

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

O - 139/64

VANNKVALITETENS BETYDNING FOR FISKERI-  
BIOLOGISKE FORHOLD I TOVDALSELVA.

Undersøkelser utført 1965/1966.

Rapporten avsluttet: 22. januar 1967.

Saksbehandler: Cand.real. Magne Grande.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	4
2. VASSDRAG OG NEDBØRFELT	5
3. KJEMISKE UNDERSØKELSER	8
3.1 Metoder	8
3.2 Resultater	8
4. GENERELLE BIOLOGISKE      UNDERSØKELSER	14
4.1 Metoder	14
4.2 Resultater	15
5. FISKEUNDERSØKELSER	16
5.1 Om fiskebestanden og fisket i vassdraget	16
5.2 Fiskeforsøk	20
5.21 Metoder	20
5.22 Resultater av forsøk ved Boen	22
5.23 Resultater av akvarieforsøk	22
6. TIDLIGERE ERFARINGER VEDRØRENDE FISKEBESTANDENS TILBAKE- GANG I AGDERFYLKENE	26
7. UTENLANDSKE UNDERSØKELSER VEDRØRENDE FORHOLDET pH-FISK	33
8. DISKUSJON	34
9. PRAKTISKE KONKLUSJONER	35
10. SAMMENDRAG	36
11. LITTERATUR	37

## TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Reguleringer i Tovdalsvassdraget	7
2. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vann fra Mandalselva og Tovdalselva	9
3. Oversikt over elektrolyttsammensetningen (mikroekvivalenter/l) i vannprøver fra Mandalselva og Tovdalselva	10
4. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver fra forskjellige lokaliteter i Tovdalselva og tilløp	11
5. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet ved Boen Bruk	11
6. Resultater av klekkeforsøk med lakserogn	22
7. Prinsipp og enhet for forskjellige analysekomponenter	39
8. Resultater av biologiske feltundersøkelser i Tovdalselva, juli 1965	40

## FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Tovdalselva med tilløp	6
2. Vann fra Tovdalsvassdraget og Otra titrert med HCl	12
3. " " " " " " " NaOH	13
4. Utbyttet av laksefisket i noen sørlandselver 1880 - 1962	17
5. Klekkeforsøk med rogn av laks og sjøaure ved Boen Bruk	21
6. Klekking av øyerogn av aure i vann fra Tovdalselva tilsatt myrvann	24
7. Gjennomsnittlig levetid for plommeseekkyngel av laks i forskjellige konsentrasjoner av myrvann	25
8. Vannføringen i Tovdalselva ved Flaksvatn, 1/7 1965 - 31/8 1966	42

## 1. INNLEDNING

I brev av 18. august 1964 fra Johan G. Olsen, Kristiansand, ble det rettet en henvendelse til Norsk institutt for vannforskning om å sende et forslag til undersøkelse av vannet i Tovdalselva. Foranledningen til denne henvendelsen var en nedgang i utbyttet av laksefisket som hadde funnet sted i Tovdalselva i de senere år. Det ble ansett som mulig at dette på en eller annen måte kunne stå i sammenheng med vannkvaliteten og den høye surhet i vassdraget.

Den 13. januar ble det fra instituttet sendt et forslag til undersøkelsesprogram innenfor en ramme av kr. 10.000,-. Dette programmet var sammenfattet i 3 punkter og hadde følgende ordlyd:

1. Befaring av vassdraget. Befaringen vil omfatte observasjoner og innsamling av vegetasjon og fauna på forskjellige lokaliteter. Det vil videre bli foretatt fisketellinger for å studere fiskebestandens størrelse og sammensetning på forskjellige strekninger. Samtidig vil det også bli tatt vannprøver for fysisk-kjemiske analyser.
2. På grunnlag av befaringen vil en kunne legge opp et prøvetakingsprogram. Sannsynligvis vil det være aktuelt å ta regelmessige prøver på utvalgte steder i vassdraget over et lengre tidsrom. Prøvetakingen bør da skje av folk på stedet etter nærmere instruksjoner, og prøvene sendes til oss for analyser.
3. Utarbeidelse av rapport med sammenfattende diskusjon og konklusjon.

Undersøkelsesprogrammet er lagt opp slik at undersøkelsene kan ledes i en hensiktsmessig retning etterhvert som det fremkommer resultater.

Undersøkelsene har pågått fra høsten 1964 og ut første halvår 1966. Følgende program har vært gjennomført:

1964

- 25/9 Prøvetaking i Tovdalselva ved Teinefoss og Boen .  
Med disse vannprøvene ble det utført bestemmelser  
som gjorde en fullstendig ionebalanse mulig.

1965 - 66

- 21- 22/ Befaring av Tovdalselva med innsamling av vann-  
7-65 prøver og materialer av vegetasjon og fauna.

Høsten 1965 ble det installert et klekkeri i kraftstasjonen ved Boen Bruk. I dette ble laks- og aurerogn innlagt. I klekkeriet ble det også montert kummer for oppbevaring av yngel og større fisk. Regelmessig observasjon av fisken i anlegget samt pH-analyser av vannet har vært foretatt av folk på stedet.

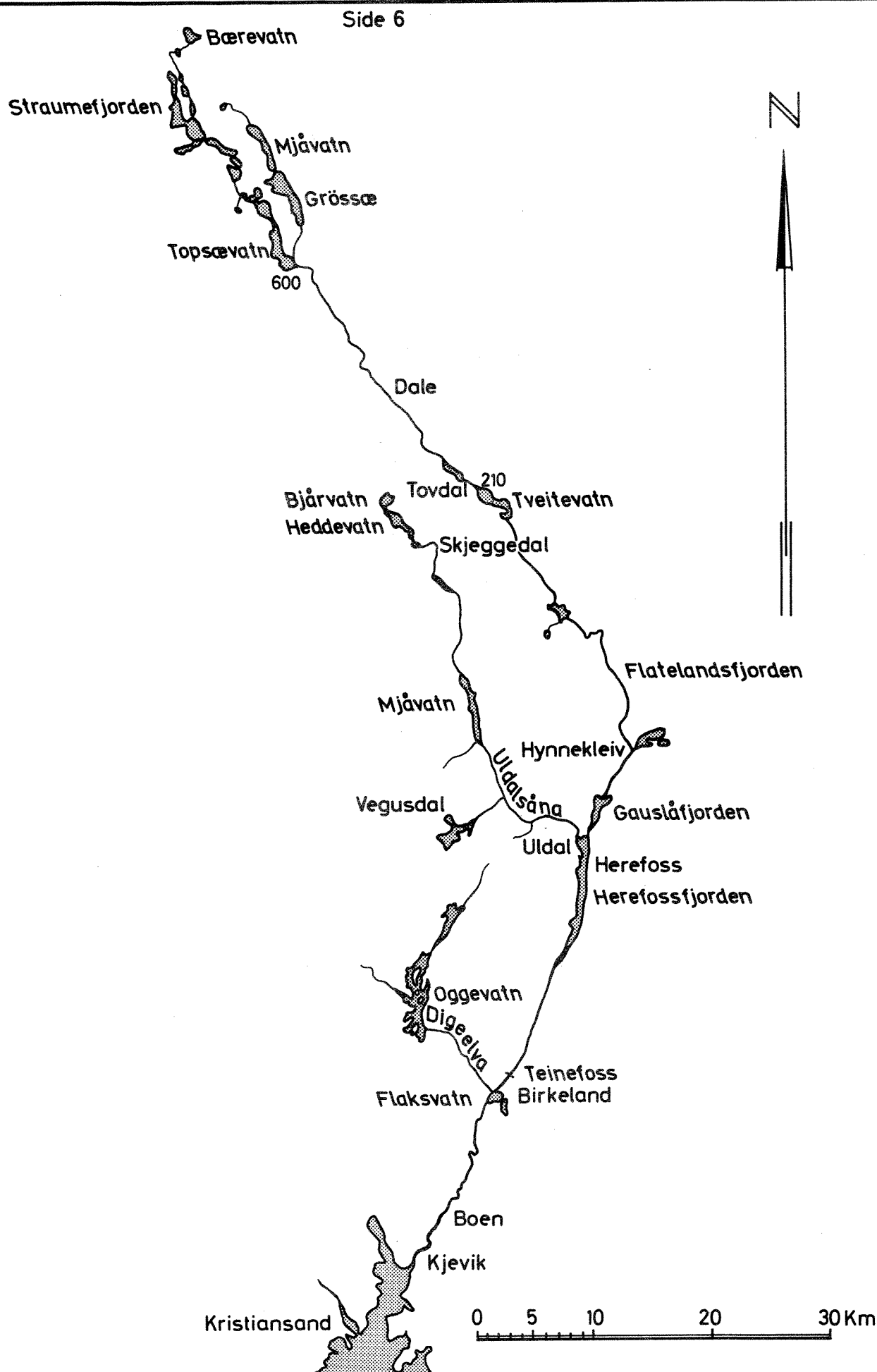
I instituttets laboratorium har det vinteren 1965-66 vært gjennomført testforsøk med rogn og yngel av laksefisk. Forsøkene har vesentlig gått ut på å studere pH-effekter i vann fra Tovdalselva.

I forbindelse med undersøkelsene har det i 1966 vært foretatt 2 reiser til Boen for å besiktige klekkeriet og tilløpsbekker til Tovdalselva.

## 2. VASSDRAG OG NEDBØRFELT

Tovdalselva har sine kilder ved Bærevatn på heiene mellom Setesdal og Fyresdal (Fig. 1 s.6 ). Tilløpet passerer herfra Straumefjorden og via andre vann til Topsævatn. Lengden av Tovdalselva fra Topsævatn til havet er 106 km. Elva danner flere fosser og innsjøer. Til de større innsjøer hører Tveitevatn (210 m.o.h.), Flatelandsfjorden (166 m.o.h.), Gauslåfjorden (103 m.o.h.), Herefossfjorden (79 m.o.h., 3,96 km<sup>2</sup>) og Flaksvatn (22 m.o.h., 1,60 km<sup>2</sup>).

Av tilløpene til Tovdalselva må særlig fremheves Uldalsåna (nedbørfelt 833 km<sup>2</sup>) som munner ut ved Hanefossen i Herefossfjorden, og Digeelva som kommer fra Oggevatn (11,5 km<sup>2</sup>) og munner ut i Flaksvatn. Tovdalselva har et samlet nedbørfelt



ved Flaksvatn på 1700 km<sup>2</sup>. Ved Flaksvatn kan den gjennomsnittlige årlige vannføring settes til 63,5 m<sup>3</sup>/sek., og minste årlige vannføring til 27,4 m<sup>3</sup>/sek. Vannføringen i Tovdalselva ved Flaksvatn 1965-66 er vist i fig. 8. s. 42.

I tabell 1 er gitt en oversikt over offentlig tilatte reguleringer i Tovdalsvassdraget.

Tabell 1. Reguleringer i Tovdalsvassdraget. Etter Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1965.

Lokalitet	Senkning	Hevning	Reg. h.	Magasin
Høvringen	6,5 m	1,5 m	8,0 m	22,0 mill.m <sup>3</sup>
Vikstølvatn	16,0 "		16,0 "	7,5 "
Mjåvatn, Vågdals- og Kolstraumfjord			2,8 "	8,6 "
Ljosevatn	0,2 "	2,3 "	2,5 "	4,8 "
Hanefossmagasinet		8,0	8,0	11,6 "

Hanefossen som utnytter disse reguleringene, ble satt i drift 1. november 1960. Magasinene i Mjåvatn, Vågdals- og Kolstraumfjord samt magasinet i Ljosevatn ble tidligere utnyttet i fløtningsøyemed.

Den regulerte vannføring i bestemmende år i Hanefossen kraftanlegg er beregnet til 10,0 m<sup>3</sup>/sek., og herav er alminnelig lavvannsføring 2,0 m<sup>3</sup>/sek.

