsgruppers mengdemessige betydning i den enkelte prøve er angitt ved:

- xxx : mengdemessig dominerende
- xx : en viss mengdemessig betydning
- x : forekommer

Begroingsforholdene ser ikke ut til å ha forandret seg i vesentlig grad fra prøvetakingen i juni 1980. En direkte sammenligning av resultatene i 1980 og 1982 kan ikke foretas på grunn av en noe mangelfull prøvetaking i 1980.

Ingen av stasjonene har et begroingssamfunn som indikerer vesentlig forurensning. Blågrønnalgen *Stigonema mammosum*, som regnes som en rentvannsindikator, ble funnet ved fire av stasjonene. Grønnalgeslekten *Zygnema*, som regnes som en god indikator på oligotrofe (næringsfattige) forhold, ble observert ved alle stasjonene.



Tabell 3-3. Begroingsanalyser 19.-20. juni 1980.

	Au1	Au2	Au5	Bo	Skinn- vfk	St	Su
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)							
Chamaesiphon sp.	xx		x				
Lyngbya spp.				x			
Oscillatoria sp.					x		
Schizothrix sp.							
Scytonema sp.							
Stigonema mammosum (Lungb.) Ag.	x			x	x		x
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)							
Cladophora sp.			xx				
Cosmarium sp.	x						
Microspora cf. amoena (Kütz.) Rabn.							
Microspora sp. (7-9 $\mu$ )		xxx	xxx	xxx	x		
Mougeotia sp. (8-12 $\mu$ )		xx		xx			
Oedogonium sp. (26-30 $\mu$ )		xx					
Palmodictyon varium (Naeg.) Lemm.		x					
Penium sp.	x		x			x	
Ulothrix sp. (6-9 $\mu$ )	x		xx	x	xxx	xxx	
Zygnema (18-23 $\mu$ )	xxx		xx	xx			xxx
BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)							
Eunotia spp.							
Tabellaria flocculosa (Roth.) Kütz.	x	x	x	x		x	
Uspefiserte kiselalger					x		

xxx : Mengdemessig dominerende i prøven.

xx : En viss mengdemessig betydning i prøven.

x : Forekommer.

Tabell 3-4. Begroingsanalyser 22.-23. september 1982.

		Su	Au1	Au2	Au3	Au4	Au5
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)	dekningsgrad		5	2	3	2	2
Chamaesiphon curvatus				xx			
Cyanophanon mirabile			xx	xx			xx
Lyngbya sp. (ca. 4 µ)				xx			
Phormidium cf. autumnale			xxx				xx
Phormidium sp. (ca. 3 µ)							xxx
Stigonema mamillosum			xx	xxx	xxx	xxx	
Tolypothrix distorta			xx	xx			x
GRØNNALGER (Chlorophyceae)	dekningsgrad		2	3	+		
Binuclearia tatrana				xx		xx	
Bulbochaete sp.				xx	x	x	
Cosmarium sp.			x	x			
Hormidium rivulare		xx		xx			
Microspora sp. (ca. 8 µ)			x			x	
Microspora sp. (14-16 µ)		x			xxx		
Mougeotia sp. (7-10 µ)			xxx	xx			
Oedogonium sp. (8-10 µ)				xx			
Oedogonium sp. (25-28 µ)			xx	x			
Oedogonium sp. (33-35 µ)				xxx			
Ulothrix sp. (10 µ)			x				
Zygnema sp. (21-25 µ)		x	x	xx	x	x	x
KISELALGER (Bacillariophyceae)	dekningsgrad		5	3			
Eunotia sudetica (O.Müll.) Hust.Erw.				xx			
Tabellaria flocculosa		xx	x	xxx	xx	xx	xx
Se tabell 3-4 forts.			xxx				
Uidentifiserte kiselalger				x	x		
GULALGER (Chrysophyceae)	dekningsgrad	2					2
Hydrurus foetidus		xxx					xxx
GULGRØNNALGER (Xanthophyceae)	dekningsgrad	1					2
cf. Tribonema sp.		xxx					xxx
RØDALGER (Rhodophyceae)	dekningsgrad						3
Lemanea sp.							xxx
Pseudochantrasia sp.		x					
Heterotrof vekst, bakterier, sopp	dekningsgrad	1					
Uidentifiserte sopphyfer		xxx					
MOSER (Bryophyta)	dekningsgrad	3		4	3	2	3
Blindia acuta				xx	xxx	xx	xxx
Fontinalis antipyretica		xx					
Fontinalis squamosa				xxx	x		xx
Hygrohypnum sp.		xx					
Marsupella emarginata						xx	x
Rhacomitrium aciculare							xx
Rhacomitrium aquaticum						xx	
Scapania dentata					xx		
Scapania undulata		xx		xxx			

Tabell 3-4 forts.

