

 Vannressurs-forvaltning
RAPPORT O-87127

Befaring og undersøkelse av
tilløpsvassdrag til
Hornindalsvatnet

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor

Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen

Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:

0-87127

Undernummer:

Løpenummer:

2168

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

Befaring og undersøkelse av tilløpsvassdrag til
Hornindalsvatnet

Dato:

28. juni 1988

Prosjektnummer:

0-87127

Forfatter (e):

Hans Holtan

Faggruppe:

Geografisk område:

Sogn og Fjordane

Antall sider (inkl. bilag):

30

Oppdragsgiver:

Hornindal kommune, teknisk etat

Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):

Ekstrakt:

Vannet i Hornindalsvatnet med tilløpselver, er bløtt og har en pH-verdi på ca. 6. Området er lite påvirket av sur nedbør.

Generelt er vannets innhold av næringsstoffer lavt, men en viss begroingspåvirkning kan merkes på forurensningsutsatte elvestrekninger og ved utløpet av enkelte tilløp. I strandområdene utenfor Grodås sentrum, er Hornindalsvatnet markert forurensningspåvirket. Forurensningsbegrensende tiltak anbefales.

4 emneord, norske:

1. Eutrofiering
2. Forsuring
3. Generell vannkvalitet
4. Hornindalsvatnet m/tilløp

4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder:

Hans Holtan

For administrasjonen:

Hans Chr. Isaksen

ISBN - 82-577-1456-9

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

0 - 8 7 1 2 7

**BEFARING OG UNDERSØKELSE AV TILLØPSVASSDRAG
TIL HORNINDALSVATNET**

Oslo, 28. juni 1988

Hans Holtan

1. INNLEDNING

I brev fra Hornindal kommune datert 14.5.1987 og Fylkesmannen i Sogn og Fjordane datert 21.5.1987 til Norsk institutt for vannforskning (NIVA), ble det ytret ønske om et prisoverslag for en befaring med prøvetaking til nærmere angitte tilløpsvassdrag til Hornindalsvatnet. I brevet fra Fylkesmannen ble det også spesifisert hvilke problemstillinger man ønsket å få belyst, samt at kostnadsrammen ikke burde overstige kr 30.000,-.

NIVA's forslag til befaring med prisoverslag ble oversendt Hornindal kommune med kopi til fylkesmannen i brev av 1.6.1987. Her ble det også gjort nærmere rede for analyseparametre samt arbeidsfordelingen mellom kommunen - Fylkesmannen - NIVA.

I brev av 29.7.1987 fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, fikk NIVA beskjed om at kommunen aksepterte NIVA's programforslag med kostnadsramme.

Befaringen fant sted 19.8.1987. På grunn av vanskeligheter med innsamling av omkringinformasjon, er rapporteringen beklageligvis blitt kraftig forsinket.

2. KONKLUSJON

Denne rapport og uttalelse bygger kun på en befaringsobservasjon i august 1987, med en supplerende prøvetaking fra noen vassdrag i oktober samme år. Vannets kvalitet varierer imidlertid med årstidene og resultatene kan derfor ikke anvendes for en helhetsvurdering - særlig med hensyn til bruksaspektet.

På bakgrunn av observasjons- og analyseresultatene og med forbehold om sesongvariasjoner, kan det konstateres at:

- Vannet i alle de undersøkte elver (unntatt Lønnsgrova og Kvivselva) er meget bløtt og saltfattig. Dette betyr en meget svak bufferkapasitet, d.v.s. vannet er bl.a. meget ømfintlig overfor forsurening.
- Vannets surhetsgrad ligger stort sett i overkant av pH 6, d.v.s. svakt surt. Det synes således som om dette området i liten grad har vært/er påvirket av sur nedbør. Dette er i overensstemmelse med observasjoner som er gjort i forbindelse med undersøkelser av den sure nedbørens utbredelse og virkning i Norge (f.eks. SNSF-rapport 1980). Det skal imidlertid påpekes at vanntypen i det aktuelle området er meget forsuringfølsom (lav bufferkapasitet og lav alkalitet).
- Vannets innhold av næringssalter var med visse unntak (se nedenfor) meget lavt og tyder på at tilførselene er små i forhold til elvenes vannføring. Begroingssamfunnene, spesielt nederst i elvene, tyder imidlertid på en viss påvirkning av næringsstoffer. Dette gjelder spesielt Storelva N (fra Indre Hornindal og Hornindal) og Storelva S. (fra Markane).