Tovdalselvas nedbørfelt ligger i det vestlige grunnfjellsområde, og fjellgrunnen består vesentlig av gneisbergarter, gneisgranitt og granitt. Store deler av området er dekket av barskog, myr og snaufjell.. Bosetningen er sparsom langs vassdragets øvre deler, og den menneskelige virksomhet er fortrinnsvis knyttet til jord- og skogbruk. De tettest befolkede områder finnes langs vassdragets nedre deler i Birkenes og Tveit herreder. Foruten til jord- og skogbruk er endel virksomhet i området knyttet til møbel, trevare og betongvareindustri. Den samlede befolkning som sogner til vassdraget, kan i 1960 anslås til omlag 5000 mennesker. Siden 1930 har tilbakegangen i folketall vært større i Aust-Agders skogbygder enn i noen annen del av Norge.



### 3. KJEMISKE UNDERSØKELSER

#### 3.1 Metoder

I tilknytning til en befaring av Mandalselva i tidsrommet 19 - 24/9 1964 ble det den 25/9 samme år innsamlet vannprøver ved utløpet av kraftstasjonen ved Boen og ved Teinefoss i Tovdalselva. Ved denne anledning ble det foretatt en fullstendig ionebalanse av vannet. Analysene ble både utført direkte på vannprøvene og på 1-liters konsentrater av 60 l vann som hadde passert an- og kation utbyttere. Anrikingen av de uorganiske substanser (elektrolytter) ble gjort på en sterk, sur kationutbytter (Lewatitt S-100) og på en sterk, basisk anionutbytter (Lewatitt MP 500). Av vannprøver innhentet ved andre anledninger ble det vesentlig foretatt analyser av pH, elektrolyttisk ledningsevne, farge og organisk stoff. Prinsippene for de viktigste anvendte analysemetoder og måleenhetene er oppført i tabell 7 s.39.

#### 3.2 Resultater

I tabell 2 er oppført analyseresultatene av vannprøvene innhentet 25/9 - 1964. Til sammenligning er det også vist de tilsvarende tall fra prøvetakingen i Mandalselva.

Verdiene for pH viser at vannet er forholdsvis surt. Tallene for elektrolyttisk ledningsevne og konsentrasjonen av an- og kationer viser at vannet har lite innhold av elektrolytter og er saltfattig. Permanganattallet er et mål for mengden av lett oksyderbare organiske stoffer i vannet, og sammen med fargetallet sier dette noe om mengden av humusstoffer. Begge disse er forholdsvis lave og viser at vannets innhold av humusstoffer på dette tidspunkt er beskjedent.

En sammenligning av analyseresultatene fra Tovdalselva med de fra Mandalselva viser at vannet i Tovdalselva ved denne anledning var mindre surt. Innholdet av elektrolytter var omtrent av samme størrelsesorden i vannprøvene fra de to elvene, mens farge- og permanganattallet var høyere i vannet fra Mandalselva. Dette indikerer at vannet i denne elva har et høyere innhold av humusstoffer.

Tabell 2. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver fra Mandalselva (M) og Tovdalselva ved Boen (T<sub>1</sub>) og Teinefoss (T<sub>2</sub>), 21-25/9-64. 1. Originalvann. 2. Ionebytterkonsentrat. Vannf. Flaksvatn: 42,2 m<sup>3</sup>/sek. Temperatur M: 10,5°C, T<sub>1</sub>: 10,7°C, T<sub>2</sub>: 12,8°C

Parameter	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		M	
	1	2	1	2	1	2
pH	5,2		5,2		5,0	
El.ledn.evne $\kappa_{20} \cdot 10^6$	18,5		19,6		20,0	
Farge mg Pt/l	16,6		17,3		28,6	
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	0,59		1,42		1,19	
Perm.tall mg O/l	2,6		2,8		4,1	
Filtrerbar subst. mg/l	0,5		0,6		0,7	
Asiditet ml N/10 NaOH/l	0,52		0,54		0,53	
Alkalitet ml N/10 HCl/l	1,13		1,19		1,10	
Natrium mg/l	1,35	1,10	1,5	1,20	1,5	1,30
Kalium "	0,5	0,24	0,5	0,25	0,5	0,18
Kalsium "	0,86	0,82	0,79	0,89	0,86	0,76
Magnesium "	0,28	0,33	0,50	0,32	0,22	0,27
Jern "	0,11	0,02	0,11	-	0,11	0,04
Mangan "	ik.påv.	ik.påv.	ik.påv.	ik.påv.	ik.påv.	ik.påv.
Kopper "	0,012	0,003	0,029	-	0,054	0,010
Sink "	-	-	-	-	-	-
Klorid "	1,29	-	1,29	-	0,99	-
Sulfat "	3,30	3,38	3,70	3,18	3,20	3,32
O-fosfat "	0,009	0,006	0,007	-	0,006	0,006
Nitrat "	0,27	0,22	0,29	-	0,30	0,32
Silisium "	1,10	-	1,14	-	1,09	-

I tabell 3 er oppført elektrolyttsammensetningen som mikroekvivalenter/l i vannprøver fra Tovdalselva og Mandalselva. Teoretisk skal mengden kationer være lik mengden anioner. I dette tilfelle er mengden av anioner noe større enn kationinnholdet. Forskjellen er imidlertid ikke større enn at den kan skyldes mangelfulle analyser. Overensstemmelsen mellom beregnet og målt spesifikk ledningsevne er relativt god. Den beregnede ligger her noe lavere enn den målte, et forhold som delvis må forklares ved at anioner som kromater, bikarbonater og fluorider ikke er tatt med i analyseprogrammet.

Tabell 2 Oversikt over elektrolyttsammensetningen (mikroekvivalenter/l) i vannprøver fra Mandalselva (M) og Tovdalselva ved Boen (T<sub>1</sub>) og Teinefoss (T<sub>2</sub>).

		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	M
Kationer	Natrium	4,8	52,2	56,5
	Kalium	6,2	6,1	4,6
	Kalsium	41,0	44,5	38,0
	Mangan	27,5	26,7	22,5
	Jern	1,1	5,9	2,2
	Sum	123,6	135,7	123,8
Anioner	Klorid	36,4	36,4	27,9
	Sulfat	70,4	66,2	69,2
	Nitrat	3,6	4,7	5,2
	Silikat	36,7	38,0	36,3
	Sum	147,1	145,3	138,6
Ledningsevne beregn.		17,8	18,4	18,9
" målt		18,5	19,6	20,0

Tabell 2 viser at det er liten forskjell i vannkvaliteten på de to lokalitetene Teinefoss og Boen. I tabell 4 er vist analyseresultatene av vannprøvene som ble samlet inn under befaringen 21-22/7 1965. Resultatene viser at det skjer en økning i elektrolyttinnhold i hovedvassdraget fra Dale til Boen, men endringene i vannkvalitet må som helhet sies å være små. Vannet fra Uldalsåna var litt surere enn det fra Tovdalselva ved Herefoss, og fargen og dikromattallet noe høyere. Dette indikerer at vannet i Uldalsåna er noe rikere på humusstoffer enn Tovdalselva. Det samme gjelder også Digeelva som munner ut i Tovdalselva ved Flaksvatn. Enkelte av tilløpene i vassdragets nedre del mellom Boen og Birkeland utmerker seg ved en høyere pH og et større innhold av elektrolytter. Dette gjelder bl.a. for Bersevatn, Bjorhusbekken, Bjorvannsbekken og Mollestadbekken, og beror for en del på tilsig av elektrolytter fra dyrket mark og tettbebyggelse.

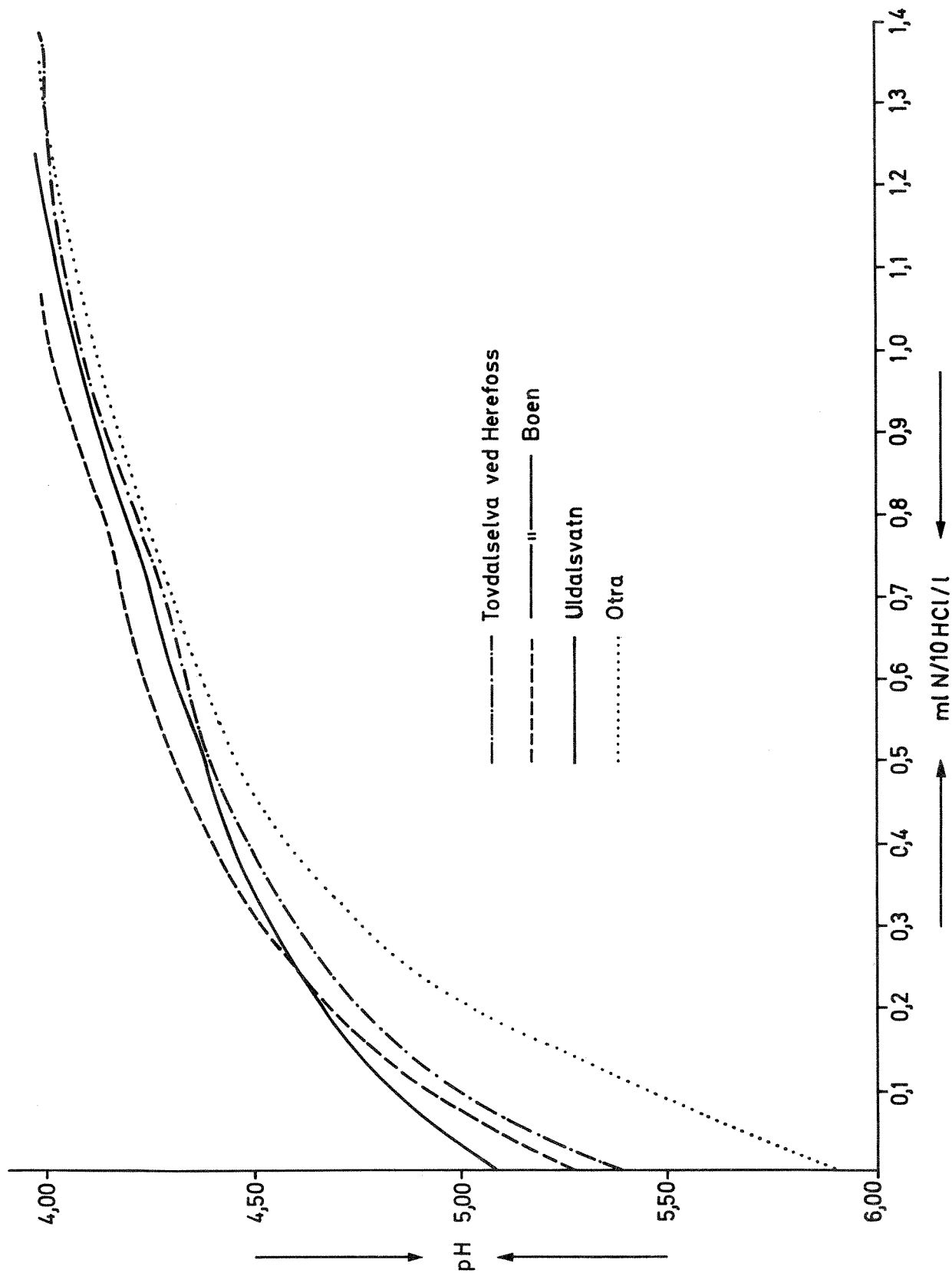
Tabell 4. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver fra forskjellige lokaliteter i Tovdalselva og tilløp 21-22/7 1964. 1) Representerer middeltallet av to prøver.