Kiselalger

Amphicampa hemicyclus	x
Anomoeoneis exilis	x
Anomoeoneis serians	x
Cyclotella sp.	x
Frustulia rohmboides v. saxonica	x
Licmophora sp.	x
Navicula (flere arter)	(x) x
Nitzschia (minst tre arter)	xxx
Surirella ovata	xx
Synedra pulchella v. lacerata	xxx
Tabellaria flocculosa	(x) x

#### 4. REGULERINGSEFFEKTER

##### 4.1 Vannføringer

Opplysningene om vannføringsforhold er hentet fra L/L Tussa Kraft 1982.

Tabell 4-1. Midlere årsvannføringer før og etter regulering.  
(Jfr. figur 1-1).

	Før reg. m <sup>3</sup> /s	Etter reg.	
		m <sup>3</sup> /s	%
Austefjordelva, utløp Osdalsvatn	2,67	1,16	43
" " Kaldvatn	4,17	2,66	64
" " Storevatn	5,14	6,65	129
Sunn-dalselva ved Haraldselv	0,99	0,31	31
Skinnavikelv ved utløpet	0,50	0,19	38
Storelva ved Heielv	2,03	0,75	37
Nykkjedalselv ved utløpet	0,10	0,024	25
Botnaelv ved utløpet	1,16	1,04	90

Vannføringene i Austefjordelva ved Osdalsvatn og Kaldvatn etter reguleringen blir henholdsvis 43 % og 64 % av dagens verdier (tabell 4-1). Dersom Austefjord kraftstasjon blir plassert slik at utløpsvannet føres til Storevatn (figur 1-1), blir midlere vannføringen ut av Storevatn øket til 129 % av nåværende vannføringer. Dersom utløpsvannet fra kraftstasjonen blir ledet direkte til Austefjorden blir midlere vannføring ut av Storevatn redusert til 3,63 m<sup>3</sup>/s, dvs. 70 % av det nåværende.

I Sunndalselva like oppstrøms bebyggelsen blir midlere årsavløp ca. 30 % av dagens verdier.

Figurene 4-1 og 4-2 viser avløpet før og etter reguleringen ut av Storevatn i henholdsvis et median vannrikt år og et vannfattig år.

Snøsmelteflommen starter vanligvis i slutten av april. Høye vannføringer vedvarer gjerne til i slutten av juli. Høstnedbør og nedbør i form av regn om vinteren kan føre til høye vannføringer hele året.