Ved utløpet av flere av elvene er vannets innhold av tarmbakterier høyt. Dette skyldes i vesentlig grad tilførsel av kloakkvann, men avrenningsvann fra jordbruksområder, kan også spille en viss rolle. Dette gjelder spesielt Vikaelva.

St. 3 Lønnsgrova og st. 12 Kvivselva er sterkt forurenset både med hensyn til næringssalter/begroing og tarmbakterier. Her var vannets innhold av jern, partikulært materiale og organisk stoff betydelig.

- Vannets fargetall og innhold av partikulært materiale, jern og organisk stoff (unntak st. 3 og st. 12) var lavt. Det samme gjelder vannets innhold av aluminium.
- I Hornindalsvatnet, på strandområdene utenfor Grodås sentrum, var det en viss begroingsutvikling som vi antar skyldes påvirkning av kloakkvann.

- Vi antar fosfor er den begrensende faktor for en eventuell eutrofiering (økt algevekst) i Hornindalsvatnet. I henhold til våre beregninger kan innsjøen totalt tilføres ca. 24 tonn fosfor pr. år før "faregrensen" overskrides. Den teoretiske beregnede fosfortilførsel fra Hornindal kommune er pr. i dag av størrelsesorden 5 tonn pr. år. Belastningen for øvrig er ikke kjent.

Selv om Hornindalsvatnet foreløpig ikke synes å være i "faresonen", forurensningsmessig sett, vil vi anbefale at det som forebyggende tiltak etableres effektive forurensningsbegrensende anordninger spesielt ved tettsteder. Dette vil ikke minst redusere lokale problemer som denne type utslipp fører med seg.

- Vi vil anbefale at det foretas en tilstandsorientert undersøkelse av hele Hornindalsvatnet. Dette for å fremskaffe et bakgrunnsmateriale for vurdering av en eventuell utvikling.