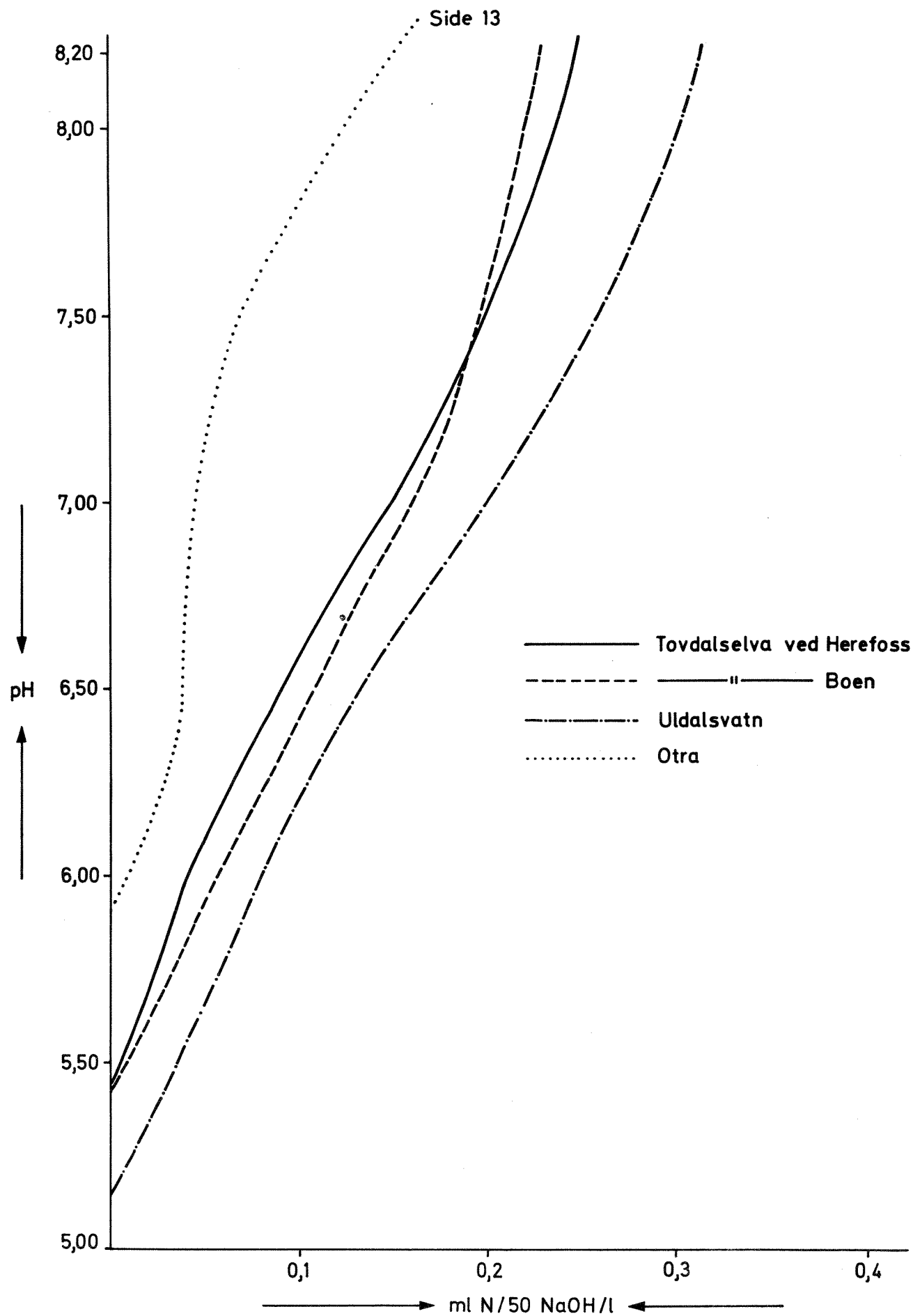
Lokalitet	Temp. °C	pH	El.ledn.e. % <sub>20</sub> · 10 <sup>5</sup>	Farge mg Pt/1	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> mg O/1
Tovdalselva					
Dale 1)	17,7	5,6	10,8	10,8	
Herefoss "	20,5	5,6	13,2	10,2	6,2
Teinefoss "	20,4	5,3	16,1	13,9	
Boen "	19,8	5,5	17,0	14,2	7,7
Uldalsåna "	19,8	5,3	17,5	18,1	7,9
Digeelv	20,0	5,2	23,4	18,1	
Bersevatn	19,9	7,1	43,0	22,7	
Bjorhusbekk	14,5	6,7	43,0	14,2	
Bjorvannsbekk	16,2	6,8	34,4	8,8	
Mollestadbekk	12,2	6,0	32,3	4,6	

Et spørsmål av stor betydning i forbindelse med vannkvaliteten i Tovdalselva er eventuelle variasjoner i denne gjennom tiden. I tabell 5 er gitt en oversikt over analyseresultater av vannprøver innhentet ved forskjellige anledninger. Analysene er her foretatt, dels i NIVA's laboratorium og dels hos Inspektøren for ferskvannsfisket.

Tabell 5. Fysisk -kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet ved Boen Bruk. Analyser foretatt av Insp. f. ferskvannsfisket merket <sup>x</sup>.

Dato	pH	El.ledn.e. % <sub>20</sub> · 10 <sup>6</sup>	Hårdhet mg CaO/1	Farge °H	Permananattall mg O/1
<u>1965</u>					
16/11 <sup>x</sup>	5,1	20,2	2,5	26,0	
25/11	5,3	20,8	2,4	22,4	4,2
15/12	5,9	23,6	2,7	22,5	4,5
<u>1966</u>					
5/1	5,2	24,3	2,5	22,7	3,6
20/1 <sup>x</sup>	5,3	22,6	2,7	20,0	
21/2 <sup>x</sup>	5,4	21,4	2,9	22,0	
10/3 <sup>x</sup>	5,2	23,8	3,1	34,0	
22/4 <sup>x</sup>	7,1	33,4	6,4		
3/5 <sup>x</sup>	8,7	72,0	9,7		
16/5 <sup>x</sup>	6,4	24,0	3,5		
16/6 <sup>x</sup>	5,3	18,1	1,9		





I fig. 5 er vist resultatet av pH-målinger foretatt i Tovdalselva ved Boen bruk i tidsrommet okt. 1965 - okt. 1966.

Analyseresultatene i tabell 5 viser ikke store svingninger bortsett fra de spesielle verdier som ble funnet den 22/4, 3/5 og 16/5 - 1966. Hva årsaken er til disse ekstremt høye verdier som ble funnet for pH, hårdhet og el.ledningsevne, er ikke brakt på det rene. Det er imidlertid ikke sannsynlig at de representerer naturlige variasjoner i elvevannets kvalitet. Den 18/10-65 ble det målt en meget lav pH ved Boen. Forøvrig varierer pH mest innenfor området 5,2 - 5,5.

I fig. 2 og 3 er vist titerkurver for vann fra Tovdalselva ved Herefoss og Boen, Uldalsvatn og Otra ved Vennesla. Titreringen er foretatt med HCl og NaOH. Kurvene viser at samtlige vann typer reagerer forholdsvis likt ved tilsetning av HCl. Vannet har liten bufferkapasitet, og tilsetning av en sterk syre forårsaker et hurtig fall i pH. Ved tilsetning av NaOH skiller vann fra Otra seg noe ut, men forskjellene er heller ikke her store.

#### 4. GENERELLE BIOLOGISKE UNDERSØKELSER

##### 4.1 Metoder

Det biologiske materiale ble innsamlet i dagene 21. - 22. juli 1965. Materialet ble vesentlig innsamlet for hånden på utvalgte, mest mulig ensartede lokaliteter. Den innsamlingsmetode som er benyttet gir ikke grunnlag for inngående vurderinger av de forekommende organismer hverken i kvalitativ eller kvantitativ henseende. Ved den subjektive vurderingen av de forskjellige organismers kvantitet er benyttet følgende skala:

cc = hyppig  
 c = vanlig  
 r = sparsom  
 rr = sjelden  
 + = forekommer

## 4.2 Resultater

I tabell 8 s. er gjengitt resultatene av analysene av det innsamlede materiale. I det følgende skal det gis en kortfattet beskrivelse av det inntrykk de forskjellige lokaliteter ga med hensyn til vegetasjon og fauna.

- A. Boen. Materialet ble her innsamlet på en ca. 100 m lang strekning på østbredden straks nedenfor fossen. På tørrlagte steinflater fantes et iøyefallende, hvitt belegg av diatomeer (Tabellaria flocculosa). I de stillere, grunne partier fantes store mengder av nettspinnende vårfluelarver (Neureclipsis bimaculata). På liknende lokaliteter fantes også store bestander av vannform av krypsiv (Juncus bulbosus f. fluitans) samt en del andre typiske vannplanter. I selve strømmen og steinbredden langs denne var det en meget frodig undervannsvegetasjon. På litt grunne, strømhårde partier var spesielt rødalger, Batrachospermum sp. en karakteristisk form. På de dypere partier, hvor det de fleste stedene hadde samlet seg mindre sandbanker, fantes tette, tueliknende bevoksninger av moser, spesielt Nardia Compressa. I disse tuene fantes også en god del epifytiske alger, bl.a. Ulothrix zonata.
- B. Teinefoss. Prøvene ble her innsamlet på en ca. 100 meter lang strekning på vest-bredden like ovenfor fossen. Stort sett fantes også her den samme, kraftige vegetasjonen som ved Boen. Spesielt var Ulothrix zonata fremtredende og dannet store bestander på steinene. På svaberg overrislet av vann var de lysegrønne bestander av Microspora amoena tydelige. Moser var det mindre av på denne lokalitet enn ved Boen. Faunaen var derimot noe rikere.
- C. Dale. Materialet ble her samlet inn på en kort strekning ca. 500 meter nedenfor Dale. Vegetasjonen var sparsom og lite variert med Ulothrix zonata som den mest fremtredende algeart.
- D. Digeelv. Vegetasjonen i denne elva viste kvalitativt de samme trekk som på de forannevnte stasjoner.



D. Bersevatn. Prøvene fra Bersevatn ble samlet inn ved utløpet ved hjelp av en stangsil og representerer derfor bare et tilfeldig utvalg arter.

Resultatene av de biologiske prøvetakingene må vurderes på bakgrunn av den ikke-kvantitative innsamlingsmetodikk og de subjektive angivelsene.

Som konklusjon kan sies at vegetasjon og fauna var sammensatt av arter som er karakteristiske for lite påvirkede vassdrag med godt gjennomluftede dystrofe vannmasser. De moser som ble funnet er vanlige arter i rennende vann.