AUSTEFJORDSELV

Vannføring ut av Storevatn

1932 median = middels vannrikt

- 1. Registrert vannføring
- 2. Beregnet vannføring etter utbygging

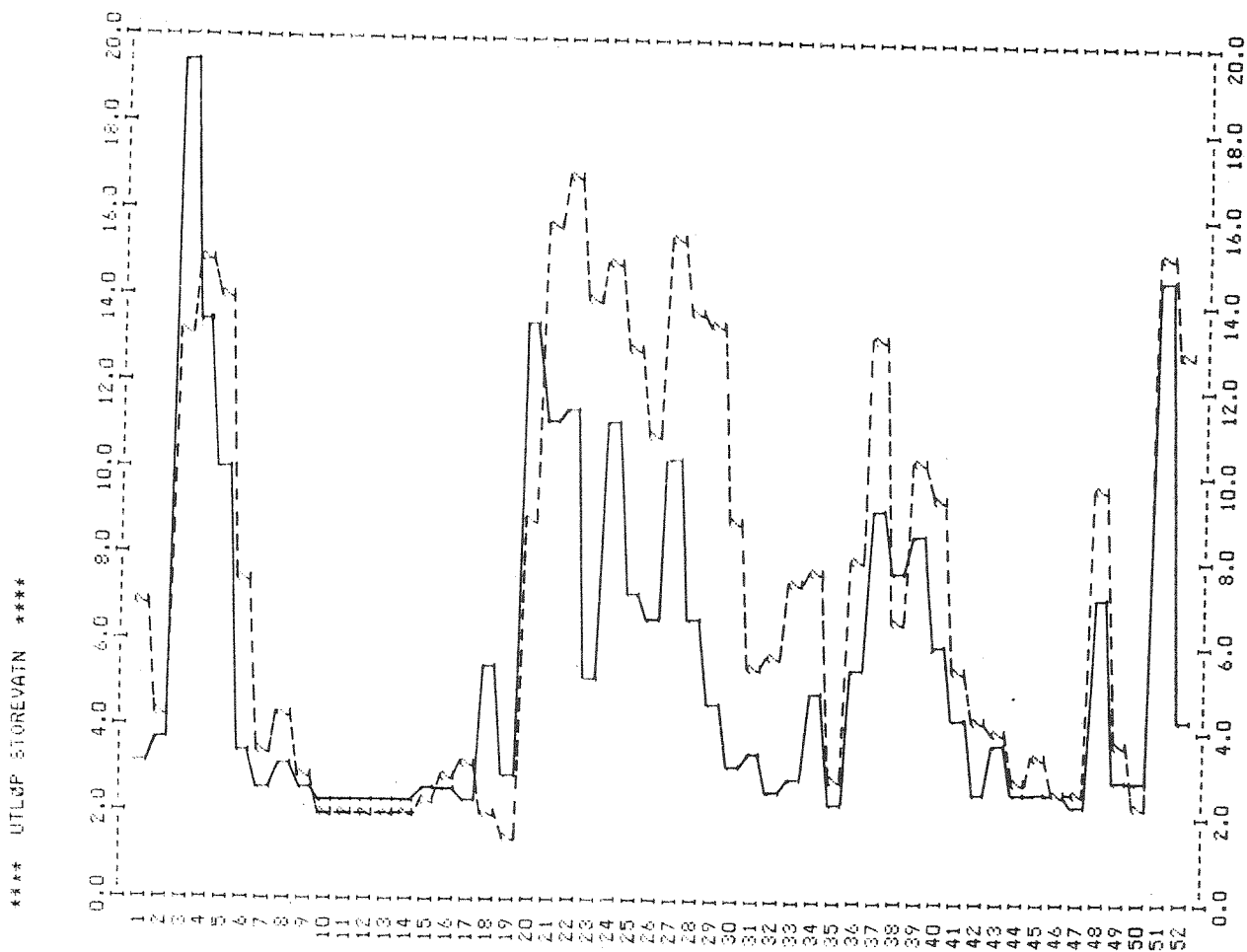


Fig. 4-1. Registrerte og beregnede vannføringer i Austefjordelva ved utløpet av Storevatn i et median vannrikt år.