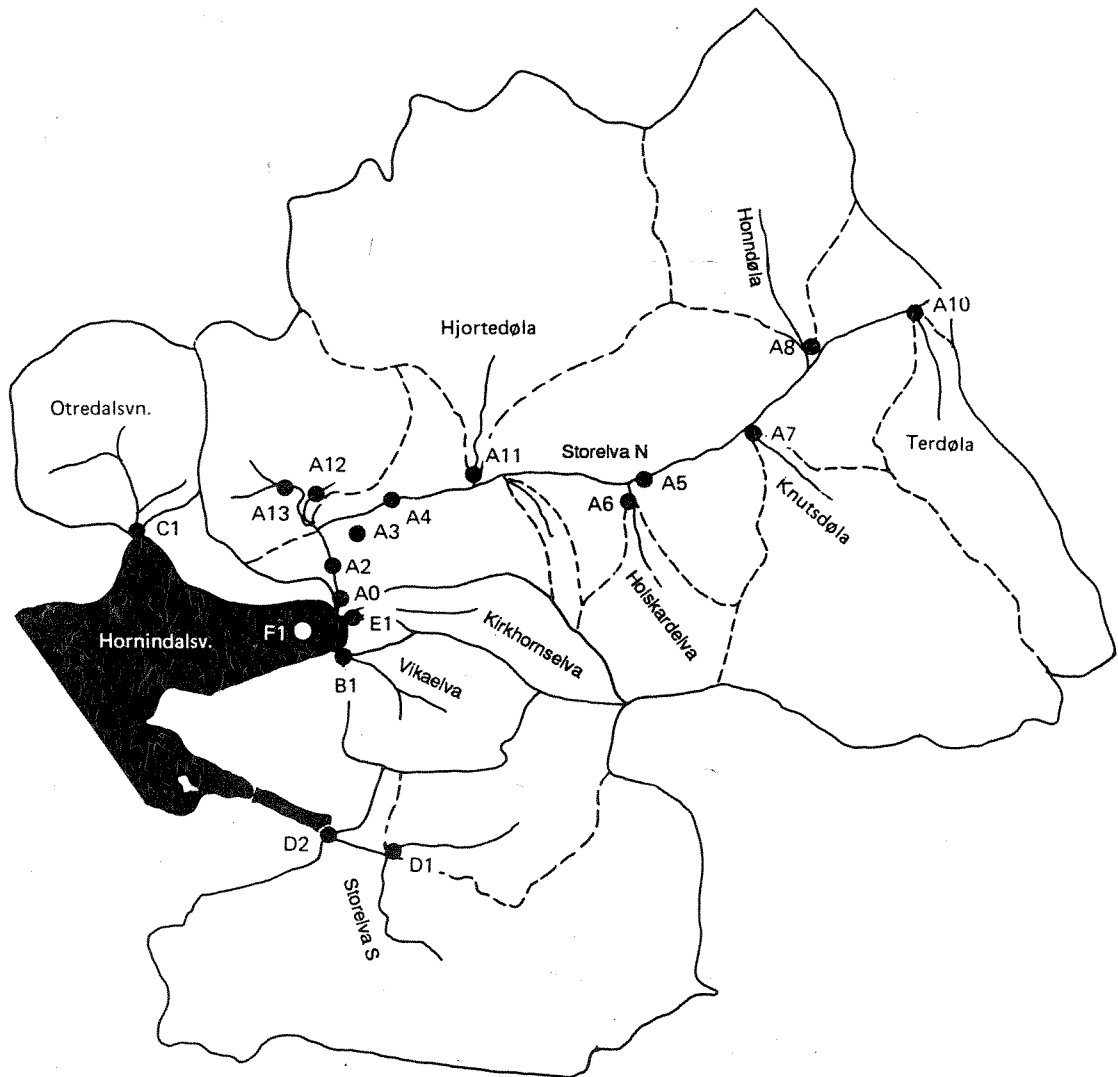
3. OMRÅDEBESKRIVELSE

Det aktuelle befarings- og undersøkelsesområde er tegnet inn på figur 1. Området ligger praktisk talt i sin helhet innenfor Hornindal kommune. Geologisk er området bygd opp av gneis-granittiske bergarter som er meget harde og motstandsdyktig mot forvitring. Bortsett fra elveavsetninger langs vassdragene, er løsavsetningens omfang og mektighet beskjeden.

Tabell 1 gir en oversikt over totale arealer og arealfordeling for de ulike vassdrag. Som det går frem av tabellen er deler av Storelva, Hjortedøla og Honndøla overført til Tussa kraftverk.

Fjell og impediment er dominerende arealtype, f.eks. hører ca. 67 % av Storelvas nedbørfelt med til denne type, mens ca. 27 % er skog, 5.3 % fulldyrka jordbruksareal. I nedbørfeltene til de øvrige befarte elver, er mindre enn 3 % av feltet fulldyrka. I nærområdene langs stredene av Hornindalsvatnet (Hornindal kommune) er det også noe dyrka areal (<0.7 km²). Jordbruksarealene ligger langs og kloss inn til elvene eller innsjøen slik at det er kort vei fra eventuell forurensningskilder til vassdraget.

I nedbørfeltene til de befarte vassdrag bor det i henhold til oppgave fra Hornindal kommune ca. 1230 personer. Bortsett fra tettstedet Hornindal (ca.380 - Grodås + området ved St. elvas utløp) er det utpreget spredt bebyggelse som i det vesentligste ligger nært vassdrag.



Figur 1. Vassdrag i Hornindal kommune.
Prøvetakingsstasjoner 19.8.87 inntegnet.

Tabell 1. AREALBEREGNINGER

Tabellen er satt opp dels på grunnlag av planimetrering av kart i målestokk 1:50000 dels etter landbrukskontorets beregninger. Alle tall er i km².