## 5. FISKEUNDERSØKELSER

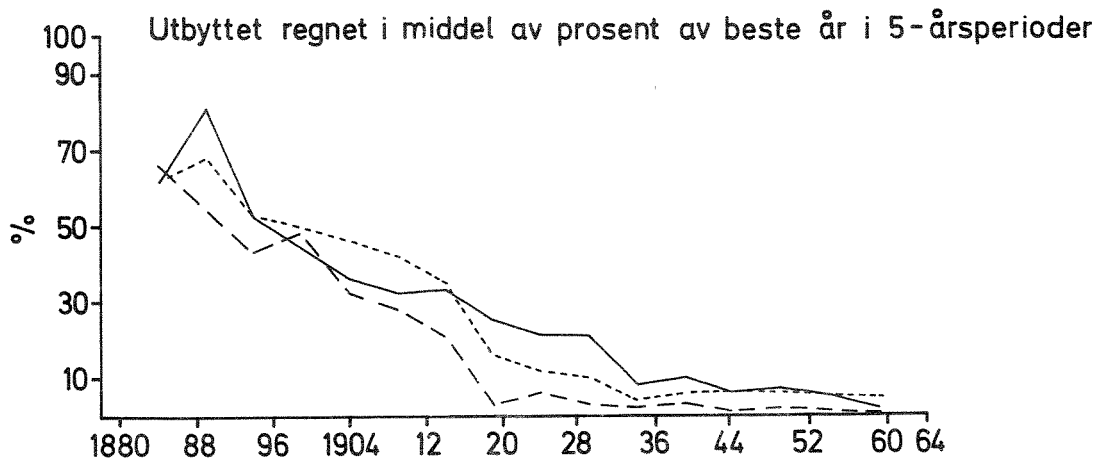
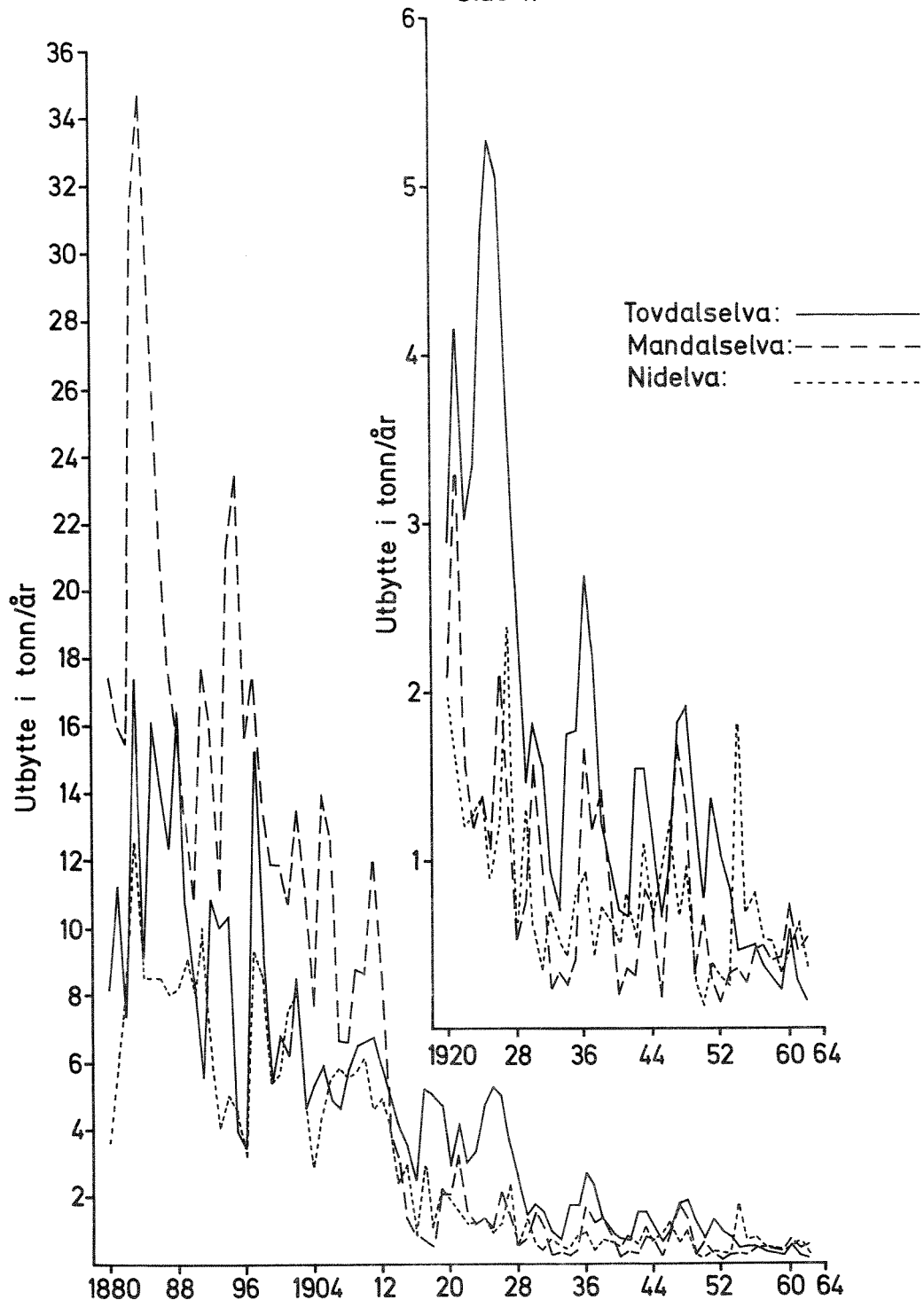
### 5.1 Om fiskebestanden og fisket i vassdraget

Tovdalselva er i likhet med andre vassdrag i Agderfylkene relativt fattig på fiskearter. Følgende arter er utbredt over større eller mindre strekninger av vassdraget:

Laks (*Salmo salar* L.), aure (*Salmo trutta* L.), sik (*Coregonus lavaretus* L.), abbor, lok.navn, skjebbe (*Perca fluviatilis* L.), trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus* L.), skrubbeflyndre (*Pleuronectes flesus* L.) og ål (*Anguilla anguilla* L.). Videre finnes to arter av rundmunner (*Cyclostomata*) nemlig elvenløye (*Lampetra fluviatilis* L.) og havnløye (*Petromyzon marinus* L.).

De viktigste fiskearter i vassdraget er laks og aure. Aure finnes i stort antall overalt i vassdraget, mens laksen i gunstigste fall kan vandre opp til Herefossen ca. 4 mil fra munningen i sjøen. Det viktigste fisket foregår imidlertid i elvas nedre deler opp til Boenfossen. Ved gunstig vannstand skal ikke laksen ha særlige problemer med å forsere denne fossen. Det samme gjelder Teinefoss i Birkenes. En viss hindring må en imidlertid regne med at begge disse fossene representerer.

I fig. 4 er gjengitt utbyttet av lakse- og sjøaufisket i Tovdalselva, Nidelva og Mandalselva. Utbyttet i Tovdalselva må vesentlig henføres til laksefisket da sjøaufisket spiller en ubetydelig rolle i denne elva. Figuren viser at utbyttet av fisket har gått forholdsvis jevnt nedover siden de beste år i 1883 da det ble fisket 17 422 kg. I de senere år har



utbyttet ligget på 150 - 500 kg. Utviklingen i Tovdalselva ligner mye på den som har funnet sted i Mandalselva og Nidelva.

Tovdalselva er fra gammelt av kjent som en utmerket lakseelv. Peder Claussøn forteller at det på 1500-tallet enkelte år ble fisket hele 28-33000 kg laks i elva ved Boenfossen. Peder Claussøn skriver videre om fisket (Helland, 1903): Sommestedis oppe i Ellffuen thages den med Gierder oc Kahr oc Fleger, som ere gjorde aff Heslevand ligesom Ruser, oc maa mand sommestedz sömme under Vandet ind i Huler under Klipper ind igjennem Fossen 3 eller 4 Fauffne ind med stour Liffsfare oc jage hånnomud paa Flegen".

Om Tovdal sier Peder Claussøn videre: "Igiennem denne Dal løber en stor Aa, oc ere mange skiöne Laxefiskend der udi, dog et besynderligt Fiskeri, som kaldes Bufisken eller Bofisken, oc hörer nu Kronen til (ca. 1630) men vaar i gammel Tid Bondegods met Gaarden som kaldis Boen".

Holm (Helland, 1903) omtaler i 1790-årene fisket i Tovdalselva og sier at der fanges: "Ørret, blege, men fornemmelig laks, hvis fiskeri hörer til følgende 6 gaarde:

Kjævig, Hamre, Nedre Wee, Øvre Dønnestad, Borgen, men viser især til Boen, og paa Præstegaardens Grund fanges dels ved Laxegaarder og Garn, dels ved Tøndegarn i Fjorden".

Helland skriver videre om fisket i Tovdalselva:

"Elven nedenfor Buenfoss har kun paa en kort strækning gydepladse, og da disse herhos ikke er ret gode, beror elvens produktionsævne for den allerväsentligste del paa de talrige, tildels meget gode gydepladse i den omtrent 40 km lange ovenfor liggende strækning af vassdraget, der er tilgjengelig for laksen. Der fiskes ogsaa laks hist og her paa denne strækning, uden at det dog synes, som om der er noget sted, hvor laksen i særlig grad samler seg, og hvor anledning til dens fangst er let.

Vasdraget vilde vinde betydeligt, saafremt passagen ved Buenfossen lettedes, idet den nu er i høi grad afhængig af vandstanden. Men det vil vistnok ikke kunne ske uden i større eller mindre grad at komme i kollisjon med det i fossen foregaaende fiskeri.

I Buenfossen tages laksen med hov, som omtalt, og længer ned i elven fiskes den ved det saakaldte kummefiske, over hvilket der føres klage.

Kummefisket foregaar ved en kum og er en i senere aar opfunden utvidet anvendelse av kilenoten, hvis ledningsgarn opstilles saaledes, at der dannes et indelukket rum, der efter omstændighederne kan benyttes enten til deri at trække en ved kummens væg anbragt kastenot eller som ledning for kilenot.

Derved fanges en stor mængde af den til vasdraget søgende laks, og fiskens opgang forsinkes ved disse redskaber.

Fisken har ogsaa andre vanskeligheder at overvinde, før den naar frem til sine gydepladse. Opgangen gjennem Buenfossen er ofte meget vanskelig for fisken og tager adskillig tid. Den bliver derfor underveis et let bytte for hoven i fossens forskjellige kulper og afdelinger. Om den naar saa langt op som fossens øverste kant, saa er der en over fossen anbragt brugsstem, som den først efter et længere ophold kan komme over. Da alle de steder i fossen og under stemmen, hvor fisken forbliver staaende, ofte bliver gjennomsøgt med hoven, bliver den meste laks, som findes i fossen fanget, og kun et forholdsvis ringe antal laks slipper frem til gydepladsene i elven ovenfor fossen."

Sitat slutt.

Laksefisket i Tovdalselva foregår idag mest som et sportsfiske med sluk og flue. Det viktigste fisket foregår i juli-august, men under gunstige forhold kan også noe fiskes i juni.

Laksens gyting i Tovdalselva skjer i oktober-november, mens auren gyter i september-oktober.

Laksen i Tovdalselva blir vanligvis ikke særlig stor, og fiskere i området har tidligere lett kunnet skjelne denne laksen fra laksen i Otra som var særlig stor og kraftig. Vanlig størrelse på laksen i Tovdalselva er fra 2 - 5 kg.

Det har tidligere vært drevet et visst kulturarbeid i Tovdalselva med henblikk på opphjelp av laksebestanden. Dette arbeid

har vesentlig bestått i utsetting av yngel i selve elva eller i enkelte av tilløpsbekkene i elvas nedre deler.