AUSTEFJORDSELV

Vannføring ut av Storevatn

1951 min. årsavløp = vannfattig

- 1. Registrert vannføring
- 2. Beregnet vannføring etter utbygging

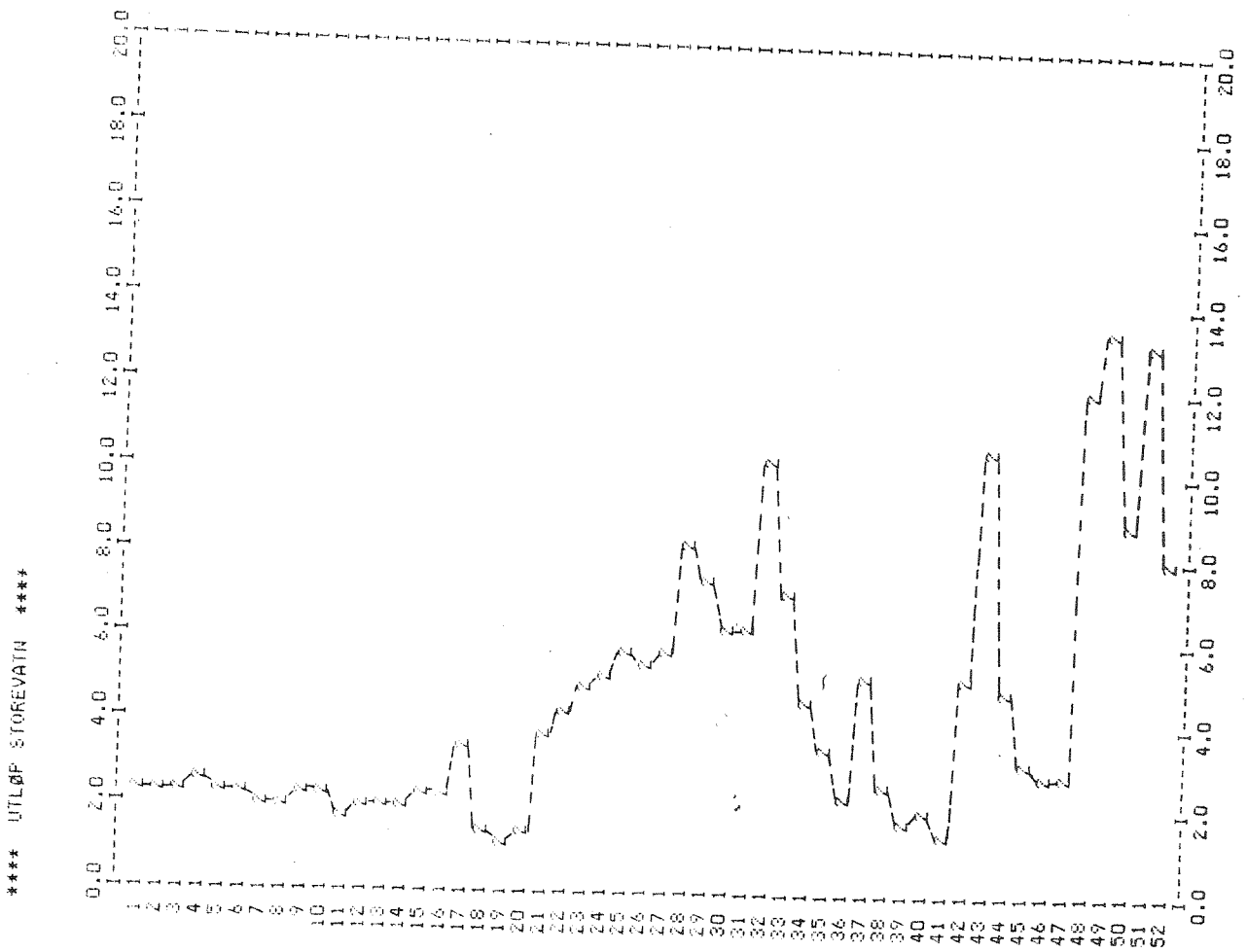


Fig. 4-2. Beregnet vannføring i Austefjordelva ved utløpet av Storevatn i et vannfattig år.

Lave vannføringer inntreffer regelmessig på slutten av vinteren. I nedbørfattige perioder kan lavvannføringer også finne sted utpå sommeren og om høsten.

Ved kraftverksutslipp til Storevatn blir vannføringene ut av dette vatnet øket gjennom nesten hele året. Magasineringsprosenten er såpass liten (ca. 17 %) at en reduksjon av de nåværende vannføringene til 70 % gir et inntrykk av forventede vannføringer dersom kraftverksutslippet ledes direkte til fjorden.

#### 4.2 Næringsssalter

De problemer som vanligvis kan opptre i vassdrag av denne typen er en uønsket stor begroing på grunn av høye konsentrasjoner av næringssaltene fosfor og nitrogen.

For å få kjennskap til representativiteten av vannkvaliteten på befaringsdagene samt å kunne stipulere endringer som følge av reguleringen, ble det utført en teoretisk beregning av fosfor- og nitrogentilførslene ved enkelte stasjoner i vassdragene.

Det er mange faktorer som virker inn på slike tilførsler. Jordtype, topografi, klima, vegetasjon, gjødsling, årstid, kloakk m.m. har betydning. Vi har i dag ikke tilstrekkelig kunnskap om den kvantitative effekten av alle disse faktorene. Beregningene må derfor bygge på gjennomsnittstall (tabell 4-2) (NIVA 1982). Avrenningstallene er sannsynligvis noe høyere på Vestlandet enn på Østlandet, som de nedenforstående koeffisienter stammer fra.

Tabell 4-2. Avrenningskoeffisienter for næringsssalter.

Kilde	Nitrogen	Fosfor
Dyrket mark (kg/år pr. km <sup>2</sup> )	1000	40
Skog (kg/år pr. km <sup>2</sup> )	220	8
Annet areal (kg/år pr. km <sup>2</sup> )	120	6
Gjødsling (kg/år pr. km <sup>2</sup> dyrket mark)	1500	70
Befolkning (g/døgn pr. person)	12	2,5

Verdiene for befolkningen i tabell 4-2 gjelder produsert mengde. Vi antar her at halvparten kommer til vassdraget.