KODE	OMRÅDE	TOTALT AREAL	FJELL/IMPREDIMENT	SKOG/MYR	FULL-DYRKA	BEITE	OVERFØRT
C	OTREDALSV.	11.3	8.78	2.4	0.15	0.07	
A	STORELVA N	117.3	78.2	32.2	6.2	0.7	19.3
herav:							
A12/13	KVIIVSELVA/ TÅNGELVA	12.0	6.7	4.1	1.0	0.2	-
A11	HJORTEDØLA	15.3	10.2	5.1		lite	14.9
A8	HONNDØLA	11.4	9.3	2.1	-	lite	4.4
A10	TERDØLA	10.4	9.6	0.8		lite	-
A7	KNUTSDØLA	22.4	15.2	7.2	-	-	-
E	KIRKHORNSE	5.0	3.6	1.3	ca. 0.1	-	
B	VIKAE LVA	7.0	5.2	1.5	ca. 0.2	-	
D	STORELVA S	45.2	4.9	39.8	ca. 0.3	lite	
til vatnet ellers:							
stranda C - A		3.0	0.4	2.1	ca. 0.3	lite	
stranda E - B		0.5	-	0.3	0.2	lite	
stranda B - komm.grensa		15.3	1.9	13.2	0.2	lite	

(vatnet er ca. 12 km² innafør kommunegrensa).

4. FORURENSNINGSKILDER OG FORURENSNINGTILFØRSLER

Hornindal kommune er en typisk vestlandsk jordbrukskommune med betydelig turisttrafikk om sommeren. Industri av noe større omfang finnes ikke. Kommunens administrasjonssenter ligger ved Storelvas (N)-utløp i Hornindalsvatnet og her finnes skole (ca. 180 elever og 20 lærere), kommunehus, hotell, gjesteheim, sjukeheim o.l.

4.1 Landbruket som forurensningskilde

Tabell 2 gir en oversikt over landbruksaktivitetene slik de er oppgitt fra Hornindal landbrukskontor.

Tabell 2. Oversikt over landbruksaktiviteter.

Vassdrag	Stasjons- kode	Antall				da			Tonn
		Ku	Dyretal Ungdyr	Sau	Div.	Eng/ Åker	Beite Gj./ugj.	Skog/ myr	Innlagt silo, tonn
Otredalselva	C	-	2	223	-	154	69	2435	-
Kvivselva	A12	97	171	392	15 høns	1057	207	4051	2400
Tångelva	A13								
Vikaelva	B	30	42	17	40 høns	187	73	1486	430
Storeelva	A	605	856	811	575 høns 17 griser 6 hester	5166	456	28118	12390
Noraelva	D1	5	12	133	5 høns	194	120	3718	300

Tallene for innlagt silo er satt på grunnlag av dyrka areal og lokalkjennskap - landbrukskontoret har ingen direkte oversikt over innlagt silomengde og mengde tørt høy.

Ved landbrukskontoret finnes heller ingen oversikt over lagerkapasitet for husdyrgjødsel, men på de fleste gårder finnes gjødselkjellere. Det opplyses imidlertid at på enkelte bruk lagres gjødsel ute. Utette gjødselkjellere er ikke uvanlig. I den grad åpen åker forekommer, blir husdyrgjødsel spredt der - om våren, men der åkerarealene er små, må en god del gjødsel spredes på enga. Enkelte steder kjøres det også ut gjødsel senhøstes. Det meste av gjødsel blir spredt som blautgjødsel, noen har gylleanlegg og en del har separat oppsamling av land- og fastgjødsel. Samlet gjødselmengde i vekstsesongen varierer fra 5-10 tonn på åpen åker og 3-6 tonn på eng.

De fleste bruk har siloanlegg med god standard, men bruksmåten oppgis å være noe variert, slik at forurensninger kan oppstå. Ingen bruk har lagertank for pressaft og pumpekummenes kapasitet varierer fra 1 til 5 m³. Derfor er det nødvendig å spre silosafta under selve silosesongen uansett værforhold.

Det foreligger ingen sikre tall angående forbruk av handelsgjødsel. Det er for et par år siden laget en oversikt over totalt innkjøpt handelsgjødsel i kommunen. På bakgrunn av denne registreringen oppgir landbrukskontoret at det blir brukt for lite nitrogen og kalium, men 10.5 tonn for mye fosfor kommunen sett under ett. Kontoret mener at fosforoverbruket kanskje er enda større.