## 5.2 Fiskeforsøk

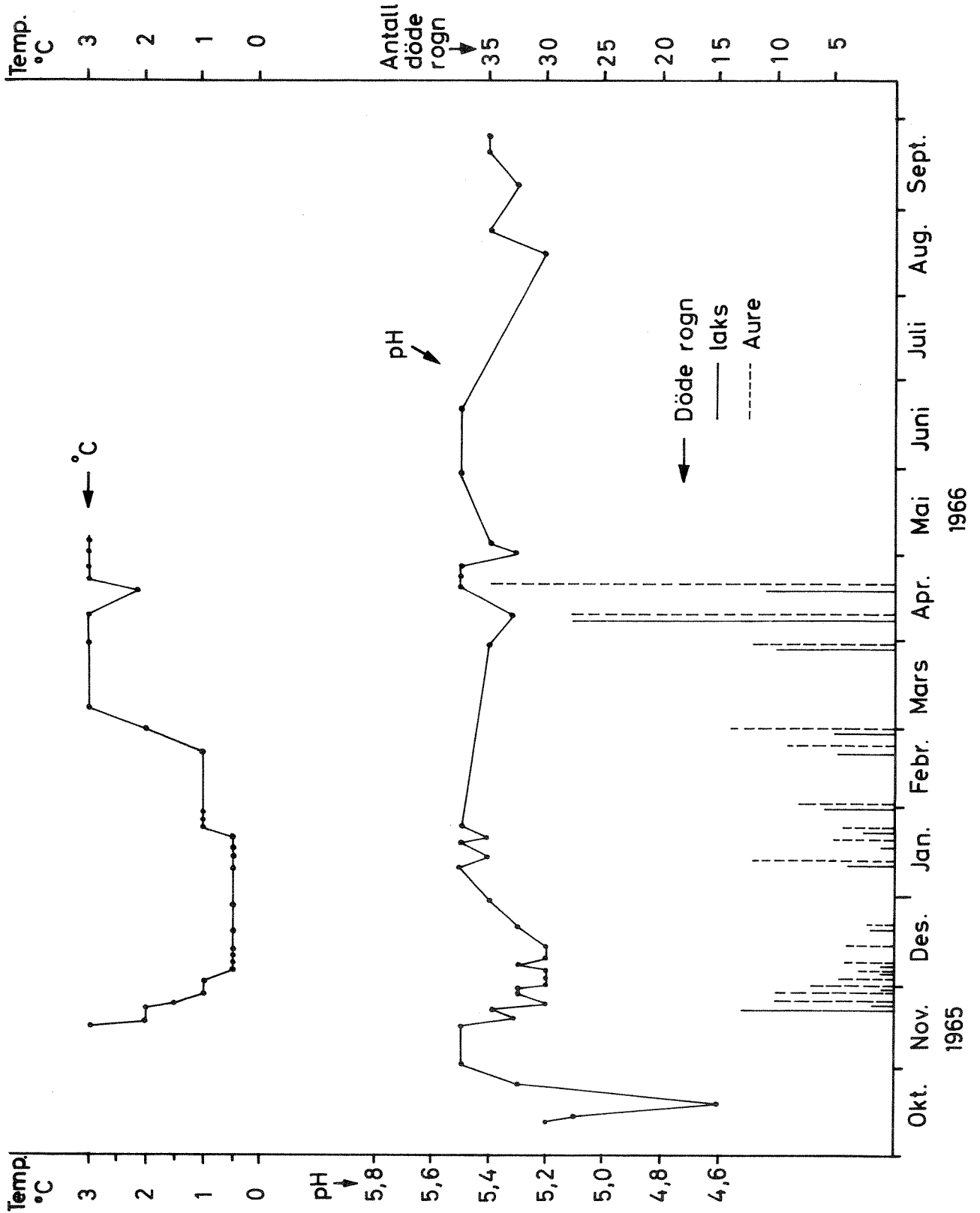
5.21 Metoder. For å studere virkningen av vann fra Tovdalselva på utvikling og klekking av laks og aure, ble det bygget et klekkeri og installert fiskekummer i kraftstasjonene ved Boenfossen. Videre er det foretatt forsøk i akvarier i instituttets laboratorium for spesielle toksitetsforsøk.

I klekkeriet ble installert 3 klekkekasser av tre. I bunnen av 2 av kassene ble det lagt et lag av grus fra elva, og i den tredje ble lagt et lag av kalkstein. I en av kassene med grus fra elva ble lagt ca. 1000 rogn av laks. I den andre kassen ble lagt ca. 2000 rogn av aure. I kassen med kalkstein ble lagt rogn av aure. Lakserognen var tatt av fisk fra Søgneelva.

Som fiskekummer ble benyttet 2 stk. 150 liters plastkar, og i disse ble plassert forskjellig antall laks og aure på forskjellige alderstrinn. Laksen var årsyngel som stammet fra Sandvikselva. Auren stammet fra sørlandsvassdrag. All tilførsel av vann skjedde via plastrør direkte fra Tovdalselva ved inntaket til kraftverket. Etter at rogn og fisk var plassert i kassene og karene, ble det ført tilsyn, og antall død fisk og rogn notert. Det ble også tatt prøver av vannet og foretatt analyser av pH på stedet med et elektrometrisk Radiometer pH-meter.

Akvarieforsøkene ble foretatt etter en vanlig metodikk vesentlig med 5-1 løsninger av Tovdalsvann med og uten tilsetning av forskjellige stoffer. For å opprettholde gassbalansen i vannet, ble det blåst inn luft fra en luftpumpe i akvariene. Forsøkene ble utført med rogn og plommesekeyngel av laks og sjøaure fra Sandvikselva.

Temperaturen under forsøkene var fra 6-10°C og rognforsøkene ble foretatt i mørke. Løsningene ble skiftet annethvert døgn i forsøkene med rogn og hvert døgn i forsøkene med yngel. I hver test ble det benyttet fra 20 - 50 rogn eller 10 plommesekeyngel. I noen av forsøkene med rogn ble denne befruktet i de respektive løsninger, og forsøkene ført frem til all rogn var klekket



NORSK INSTITUTT FOR  
VANNFORSKNING  
BLINDERN

Klekkforsök med rogn av  
laks og sjöaure ved Boen Bruk

Fig. 5  
0-139/64 4905

eller død. I andre tilfeller ble forsøkene først startet på øyerognstadiet.

5.22 Resultater av forsøk ved Boen. Resultatene av forsøkene i klekkeriet er fremstilt i fig. 5. Av ca. 1 000 lakserogn og ca. 2 000 aurerogn døde henholdsvis 94 og 172, d.v.s. 9,4 og 8,6%. Dette må anses for et relativt bra resultat og indikerer ikke skadelige forhold ved vannet. Det var ingen vesentlig forskjell i klekkeresultatet fra gruskassene og kassen med kalkstein.

Forsøkene med lakse- og aureyngel resulterte i at samtlige yngel av laks (30 stk.) døde i løpet av tidsrommet 2/12 - 29/12-1965. Aureyngelen døde alle innen utgangen av mars. Det er ikke mulig å si noe sikkert om årsakene til dødeligheten av laksen og auren i dette tilfelle. Overføringen av fisken, mangelfull foring samt andre forhold kan ha spilt inn. Etter-syn og stell av fisk bør også utføres av folk med spesiell erfaring, noe som har vært vanskelig å få gjennomført i dette tilfelle.

5.23 Resultater av akvarieforsøk. I tabell 6 er vist resultatene av klekkeforsøkene med rogn av laks i vann justert til forskjellige pH med svovelsyre,  $H_2SO_4$ .

Tabell 6. Resultater av klekkeforsøk med lakserogn i vann fra Tovdalselva (T) og laboratoriet (L) tilsatt  $H_2SO_4$ . 50 rogn i hver test. 1: Midlere tid i døgn for registrering av død rogn.

	pH middel	Målte ytterverdier	Klekking %	Midlere klekkesid Døgn	Ubefruktet %	1
T	5,3	4,8 - 5,7	94	56,8	6	-
	5,0	4,6 - 5,5	92	54,0	4	67
	4,6	4,3 - 4,9	96	57,8	4	-
L	6,4	6,1 - 6,7	84	60,6	4	82,3
	5,0	4,7 - 5,5	64	59,1	0	80,5
	4,3	4,0 - 4,7	48	65,6	2	85,2

Tabellen viser at befruktnings- og klekkeprosenten var høy i alle forsøk med vann fra Tovdalselva. Selv i forsøket hvor løsningen hadde en midlere pH på 4,6 utviklet 96% av rognen seg frem til klekking. I forsøkene med vann fra laboratoriet var klekkeprosenten lavere, og en senkning av pH til 5,0 hadde en markert effekt på rognens utvikling. Denne forskjell må tilskrives vannkvaliteten uten at det på dette tidspunkt kan sies noe sikkert om det nærmere årsaksforhold.

Forsøket med svovelsyre i Tovdalsvatnet skulle gi den rene pH effekt, idet en kan se bort fra de lave konsentrasjoner av sulfationer fra syren og eventuell utviklet kulldioksyd.

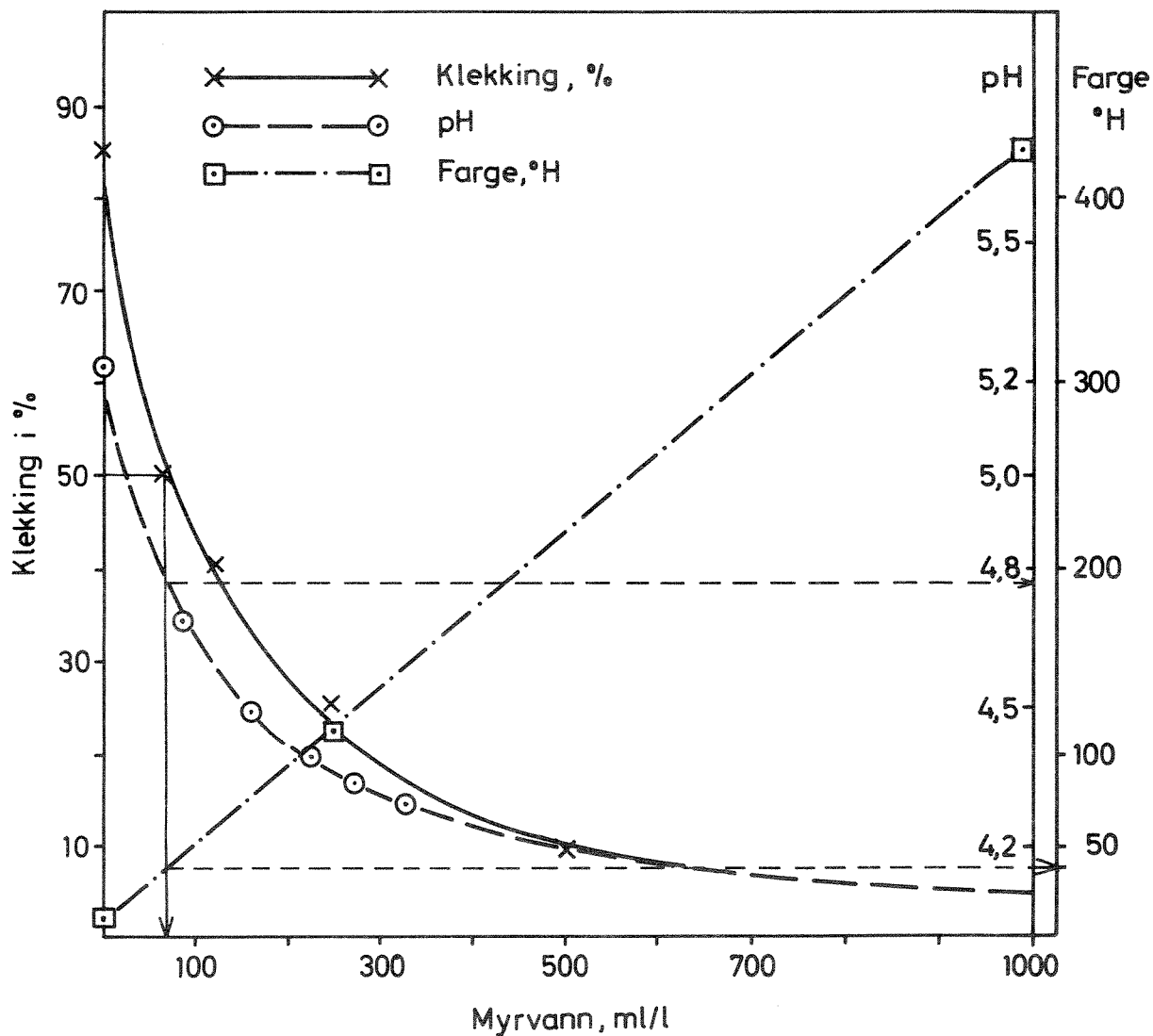
For å studere pH effekten i forbindelse med humusstoffer ble også foretatt et forsøk med tilsetning av et sterkt farget myrvann med farge: 417,6 °H, pH: 4,1, el.ledn.evne,  $\mu_{20} \cdot 10^6$ : 53,2, hårdhet: 8,1 mg CaO/l, perm.tall: 96,0 mg C/l.