De teoretisk beregnede middelverdiene til fosfor og nitrogen var av samme størrelse som på observasjonsdagene (tabellene 4-3 og 4-4). Selv om vannkvaliteten i vassdraget kan variere mye i løpet av en årssyklus synes det som om de beregnede verdiene er representative for de reelle forholdene. Begroingsundersøkelsene støtter også dette.

Områdene hvor vannet er tenkt overført til Austefjord kraftstasjon er dekket av skog og snaufjell. Vannkvaliteten er følgelig meget god der. Eventuelle forurensningsproblemer oppstår vanligvis om tilførslene som skyldes menneskelige aktiviteter blir for store.

Erfaringer fra Naustedal og Gjengedalsvassdragene (NIVA 1979) samt renneforsøk (NIVA 1976) tyder på at det er fare for sjenerende begroing når vannets fosforinnhold jevnlig overstiger 7-9  $\mu\text{g}$  tot. P/l i vekstsesongen om sommeren.

De teoretiske beregningene viser en svak økning i næringssaltkonsentrasjonene i Austefjordelva og Sunndalselva på grunn av reduserte vannføringer (tabell 4-3). Dersom vannet gjennom kraftverket ledes til Storevatn, blir næringssaltverdiene nedenfor noe redusert.

På befaringsdagene var fosforinnholdet tilfredsstillende lavt. De teoretiske beregningene indikerer at fosforverdiene sannsynligvis vil holde seg under den stipulerte faregrensen også etter eventuelle reguleringsinngrep.

#### 4.3 Generelle økologiske virkninger av reguleringsinngrep

Det er i de fleste tilfeller ikke formulert noen klar målsetting om hva som menes med akseptabel vassdragstilstand. Visse holdepunkter foreligger i lover, administrative ordninger og praksis. Men vurderinger om vassdragene angående disse forhold må i betydelig grad bygge på erfaringer og kvalifisert skjønn.



Tabell 4-3. Teoretisk beregnede tilførsler av fosfor.

	Au1 Austefjordelva ved utløpet til fjorden		Au2 Austefjordelva ved utløpet av Kaldvatn		Au4 Austefjordelva ved OsdaI		Su Sunnalselva ved ut- løpet til fjorden	
	Før regulering	Etter regulering Kraftv. utslipp til fjorden	Før regulering	Etter regulering	Før regulering	Etter regulering	Før regulering	Etter regulering
Dyrket mark (tonn/år)	0,08	0,08	0,07	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01
Skog (tonn/år)	0,20	0,22	0,19	0,17	0,03	0,01	0,03	0,03
Annet (tonn/år)	0,28	0,41	0,28	0,16	0,11	0,02	0,08	0,02
Gjødsling (tonn/år)	0,13	0,13	0,11	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01
Befolkning (tonn/år)	0,10	0,10	0,08	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01
Sum (tonn/år)	0,79	0,94	0,73	0,53	0,17	0,06	0,14	0,08
Årlig middelvannføring (m <sup>3</sup> /s)	5,52	7,03	4,17	2,66	1,59	0,32	1,22	0,53
Middel konsentrasjon (µg tot.P/l)	4,5	4,2	5,6	7,0	3,4	5,9	3,7	4,8
Observert i juni 1980 (µg tot.P/l)	5,0				6,0		3,5	
Observert i sept. 1982 (µg tot.P/l)	4,5		4,0		5,5		4,0	

Tabell 4-4. Teoretisk beregnede verdier av nitrogen.

	Au1 Austefjordelva ved utløpet til fjorden		Au2 Austefjordelva ved utløpet av kaldvatn		Au4 Austefjordelva ved OsdaI		Su Sundalselva ved ut- løpet til fjorden	
	Før registrering	Etter regulering Kratv. utslipp til Storevatn	Før regulering	Etter regulering	Før regulering	Etter regulering	Før regulering	Etter regulering
Dyrket mark (tonn/år)	1,90	1,90	1,60	1,60	0,20	0,20	1,20	0,20
Skog (tonn/år)	5,56	5,84	5,21	4,62	0,94	0,35	0,84	0,84
Annet (tonn/år)	5,48	8,20	5,48	3,21	2,17	0,35	1,56	0,42
Gjødsling (tonn/år)	2,85	2,85	2,40	2,40	0,30	0,30	0,30	0,30
Befolkning (tonn/år)	0,48	0,48	0,37	0,37	0,04	0,04	0,07	0,07
Sum (tonn/år)	16,3	19,8	15,1	12,2	3,7	1,2	3,0	1,8
Årlig middelvannføring (m <sup>2</sup> /s)	5,52	7,03	4,17	2,66	1,59	0,32	1,22	0,53
Middel konsentrasjon (µg tot. N/l)	93	89	115	145	73	124	77	110
Observert i juni 1980 (µg tot. N/l)	150				80		130	
Observert i sept. 1982 (µg tot. N/l)	150		150		110		120	