4.2 Bosetning, turisme, friluftsliv

Teknisk kontor i Hornindal kommune har samlet inn data angående bosetting, turistetablisementer, friluftsliv, ferdsel osv. langs de befarte vassdrag. Disse data er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Oversikt over bosetning, turisme osv. i Hornindal kommune. Stasjonsangivelsene refererer seg til prøvetakingsstasjonene under befaringen.

Stasjons
kode

C	Otterdal	16 personer	2 sel, lite ferdsel ellers.
A12/A13	Lødemel: (Kviivselva)	127 "	stor gjennomgangstrafikk 0 " lite ferdsel
A11	Hjortedøla	17 "	50 ? sel/hytter, stor ferdsel både sommer og vinter (ski)
A8	Honndøla	0 "	15 ? " " " (ski)
CA	Vatnet	56 "	100 arbeidsplasser. Campingplass. Avløp: Septiktanker - til vatnet.
A1	Storelva	23 " 118 "	Hornindal skule, totalt 180 elever + 20 lærere. Renseanlegg (biologisk)I området er anlegg for slamlagune, - som er tatt i bruk høsten 1988.
		111 "	
		193 "	
		28 "	
		49 "	
		19 "	
A6		0 "	Noen sel - forh. liten ferdsel
A7		0 "	Flere sel - felleseter - stor ferdsel om sommeren - nydyrking
A10		0 "	Noen sel - spes. vinter ferdsel.
E	Kirkhornselva	12 "	Avløp: infiltrasjon. Få (ubrukte) sel - liten ferdsel.
A-B	Grodås	260 "	Arbeidsplasser: ca. 70. Sykehjem, hotell, gjestehjem, 6800 gj.døgn. Kommuneadministrasjon/forretninger. Septiktanker, avløp til vatnet.
B	Vikaelva	37 "	Noen sel - en del ferdsel.
B-D	Vatnet	71 " 36 "	Fra Svor til Øyebakken. Vestside Kjøspollen.
D1	Noraelva	35 "	Øen/Maurset
D2	Storelva S	5 "	Øyebakken/ellers Stryn, ca. 132 personer. Spredd bebyggelse.
	Tilsammen	1230 personer	

Stort sett kommer arbeidstakerne prosentvis likt fra de ulike områder inn til de angitte arbeidsplasser. Rundt om på gårdene er det i dag WC med infiltrasjon i grunnen, men noe går vel også til bekk.

Grunnlagstall for beregning av forurensningstilførsel til vassdraget er gitt i en oversiktlig form i tabell 4.

Tabell 4. Grunnlagstall for beregning av den antropogene belastninga.

KODE	BOSATTE	ARB.- PLASSER	ELEVER	ANTALL HYTTER	KYR	UNGDYR	SAU	GRIS	HØNS	SILLO TONN
C	16	-	-	-	-	2	223	-	-	-
A	685	20	180	65	702	1027	1203	17	590	14790

C-A	56	100	camping- plass			trolig mer under A				
A-B	260	70	hotell med 6800 gjestedøgn			trolig tatt med under B, E og A				
B-D	71	-	-	≈10	22	19	46		5	135
D-kom. grensa	36	-	-	-	15	16	7		15	515

D Hor.	40				15	19	146			470
Stryn	≈80	-	-	≈7	20	18	176		6	690

4.3 Teoretisk beregnet forurensningstilførsler

Det knytter seg alltid stor usikkerhet til teoretisk beregning av forurensningstilførsler til vassdrag. Datagrunnlaget angående forurensningsproduksjon er usikkert, avløpsforholdene (direkteutslipp, filtrering i grunnen osv.) varierer, avrenning fra jordbruksarealer varierer med jordsmonn, topografi, nedbør osv. forbrukt gjødselmengde usikkert, gjødsel- og silolagrenes kvalitet varierer osv.

Følgende beregninger som til dels bygger på erfaringer fra andre deler av landet, må derfor bare betraktes som retningsgivende størrelsesorden. Ved valg av koeffisienter, har vi i utgangspunktet valgt Vennerød (1984), men i noen grad modifisert disse i henhold til det vi antar er mer i tråd med de lokale forhold. Vi har kun beregnet tilførslene av næringsstoffene fosfor og nitrogen i det vi antar at disse stoffer har størst betydning for forurensningssituasjonen i vassdraget.