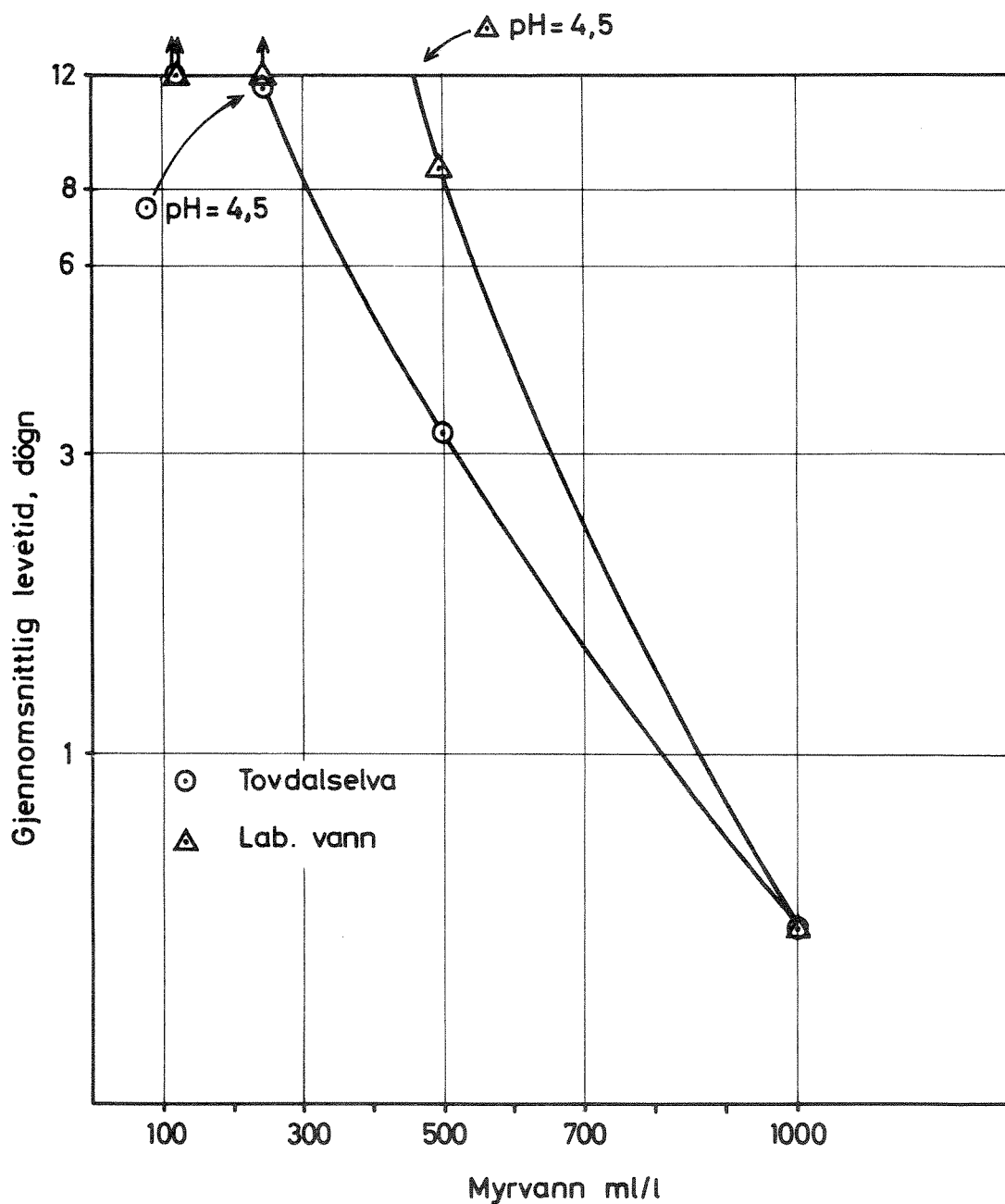
I hver test ble det brukt 20 øyerogn av sjøaure (420 daggrader) og laks og 10 plommesekeyngel av laks. Forsøkene med øyerogn av laks ble mislykket og ga ikke entydige resultater. Resultatene av forsøket med øyerogn av aure er vist i fig. 6.

Forsøket viste at en tilsetning av 65 ml myrvann/l ga en reduksjon i klekkingen på 35%. Denne tilsetning tilsvarte en reduksjon i pH fra 5,2 til 4,8 og en fargeøkning fra 10-40 °H. Resultatet tyder på at det her foreligger en spesifikk effekt av stoffene i myrvannet og ikke en ren pH effekt. Forøvrig må forsøket anses som orienterende og resultatene trenger ytterligere underbygging.

I fig. 7 er vist resultatene av et forsøk med plommesekeyngel i forskjellige konsentrasjoner av myrvann og vann fra Tovdalselva og laboratoriet. Figuren viser at terskelverdiene ved 12 døgns eksponering lå ved en pH på omlag 4,5 både for vann fra Tovdalselva og laboratoriet. Det er mulig at en lengre eksponering vil føre til ytterligere dødelighet. På den annen side er eldre fisk tilsynelatende mer motstandsdyktig slik at overlevende yngel bedre vil klare seg etter som eksponeringstiden øker.







## 6. TIDLIGERE ERFARINGER VEDRØRENDE FISKEBESTANDENS TILBAKEGANG I AGDERFYLKENE

Den angivelige tilbakegangen i fiskebestanden i vann og elver i visse strøk av Sør-Norge er ikke noe problem av ny dato. Allerede i 1920 skrev Knut Dahl en beretning om sine undersøkelser av aurens utdøing i fjellvann i det sørvestlige Norge (Dahl, 1920). Denne undersøkelse ble foretatt på grunnlag av forskjellige meldinger til fiskeriinspektøren om at auren døde ut. Særlig gjaldt dette de indre deler av Aust- og Vest-Agder samt sørlige del av Telemark fylke.

Det karakteristiske ved denne tilbakegang i fiskebestanden var at det etterhvert bare ble forholdsvis få og store fisk igjen i vannene. Etterhvert forsvant også disse, og vannene ble tomme. Dahl forteller også at han ved samtale med eldre folk i Åseral fikk opplysninger om at det fantes vann i heiene hvor fisken for lenge siden var dødd bort, og hvor det etter lange tiders forløp atter viste seg fisk og en bestand vokste opp.

Også helt til det siste har det kommet liknende meldinger fra mange kanter av Agder-fylkene og tilgrensede områder av Telemark (Dannevig, A. 1959, Dannevig, G. 1966). Fiskebestanden har gått sterkt tilbake uten at dette kan forklares ut fra rene beskatningsforhold. Tilbakegangen gjelder ikke bare laksefisk. I en del tilfeller skal også abboren (skjebbe, tryte) ha dødd ut (Dannevig, 1959).

Når det gjelder laksebestanden fremgår det av den offisielle statistikk fra omkring 1880 at utbyttet av elvefisket har gått sterkt tilbake i mange Sørlandselver. Særlig gjelder dette elver som Mandalselva, Otra, Tovdalselva og Nidelva. I andre elver har imidlertid utbyttet holdt seg eller har til og med øket.

Laksefisket har svinget også i tidligere tider.

Fra Tovdalselva beretter Peder Claussön at det ved Boenfoss ble fisket fra 20 - 24 lester laks i enkelte år på 1500-tallet. Dette tilsvarer omlag 28 - 33 000 kg laks. På 1700-tallet kunne

det ved Boen enkelte år fanges henimot 4 000 laks foruten "svelinger". På gode dager ble det fanget opptil 100 laks på en dag. I årene 1783, 84 og 85 ble det imidlertid fanget lite til stort tap for eieren. (Helland, 1903).

Når det gjelder Mandalselva forteller Peder Claussön at det i 1550 ble eksportert 140000kg laks fra Mandø by. (Helland, 1903). Det meste av dette skrev seg sannsynligvis fra Mandalselva. I begynnelsen av 1600-tallet klager Peder Claussön over at dette fisket hadde avtatt til  $1/3$  eller  $1/4$  av hva det var tidligere. Omkring 1690 var fisket meget dårlig. Det nevnes at flere fiskerier var betydelig forringet eller verdiløse på denne tid. I 1795 var fisket igjen bedre enn det hadde vært endel år før.

Tilbakegangen i fisket har stort sett foregått uten observasjon av fiskedød. I endel tilfelle er det imidlertid også konstatert fiskedød i større målestokk i disse eller nærliggende områder. I 1920 skal det ha vært massedød av laks og aure i Frafjordelva, Helleelva og Dirdalselva i Rogaland. (Huitfeldt-Kaas, 1922). I ett tilfelle oppsto det også massedød av aure i et fiskeanlegg på Jæren (Dahl, 1923).

Hva årsaken til disse forhold er, er det fremsatt mange hypoteser om, og det er foretatt flere undersøkelser.

Om årsaken til tilbakegangen i laksefisket i Tovdalselva skriver Helland(1903):

"Aarsagerne hertil er vistnok tre: først standses en hel del laks ved kysten ved de talrige Kilenöter, dernæst i Tovdalselven ved det saakaldte kummefiske og endelig i selve fossen, hvor der fiskes med hov". Det var altså rene beska ningsforhold som er ble ansett for å være årsaken til tilbakegangen.

Knut Dahl (1923) påpeker at fiskedøden i anlegget på Jæren i 1911 og 1913 hadde en sammenheng med spesielle klimatiske forhold og nedslagsfeltets beskaffenhet. Det hadde i disse tilfelle vært tørke i lengre tid. Etter dette fulgte sterk nedbør som resulterte i flom i vassdraget. Fiskedøden opptrådte under flommen. Dahl påviste at denne dødeligheten skyldes tilførsel

av giftig vann fra en større nygrøftet myr. Forklaringen på den store forekomsten av giftige stoffer, var ifølge Dahl, at nygrøftingen hadde ført til blottlegging av jern- og svovelholdige jordlag og gamle, sure myrer. Den tørre sommer hadde hindret et suksessivt avløp av det svovelsyre-ammonikale og jernholdige bunnvann. Under regnflommen ble så disse stoffer tilført vassdraget i store mengder.

Huitfeldt-Kaas (1922) sidestiller dette tilfelle med den fiske-død som oppsto i Frafjordelva, Helleelva og Dirdalselva i 1920. Også her hadde en lengre tørkeperiode etterfulgt av en flom vært den utløsende årsak. I disse nedslagsfeltene forekom også myrstreknings samt større vannarealer som ble tørrelagte i den nedbørfattige periode. På grunnlag av svenske undersøkelser fra samme tid, mener Huitfeldt-Kaas at de aktive giftstoffer først og fremst er vitrioler. Han henleder også oppmerksomheten på at en slik vitrioldannelse kan være årsaken til fiskens utdøing i en del vann i de sørlandske heier.

I forbindelse med sin undersøkelse over aurens utdøing i det sørvestlige Norges fjellvann, bringer Knut Dahl i 1920 et nytt moment inn i bildet. Han påviste at en meget stor del av auren i heivann i Mandalselvas nedslagsfelt innenfor Åseral var befengt med en parasitt. Denne parasitt, en Mikrosporidie, Glugea anaomalia, trenger inn og destruerer eggets plommemasse på forskjellige stadier i eggets utvikling. Parasitten gir seg tilkjenne som hvite flekker i ovariene. I enkelte vann var praktisk talt alle undersøkte hunfisk med rogn befengt med disse parasittene. Dahl hevder at sykdommens forekomst alltid måtte nedsette fiskens reproduksjon. I de tilfelle hvor den opptrådte epidemisk, som i vannene i Åseral, kunne fiskens gradvise utdøing forklares som et resultat av sykdommen. Dahl skriver følgende: "Det ligger saaledes efter min mening meget nær at slutte at det må være en epidemisk optræden av denne parasitt som er en av de væsentligste aarsager til at fisken "dør bort" i heievande paa Sørlandet. Under mine reiser har jeg i de senere aar faat mange beretninger og klager over dette fenomen, som i det væsentligste synes begrænset til strækningen mellom Flekkefjordstraktene og fjelltraktene ovenfor Arendal. Saavel fra Sirdalen, Kvinesdal, Mandalsdalen, Setersdalen og noget længere

øst har jeg faat meddelelsen om dette fenomen. Overalt gaar meddelelserne ut paa at fiskens bortdøen foregaar på den tidligere skildrede maate. Der kan ikke konstateres død fisk i vandene. Der er ingen pludselig katastrofe, men vandene avfolkes. Selv vand hvor der litet og intet fiskes avfolkes litt etter litt, saaledes som jeg har skildret det ovenfor."