Enhver påvirkning av det fysiske miljø som følge av regulering vil føre til en endring av vannkvaliteten og i den økologiske balansen. Vi skal her gi en kort oppsummering av noen mulige effekter (etter Holtan 1980).

### Strandvegetasjon

Strandvegetasjon blir ved siden av strandområdenes dyreliv sterkt berørt ved en vassdragsutbygging. Selv relativt små inngrep i vannføring og vannstand (oppdemming så vel som senkning), kan ventes å gi tydelige økologiske effekter. Forandret vannstandsrytme i reguleringsmagasinene med stigende vannstand om sommeren (vegetasjonsperioden) i stedet for synkende under uregulerte forhold har spesielt stor innvirkning på vegetasjonen. Den naturlige vegetasjonstype kan forsvinne (store vannstandsfluktuasjoner) eller utarmes. Under gunstige forhold kan en helt ny vegetasjonssonering oppstå.

Ved neddemming av arealer vil for det første den terrestriske vegetasjon forsvinne, og for det andre vil store vannstandsfluktuasjoner hindre etablering av en naturlig strandvegetasjon. Selv vannstandshevning opp til den naturlige høyvannstand kan ha store konsekvenser for den strandtilpassede vegetasjon. Dette på grunn av at "erosjonsgrensene" blir hevet.

Nedenfor magasindemninger, bekkeinntak o.l. hvor vannføringen blir sterkt redusert (tørrlegging), blir alle former for biologisk aktivitet sterkt redusert. Skadeeffektene blir desto større ved at det som regel gjelder følsomme områder med relativt stor biologisk produksjon.

I områdene nedstrøms utslipp fra kraftverk blir vassdragets vannføring jevnet ut over året. Vårflommen og andre flommer reduseres og dette resulterer bl.a. i at "vårgjødslingen" langs elvebreddene uteblir, hvorved strandvegetasjonen blir fattigere og mindre egnet som beiteområder for skogsdyr.

### Biologisk produksjon

Ved de ulike reguleringsinngrep innledes et komplekst forløp med primær-

og sekundæreffekter som griper inn i ethvert ledd i næringskjeden som fiskeproduksjonen er en del av. Innvirkningen på fiskens næringsdyr og den primærproduksjon som disse livnærer seg av, er av avgjørende betydning for forandringer i fiskebestanden.

Den biologiske produksjon i vassdragene henger sammen med bl.a. nærings-tilgang, lysforhold, temperatur og oksygen.

I et naturlig vassdrag er strykpartiene av spesiell stor betydning. Strømfauaen (bunndyr) er arts- og individrik. Produsert dyrebiomasse pr. overflateenhet er større her enn i noen annen jevnførbar vassdragsbiotop. Felles for samtlige arter er at de er tilpasset, ofte ekstremt, til de meget spesielle forholdene i rennende vann. Deres oksygen- og næringsopptak, gripe/bevegelsesorgan, bevegelsesmåte, livssyklus er strengt tilpasset til strømmende vann og til store variasjoner i vannstanden. Organismene har imidlertid løst denne tilpasning til det særpregede miljø på meget ulike måter og er derfor på ulik vis følsomme for forandringer.

En unormal tilførsel av slambelastet vann, ved f.eks. graving og erosjon, tetter igjen fangstorganene hos visse dyr (knott og fjærmygglarver) som derfor forsvinner. Unormal økning av næringssalter, endring av vannets farge, endring av næringsdriften, av oksygeninnhold, temperatur og pH-verdi gir umiddelbart store utslag i strømfauaen. I elveavsnitt hvor alle stryk er utbygd (f.eks. Pasvikelva) er strømbiotopene helt forsvunnet. Andre steder hvor det fortsatt kan være noen stryk igjen, vil organismenes livsmiljø være endret.