4.3.1 Beregningsgrunnlag

- Avrenning fra fjell og impediement: Vennerød (1984) oppgir at den årlige avrenning fra fjellarealer i middel kan settes til 6 kg fosfor og 110 kg nitrogen pr. km². Det er mulig avrenningen er noe lavere i dette området, men vi har ingen observasjoner som understøtter en slik antakelse og vi vil derfor anvende Vennerøds koeffisienter.
- Vennerøds avrenningskoeffisienter for skog og myrarealer, 6.5 kg fosfor/km²·år og 220 kg nitrogen/km²·år anvendes.
- Avrenningskoeffisientene for ugjødsla oppdyrka areal og beite settes i samsvar med Vennerød til 8 kg fosfor/km²·år og 220 kg nitrogen/km²·år.

- Avrenning fra fôrsiloer:

I følge Vennerød blir det produsert 0.1 kg fosfor og 0.3 kg nitrogen pr. m³ innlagt silomasse. Oppgavene over innlagt silomasse er ufullstendige. Avrenning av silosaft til vassdrag varierer sannsynligvis også i betydelig grad. Vi vil her anta at ca. 40 % av silosaften når vassdrag.

- Avrenning fra melkerom:

Beregningsgrunnlaget er usikkert. Vennerød oppgir verdier på 0.25 kg fosfor/ku og år og 0.20 kg nitrogen pr. ku og år, 75 % når vassdrag.

- Avrenning fra gjødselkjellere:

Vi regner skjønnsmessig med en lekkasje på ca. 5 % med hensyn til fosfor og nitrogen. (Vennerød 1984).

- Avrenning av naturgjødsel fra åker og eng:

Næringssaltproduksjon i kg/dyr og år er (veiledende verdier):

Storfe: 7.6 kg fosfor og 47 kg nitrogen pr. dyr pr. år.
 Melkekyr: 13 kg fosfor og 83 kg nitrogen pr. ku pr. år.
 Svin: 3.2 kg fosfor og 14 kg nitrogen pr. dyr pr. år.
 Sau, geit: 1.2 kg fosfor og 7.1 kg nitrogen pr. dyr pr. år.
 Fjærkre: 0.4 kg fosfor og 1.7 kg nitrogen pr. dyr pr. år.

Det regnes her med at 2 % av fosforet og 15 % av nitrogenet tilføres vassdrag (Vennerød 1984).

- Avrenning av handelsgjødsel:

Handelsgjødselens innhold av fosfor og nitrogen varierer med type gjødsel. Fullgjødsel som er den vanligste gjødseltype, inneholder 6 vekt.% fosfor og 13.7 vekt.% nitrogen. Vi regner her med at 2 % av fosforet og ca. 15 % av nitrogenet tilføres vassdrag. Det er skjønnsmessig antatt at det brukes 60 kg gjødsel pr. da. dyrka areal.

- Tilførsel av kloakkvann:

I henhold til Vennerød (1984) er produksjon pr. individ 2.5 g fosfor og 12 g nitrogen pr. person og døgn. I hvilken grad disse mengder når vassdrag varierer selvfølgelig med avløpsordning, infiltrasjonsmuligheter og hvordan bebyggelsen er lokalisert i forhold til resipienten. Skjønnsmessig setter vi her tilførslene fra bebyggelsen til 75 % av total produksjon. Vi antar at renseeffekten (for P og N) ved det biologiske kloakkrenseanlegg er ca. 30 %.

Tilførsler fra institusjoner, servicevirksomhet og lignende er ifølge Statens forurensningstilsyn (1983) følgende (1pe = forurensingsprod pr. pers.).

Skoler	0.2 pe./elev
Arbeidsplasser	0.4 pe./ansatt
Sykehus	3.25 pe./seng
Hoteller	1.5-3.5 pe./seng

Det finnes ingen detaljert oppgave over hvor elever, arbeidere osv. bor, og det er derfor mulig at kloakkvannsbelastningen blir noe overestimert. (Tatt med under fast bosatte).