Dahl satte også laksebestandens tilbakegang i sammenheng med parasittens forekomst og påpekte nødvendigheten av spesielle undersøkelser på dette felt.

Som et effektivt kulturtiltak foreslår Dahl (1920, 1922) utsetting av yngel. Utførte forsøk i flere vann hadde vist at dette kunne være en effektiv metode til å opprettholde bestanden til tross for parasittens forekomst.

Vannkvalitetens betydning for fiskens forekomst kom mer frem i lyset etterhvert som arbeidet med den kunstige utklekking av laks og aure ble intensivert. Sunde (1926) forteller om uhell i klekkerier som førte til katastrofal dødelighet av rogn og yngel. Uhellene kunne vanskelig føres tilbake til annet enn vannkvaliteten. På den tiden hadde allerede engelske forskere vist at surt vann kunne virke dødelig på fisk. I to klekkerier i nærheten av Kristiansand, hvor dødeligheten av rogn og yngel var meget stor, viste vannanalyser at vannet var svært surt. pH ble her funnet å være omkring 5,2 - 5,3. Det viste seg at dødeligheten kunne stanses ved installasjon av kalkstensfilter i klekkeriene. Sunde hevdet at pH på 5,5 syntes å være kritisk for laks- og aureyngel. Ved pH= 5,3 eller lavere oppstår stor dødelighet, mens dødeligheten kan være normal ved pH= 5,7.

For å undersøke disse forhold nærmere, foretok Knut Dahl (1926) forsøk for å studere de grenser for surhet som aureyngel kan tåle.

Dahl foretok forsøk med plommesekeyngel av aure i glassakvarier med ca. 4,5-1 løsning justert til forskjellige pH-verdier med et meget surt vann fremstilt ved ekstraksjon av torv. Testløsningene hadde følgende pH-verdier: 6,4 - 6,6 (kontroll),

5,9 - 6,1, 5,4 - 5,9, 5,1 - 5,7, 4,7 - 5,4. Forsøkestiden var 17 døgn. På grunnlag av disse forsøkene konkluderte Dahl med følgende:

1. Når pH går under 6 og henimot 5,5 virker det nedsettende på yngelens velbefinnende.
2. Synker pH ned mot 5,1 opptrer noen dødelighet.
3. Synker pH under 5,0 opptrer det sterk og sannsynligvis total dødelighet.
4. Ved avsyring av det sure vann til over de farlige grenser kan dødeligheten stanses.

Dahl foretok også mange målinger av pH i forskjellige vann og mente å kunne påvise en sammenheng mellom forekomst av laksefisk og vannets pH-verdi. Videre fant han det sannsynlig at høy surhet måtte være forklaringen på endel tilfelle av laksedød som var konstatert. Dette var nettopp de tidligere nevnte tilfelle fra Kvina, Mandalselva, Frafjordelva, Helleelva og Dirdalselva samt en dødelighet av laks som oppsto i Audnedalselva (Undalselva) i 1925-26. I dette siste tilfelle ble det målt en pH på 5,2 i elva.

Etter disse undersøkelser ble oppmerksomheten i særlig grad vendt mot pH som en meget viktig parameter for vurdering av vanns brukbarhet for fisk.

I forbindelse med enhver undersøkelse av fiskevann er det etter hvert blitt en innarbeidet praksis å måle vannets pH. Dersom denne er i området omkring 5,0 eller lavere, er det vanlig å anta at aurens og laksens reproduksjon er mer eller mindre hemmet. Dethar vist seg at nettopp på Sørlandet forekommer slike meget sure vann og elver i et stort antall. I mange tilfelle er det gjort forsøk på å kalke sure vann, og i noen tilfelle skal dette ha gitt godt resultat (Torgersen, 1934).

En viktige side av disse problemene er årsaksforholdet i forbindelse med den høye surhet i Sørlandsvassdragene. Videre meldes spørsmålet seg om kvaliteten av vannet kan ha forandret seg i løpet av de senere år. Dersom fiskebestandens tilbakegang

skal skyldes vannkvaliteten, må jo denne ha forandret seg fra de tidsperioder hvor fisket har vært bra. Alf Dannevig(1959) trekker her frem nedbørens mulige innflytelse. Målinger som til da var foretatt viste at nedbøren var betydelig surere på Lista enn ved Ås og Vågå. Tallene var i middel henholdsvis 4,77, 5,46 og 6,4. Dette med at surheten var så høy i kystnedbøren, måtte skyldes en ukjent faktor. Dannevig mener også å ha påvist en sammenheng mellom nedbøren og laksebestandens størrelse i Nidelva ved Arendal. Dersom nedbøren har en innflytelse på vassdragenes surhet, kan en også godt tenke seg at det har skjedd endringer i vannkvaliteten gjennom en lengere tidsperiode. Det er vel kjent at det er store variasjoner i de meteorologiske forhold fra tid til annen.

Gunnar Dannevig (1966) har foretatt systematiske målinger av pH i forskjellige sørlandsvassdrag. Han påpeker at det i flere vassdrag med meget høy surhet er en betydelig bestand av aure. Dette kan henge sammen med at en her har fått resistente stammer som har tilpasset seg den høye surhet. Dannevig mener at en bør være oppmerksom på dette ved valg av fisk til utsetting i sure vann.

At fiskebestanden har gått så sterkt tilbake i mange vann på Sørlandet, behøver ikke nødvendigvis henge sammen med surheten, hevder Dannevig: "I alle de utdødde fiskevann som jeg har hatt anledning til å undersøke, har gytebekkene vært tilgrodd som her forklart. Det er derfor ingen tvil om at dette må være en av de viktigste årsaker til at auren har gått så sterkt tilbake i mange vann på Sørlandet. Slik som forholdene er idag, vil auren nemlig ikke kunne formere seg, likegyldig hvor gunstig surhetsgraden måtte være."

Med tilgroing mener her Dannevig tildekking av gyteplassene med avfall fra skogsdrift og dermed følgende oppsamling av moras. Videre sikter han til en kraftig oppvekst av vannplanter, grønnsvart sly eller mose i gytebekkene.

I tillegg til de forhold som allerede er nevnt, er det fremsatt mange hypoteser om hva årsaken kan være til tilbakegangen i fiskebestanden i mange sørlandsvassdrag. I den senere tid har særlig reguleringenes innflytelse vært fremme i søkelyset.



Tanken er at en oversvømming og periodevis tørrlegging av sure myrer vil kunne føre til øket surhet i vassdragene. Opphør av lyngbrenning, nedleggelse av setrer, avfolking av skogsdistriktene, grøfting av myrer og skog er også faktorer som jevnlig blir trukket frem i diskusjonen. Når det gjelder nedbørens innflytelse, har det vært hevdet at denne er blitt surere på grunn av økede luftforurensninger fra industri og tettbebyggelse.

Som en sammenfatning skal følgende momenter påpekes:

1. Tilbakegangen i fisket i enkelte vassdrag på Sørlandet er ikke av ny dato, men ble gjenstand for undersøkelser av Dahl allerede i 1920. Det ble på den tid også fortalt at fisket i heivannene også i tidligere tider hadde gått tilbake av uforklarlige årsaker. Statistikken over utbyttet av laksefisket viser en markert tilbakegang i fisket fra 1880-årene og frem til i dag i Mandalselva, Otra, Tovdalselva og Nidelva. Beretninger viser at utbyttet av laksefisket har svinget betydelig også i periodene før 1880.
2. Det har vært antydnet flere årsaker til denne tilbakegang i fisket i sørlandsvassdragene. Av disse har særlig parasittangrep og endringer i vannkvaliteten vært fremme i diskusjonen. Når det gjelder vannkvaliteten, har den høye surhet vært regnet som den viktigste faktor. Som årsak til den høye surhet i vassdragene er nevnt de geologiske og klimatiske forhold. Øket surhet kan ha oppstått som følge av grøfting av myrer og endringene i skogsdriften. Avfolking av bygdene, opphør av lyngbrenning og seterdrift, øket surhet i nedbøren og vassdragsreguleringer er også faktorer som har vært trukket frem.

Dannevig (1966) har også påpekt andre faktorer enn vannkvaliteten som viktig årsak. Han fremhever særlig gjengroing av fiskens gytebekker som en betydningsfull faktor.

3. Av botemidler har vært antydnet kalking av sure vann, utsettning av yngel eller større fisk. Dannevig (1966) har fremhevet betydningen av å benytte fisk fra sure vassdrag som utsetningsmateriale. Dette på grunn av en mulig opparbeidet resistens mot surt vann.

## 7. UTENLANDSKE UNDERSØKELSER VEDRØRENDE FORHOLDET pH - FISK

Det er foretatt mange utenlandske undersøkelser over virkning av surt vann på fisk. Her skal det henvises til noen arbeider av nyere dato som kan anses for å være av særlig interesse.

Doudoroff og Katz (1950) har foretatt en inngående litteraturstudie over arbeider som til da var utført når det gjaldt virkning av syrer og baser på fisk. De konkluderte med at vann med pH-verdier mellom 5,0 og 9,0 ikke virker letalt overfor fullt utviklet ferskvannsfisk. Betingelsen er da at forholdene forøvrig er gunstige. Mer ekstreme pH-verdier- kanskje under 4,0 og over 10,0 kan også bli tolerert i ubegrenset tid av resistente arter. De vanlige sterke mineralsyrene som svovelsyre, saltsyre, salpetersyre og fosforsyre samt noen forholdsvis svake organiske syrer som f.eks. melkesyre, sitronsyre, tartarsyre og oksalsyre kan virke drepende på fisk når de forårsaker pH på 5,0 eller lavere. For mange svake uorganiske og organiske syrer kan det også opptre giftvirkninger uten at pH senkes så lavt som til 5,0. Giftvirkningen skyldes da her det udissoierte syremolekyl, løste gasser eller de tilstedeværende anioner eller salter. I disse tilfeller er ikke pH-verdiene alene en tilstrekkelig parameter for å vurdere giftvirkninger. Det må her også tas hensyn til konsentrasjonen av de stoffene det gjelder.

Av interesse er undersøkelser som er foretatt i noen nordsvenske sjøer med tilsig fra alunjord fra marine avleiringer (Vallin, 1953). I ett av disse vann, Sladan, hvor pH ved flere anledninger ble målt så lavt som til 3,7, var det en fast bestand av mort, abbor og gjedde. Brasme forekom også periodevis. Den høye surhet ble her forårsaket av svovelsyre.

Lloyd og Jordan (1966) fant på grunnlag av testforsøk med regnbueaure at pH-verdier under 5,0 kunne være skadelig ved en eksponering av omtrent 3 måneder. Denne konklusjon ble oppnådd ved ekstrapolering av resultater fra korttidsforsøk. Dersom konsentrasjonen av  $\text{CO}_2$  var over 20 mg/l kunne imidlertid dødelighet opptre allerede ved en senkning av pH under 6,0. Et forsøk med mort antydte at denne fiskearten var mer følsom enn regnbueaure overfor særlig lave pH-verdier. Dette kan ha interesse i sammen-

heng med forekomsten av mort i den sure sjøen, Sladan, som var undersøkt av Vallin (l.c.).

Krishna (1953) har foretatt undersøkelser med egg av aure i vann med forskjellige pH verdier. Forsøkene viste at eggene kunne utvikle seg normalt i vann med pH mellom 4,0 - 5,0. I disse forsøkene ble benyttet HCl som syre. Beskrivelsen av forsøksmetodikken er forøvrig noe rangelfull slik at en ikke så lett kan vurdere resultatet i denne sammenheng.

## 8. DISKUSJON

Utbyttet av laksefisket i Tovdalselva har gått sterkt tilbake i likhet med hva som er tilfellet i naboelvene Nidelva, Otra og Mandalselva. Det er fristende å mene at det er en felles faktor som er årsak til dette. Bortsett fra Otra hvor spesielle forhold har gjort seg gjeldende i den seneste tid, er utviklingen svært lik i disse elvene.