Videre har det stor betydning for det biologiske miljø at kraftverksutbyggingen avbryter kommunikasjonene oppstrøms og nedstrøms utbyggingsområdet. Dessuten forekommer neddemning og/eller tørrlegging av strykpartier og strender. Avbrytelse i kommunikasjonen medfører at all normal transport av næring og normal kolonisering av bunndyr med strømmen avbrytes samt at fiskevandringen uteblir. Følgen av dette blir en utarming av livsmiljø og artsmengde. Aure og harr får eksempelvis ingen naturlig standplass lenger. Kraftverksdammen kan således ikke bevare den naturlige og opprinnelige fiskebestanden.

Neddemning eller tørrlegging av strykpartiene forårsaker de største skadene i elvenes biologi og medfører en utarming også av nærliggende stilleflytende partier og innsjøer. Også strendenes dyreliv som er avhengig av reproduksjon av insekter i strømpartiene, blir skadelidende.

I de stilleflytende partier er forandringene mindre, selv om artsammensetningen endres. Fiskeproduksjonen kan ofte opprettholdes, om enn med en annen artsammensetning på grunn av at vandringsfisk og fisk fra strykpartiene etc. uteblir. Ved regulering forsvinner også reproduksjonsområdene for fiskearter som gyter i strykområdene.

Ved regulering av innsjøer utsettes vegetasjonsdekke og løse jordarter for erosjon. Erosjonsprosessene er av stor betydning for fiskeproduksjonen. Ved slike prosesser frigjøres nemlig organisk materiale som kan brytes ned og danne basis for vannets næringskjeder. Visse mygg-larver som lever på humusdekket kan øke raskt i antall, næringsalter frigjøres og bidrar til økt primærproduksjon. Slambelastningen reduserer mektigheten av fotosyntesesesongen og vil derfor motvirke økt produksjon. Etter hvert som erosjonsprosessene innenfor reguleringssonen avtar, minsker næringstilførselen og en viss stabilitet inntreer, da gjerne på et lavere produksjonsnivå.

De grunne partiene nær strendene, som fra et biologisk synspunkt er av størst betydning for produksjonen, blir sterkt utsatt ved en regulering. Bunnfaunaen har sin rikeste forekomst her både hva individ- og artsantall angår. Strandområdene er således av den aller største betydning for fisken på grunn av ernæringsforholdene samt at de tjener som gyteplasser for mange arter. Det samme gjelder "vann-fugl"-faunaen, hvor praktisk talt alle arter på en eller annen måte er tilpasset strandforholdene.

Fiskeproduksjonen er følsom for de endrede produksjonsbetingelser i de forangående ledd i næringskjeden. I noen grad kan fisken skifte næringsvaner f.eks. ved at de går over fra bunndyr til dyreplanktondiett. Innsjøregulering kan også medføre forandringer i balansen mellom de ulike fiskearter - i fjellsjøer først og fremst røye, aure og sik - og mellom ulike aldersgrupper av samme art med ulike livsvaner og næringsvalg.

#### 4.4 Konklusjon

Ut fra resultatene på befaringsdagene og de teoretiske vurderingene vil vannkvaliteten ved de nåværende forurensningsbelastninger sannsynligvis forbli tilfredsstillende også etter at de planlagte reguleringsinngrepene er gjennomført.

Eventuelle negative bivirkninger på grunn av reguleringene omfatter fortrinnsvis endring av det økologiske miljø i Grøndalsmagasinet og på elvestrekninger som blir helt eller delvis tørrlagte.

#### 5. REFERANSER

Holtan, H. 1980: Vassdragsregulering. Miljøeffekter og behov for forskning. A2-21, Norsk institutt for vannforskning, Oslo.

L/L Tussa Kraft 1982: Konesjonssøknad for Austefjord kraftverk. Søknad og teknisk beskrivelse. L/L Tussa Kraft, Ørsta.

NIVA 1976: Forurensning i overvann (PRA 4.7). Norsk institutt for vannforskning, Oslo.

NIVA 1977: Naustedalsvassdraget. Angedalsvassdraget og Gjengedalsvassdraget, Sogn og Fjordane. Vassdragsundersøkelser 1975-1976, 0-74048. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.

NIVA 1982: Ulike koeffisienter til bruk ved beregning av forurensningstilførsler, foreløpig oversikt. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.