Når det gjelder Mandalselva har det vært foretatt og foregår undersøkelser som er særlig betydningsfulle. Undersøkelsene har vært utført av Inspektøren for ferskvannsfisket, Den vitenskapelige avdeling, og har gått ut på å studere utviklingen av rogn av sjøaure og laks i vann fra Mandalselva. De foreløpige resultater tyder her på at vannet i Mandalselva virker drepende på rogn av laks og aure. Lakserogn synes å være mer ømfintlig enn rogn av sjøaure.

De klekkforsøk som ble utført i 1965-66 ved Boen bruk og ved NIVA, har ikke gitt liknende resultater. I forsøkene ved Boen opptrådte riktignok en liten dødelighet av både laks og aure (9,4 og 8,6%), men det var liten forskjell mellom de to arter.

Forsøkene i akvarier viste også meget høy klekking i vann fra Tovdalselva, som dels også var gjort betydelig surere med svovelsyre. I vannet som var tilsatt surt myrvann, ble derimot klekke-resultatene betydelig dårligere. Det var tydeligvis her en ganske spesiell effekt av myrvannet som gjorde seg gjeldende og ikke en pH-effekt.

Forskjellen på klekkeresultatene i vann fra Mandalselva og Tovdalselva kan bero på forskjell i vannkvalitet. Vannet i Mandalselva er surere og har et høyere farge- og permanganattall. Det er nærliggende å tolke dette i retning av at det er de ulike mengder av sure humusstoffer som her forårsaker forskjellen i vannkvalitet. Videre er det fristende å trekke slutningen at det er disse som gjør utslaget når det gjelder de forskjellige virkninger på rogn av lakselisk.

Klekkingen gikk forholdsvis godt i vann fra Tovdalselva i 1965-66. Det er imidlertid godt mulig at det kan forekomme svingninger i vannkvalitet med variasjoner i de klimatiske forhold. Under utskyllingen av surt myrvann ved regnflommen etter tørkeperioder, kan derfor muligens giftvirkninger gjøre seg gjeldende. Bare undersøkelser og observasjoner over flere år kan gi sikkert svar på dette. Ytterligere forsøk i akvarier vil også være nødvendige.

#### 9. PRAKTISKE KONKLUSJONER

Det er neppe fruktbart på det nåværende tidspunkt å trekke vidtgående konklusjoner. Forsøkene ved Boen bør fortsette, og de vil da kunne gi bedre forståelse av forholdene gjennom en lengre tidsperiode. Forsøkene som foretas i Mandalselva av Inspektøren for ferskvannsfisket vil også etterhvert gi ytterligere informasjoner som vil være nyttige i sammenhengen.

Når det gjelder det praktiske kulturarbeid, bør dette foreløpig fortsettes som tidligere, fortrinnsvis med utsetting av yngel i de minst sure tilløp til Tovdalselva. Bersevatnet bør også trekkes inn i denne sammenhengen. Dette vassdraget skulle ligge godt til rette for en god produksjon av lakseyngel.

De forsøk og undersøkelser som hittil er gjennomført, taler ikke mot en utsetting av lakseyngel direkte i Tovdalselva. En vanskelighet her er imidlertid den store aurebestand i elva. En desimering av denne kan muligens være nyttig. Om det fortsatte kulturarbeid vil vi anbefale at det tas kontakt med Inspektøren for ferskvannsfisket.

Det bør utføres nærmere undersøkelser av sammenheng mellom pH og virkning av sure humusstoffer på klekkeforholdene til laks og aure. Det vil være viktig å finne frem til de komponenter i humusstoffene som er de virkende faktorer i denne sammenheng.

## 10. SAMMENDRAG

Det er foretatt kjemiske og biologiske undersøkelser i Tovdalselva. Dette er gjort med sikte på å studere vannkvalitetens betydning for tilbakegangen i utbyttet av laksefisket i vassdraget. Det er videre foretatt testforsøk med fisk i akvarier og klekkeforsøk ved Boen bruk.

De kjemiske analyser viste at vannet i Tovdalselva var surt, elektrolyttfattig og svakt humuspreget.

De generelle biologiske undersøkelser viser at de fleste av de vanligste vegetasjons- og faunaelementene i Tovdalselva er karakteristiske for lite påvirkede vassdrag med godt gjennomluftede dystrofe vannmasser.

Klekkforsøkene som ble foretatt ved Boen bruk vinteren 1965-66, viste at både rogn av laks og aure klekket relativt bra. Den totale dødelighet av yngel av laks og aure i kummene skyldtes sannsynligvis spesielle eksperimentelle forhold.

Klekkforsøk med laks i Tovdalsvatn, som dels var gjort surt med svovelsyre  $H_2SO_4$ , viste at lakserogn utviklet seg og klekket normalt i vann med pH mellom 4,3 og 4,9. Forsøk med tilsetning av surt, humusholdig vann viste at klekkingen ble hemmet når pH gikk ned i 4,8. Dette indikerer en spesiell effekt av humusstoffene i vannet. Ytterligere forsøk er nødvendig for å klarlegge disse forhold.

Sammenfattende kan det sies at undersøkelsene ikke har påvist spesielle forhold ved vannet i Tovdalselva som kan tenkes å virke til skade for laksebestanden. Det er imidlertid mulig at slike forhold kan oppstå under spesielle meteorologiske situasjoner. Vi sikter her særlig til nedbørsituasjoner etter perioder med tørke.

## 11. LITTERATUR

- DAHL, K., 1920                      Undersøkelser over ørretens utdøen i det sydvestlige Norges fjeldvand.  
Norsk Jæger- og Fiskerforenings Tidsskrift 49: 249-267
- DAHL, K., 1922                      Supplerende bemerkninger til undersøkelser over ørretens utdøen i det sydvestlige Norges fjeldvand.  
Norsk Jæger- og Fiskerforenings Tidsskrift 51: 64-66
- DAHL, K., 1923                      Massedød blant ørret ved forgiftning med avløpsvand fra myrer.  
Norsk Jæger- og Fiskerforenings Tidsskrift, 52: 77-81
- DAHL, K., 1926                      Vandets surhetsgrad og dens virkninger på ørretyngel.  
Tidsskr.f.det nor.landbr. 33: 232-242.
- DANNEVIG, A., 1959                  Nedbørens innflytelse på vassdragenes surhet og på fiskebestanden.  
Jeger og Fisker, 88: 116-118.
- DANNEVIG, G., 1966                  Auren og det sure vann på Sørlandet.  
Nakt-Fiske-Friluftsliv, 95: 388- 393.
- DOUDOROFF, P. and  
KATZ, M., 1950                      Critical review of literature on the toxicity of industrial wastes and their components to fish.  
Sew.Ind.Wast. 22: 1432-1458
- HELLAND, A., 1903                  Norges land og folk.  
Topografisk-statistisk beskrivelse over Lister og Mandals amt. Bd. 10, del 1.  
Kristiania, 1903.

- HUITFELDT-KAAS, H.,  
1922 Om aarsaken til massedød av laks og ørret  
i Frafjordelven, Helleelven og Dirdals-  
elven i Ryfylke høsten 1920.  
Norsk Jäger- og Fiskerforenings Tidsskrift  
51: 37-44
- KRISHNA, D., 1953 Effect of changing pH on developing trout  
eggs and larvae.  
Nature, 171: 434
- LLOYD, R. and  
JORDAN, D.H.M., 1964 Some factors effecting the resistance of  
rainbow trout (*Salmo gairdnerii* Richardson)  
to acid waters.  
Int. J. Air. Wat. Poll. 8: 393-403.
- SUNDE, S.E., 1926 Surt vand dræper laks- og ørretyngel.  
Norsk Jäger- og Fiskerforenings Tidsskrift,  
55: 121-124
- TORGENSEN, H., 1934 Forsøk med oparbeidelse av fisketomme vand.  
Stangfiskeren, 1934: 38-46.
- VALLIN, S., 1953 Zwei azidotrophe Seen im Küstengebiet  
von Nordschweden.  
Inst. Freshw. Res. Rep. 34: 167-189

Tabell 7

Prinsipp og enhet for forskjellige analysekomponenter

<u>Analysekomponent:</u>	<u>Prinsipp:</u>	<u>Enhet:</u>
Surhetsgrad	Elektrometrisk	pH
Spes. ledn. e.	Wheatstones bro	$.10^{-6} \text{ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
Farge	Fotoelektrisk v/lys- absorpsjon	mg Pt/1
Turbiditet	Fotoelektrisk v/lys- refleksjon	mg SiO <sub>2</sub> /1
Permanganattall	Titrimetrisk	mg O/1
Kalsium	" "	mg CaO/1
Magnesium	" "	mg Mg O/1
Natrium	Flammefotometrisk	mg Na/1
Kalium	" "	mg K/1
Jern	Kolorimetrisk	mg Fe/1
Mangan	" "	mg Mn/1
Kopper	" "	mg Cu/1
Sink	" "	mg Zn/1
Klorid	Titrimetrisk	mg Cl/1
Sulfat	Absorptiometrisk	mg SO <sub>4</sub> /1
C-fosfat	Kolorimetrisk	mg PO <sub>4</sub> /1
Nitrat	" "	mg NO <sub>3</sub> /1
Silisium	" "	mg SiO <sub>2</sub> /1
Alkalitet	Titrimetrisk	ml N/10 HCl/1
Asiditet	" "	ml N/10 NaOH/1
Suspendert stoff	Gravimetrisk	mg/1



Tabell 8

Resultater av biologiske feltundersøkelser i Tovdalselv 21.-22.juli 1965	Stasjoner			
	Dale	Teinefoss	Boen	Digeelv
	22/7	21/7	21/7	21/7
Organismer				
<b>CYANOPHYTA</b>				
Scytonema cf. mirabile (Dillw.) Born.			c	r
<b>CHLOROPHYTA</b>				
Microspora amoena (Kütz.) Rabenh.	c	r	r	r
Ulothrix zonata (W. & M.) Kütz.		cc	r	cc
- sp. (16 $\mu$ )	cc	c		
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
Tabellaria flocculosa (Roth.) Kütz.	r	c	cc	r
<b>RHODOPHYTA</b>				
Batrachospermum sp.	r	r	cc	
<b>BRYOPHYTA</b>				
Fontinalis dalecarlica B.S.G.			c	
Nardia compressa (Hook) Gray	+	r	cc	r
Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.			c	
<b>PLECOPTERA</b>				
Leuctra cf. digitata Kemp.		c		
cf. Leuctra sp.				r
<b>TRICHOPTERA</b>				
Neureclipsis bimaculata Linn.			c	r
Plectrocnemia conspersa Curt.		+		
Polycentropus flavomaculatus Pict.		+		
Rhyacophila nubila zeit.		+	+	+
Tomme hus		c	r	
Ubestemte chironomider	+	cc	r	rr
Ubestemte oligochaeter		+	+	
Ubestemte mygglarver		r		

Tabell 8 forts.

Resultater av biologiske feltundersøkelser i Tovdalselva  
21. - 22. juli 1965

---

Spesielle lokaliteter

A) Bersevatn 22/7-65

EPHEMEROPTERA

Caenis cf. robusta Etn. +  
Siphonurus linneanus (Etn.) +

NEUROPTERA

Sialis sp. +

COLEOPTERA

Corixa sp. (nymfe) r+  
Deronectes halensis Fabr. +  
Dytiscus dimidiatus Bergstr. +

Ubestemte chironomider r

DIPTERA

Corethra sp. (puppe) +

MOLLUSCA

Sphaerium sp. +  
Succinea cf. putris L. +

B) Høyere planter, Boen og Teinefoss 21/7-65

	<u>Boen</u>	<u>Teinefoss</u>
Isöetes lacustris L.	r	
Juncus bulbosus f. fluitans (Lam.) Fr.	cc	c
Subularia aquatica L.	r	
Myriophyllum alterniflorum L.	r	
Utricularia cf. vulgaris L.	r	r
Lobelia Dortmanna L.	r	r

MG/eb

13.1.1967