4.3.2 Belastning av fosfor og nitrogen

Med bakgrunn i ovenfornevnte koeffisienter og oppgaver over arealfordeling, gjødselforbruk, antall husdyr, bosatte osv. er tilførslene av fosfor og nitrogen til de ulike bekker/elver beregnet. I disse hurtigrennende elver/bekker er tilbakeholdelsen i selve vassdraget liten og vi må regne med at mesteparten av de tilførte mengder når Hornindalsvatn

De teoretisk beregnede belastninger på de ulike elver og nærområder er gitt i tabellene 5 og 6. Med forbehold i de usikkerhetsmomentene som er nevnt ovenfor, kan følgende retningsgivende verdier for årlige tilførsler av fosfor og nitrogen til Hornindalsvatnet fra Hornindal kommune (befarte område) angis til vel 5 tonn fosfor og ca. 75.5 tonn

nitrogen, hvorav henholdsvis 75 % fosfor og 56 % nitrogen skyldes menneskelige aktiviteter.

Under forutsetning av at fosfor er den styrende faktor for en eventuell eutrofiutvikling (øke algeproduksjon), vil Hornindalsvatnet på bakgrunn av enkle modellbetrakninger (se Rognerud & al 1979), kunne "tåle" en total fosforbelastning på ca. 24 tonn pr. år før økosystemet reagerer negativt. Problemer med begroing langs strender og lokale algeproblemer utenfor utslipp o.l., kan skje ved lavere totalbelastning - spesielt til innsjøens overflatelag. Denne type forurensningseffekt kan etter hvert medføre betydelige praktiske problemer i forbindelse med bruken av innsjøen/vannet.

Tabell 5. Tilførsler av fosfor og nitrogen via tilførselver fra Hornindal kommune til Hornindalsvatn. Angående elver/områder, se tabell 1 og fig. 1.

AKTIVITET	FOSFOR, kg/år					NITROGEN, kg/år						
	C	A	E	B	D	SUM	C	A	E	B	D	SUM
Avr. fra fjell	53	469	22	31	29	604	966	8602	396	572	539	11075
" skog og myr	16	209	8	10	259	502	528	7084	286	330	8756	16984
" dyrka mark	2	55	1	2	2	62	48	1518	22	44	66	1698
" forsiloer	14	592	-	17	46	669	43	1775	-	52	139	2009
" melkerom	-	132	-	-	7	139	-	105	-	-	5	110
" gjødselkjellere	14	933	-	-	55	1002	84	5816	-	-	342	6242
" naturgjødsel på arealer	5	373	-	-	23	401	240	17447	-	-	1040	18727
" handelsgjødsel på arealer	11	446	7	14	22	500	185	7645	124	247	370	8571
Kloakkvann	11	497	11	25*	82	626	53	2384	39	121	394*	2991
SUM	126	3706	49	99	525	4505	2147	52376	867	1366	11651	68407

C = Otredalselva
 A = Storelva
 E = Kirkhornselva
 B = Vikaelva
 D = Storelva S (Sindreelva)
 * = Hornindal + Stryn

Tabell 6. Tilførsler av fosfor og nitrogen fra nærrområder i Hornindal kommune til Hornindalsvatnet. Angående koder er fig. 1.

AKTIVITET	FOSFOR, kg/år					NITROGEN, kg/år				
	C-A	A-B	B-D	D-komm. grense	SUM	C-A	A-B	B-D	D-komm. grense	SUM
Avr. fra fjell	2	-	11	-*	13	44	-	209	*	253
" skog og myr	14	2	86	-*	102	231	33	2904	*	3168
" dyrka mark	2	2	2	-*	6	66	44	44	*	154
" forsiloer	-	-	5	21	26	-	-	16	62	78
" melkerom	-	-	4	3	7	-	-	3	2	5
" gjødselkjellere	-	-	24	16	40	-	-	152	119	271
" naturgjødsel på arealer	-	-	10	6	16	-	-	458	311	769
" handelsgjødsel på arealer	22	14	14	-*	50	370	247	247	-*	864
Kloakkvann	66	210	49	25	350	315	1007	233	118	1673
SUM	106	228	205	71	610	1026	1331	4266	612	7235

Campinglass er ikke tatt med. Det finnes en campingplass i området C-A, men da vi ikke kjenner besøksantall, sanitærinnstallasjoner o.l., er avløp fra denne ikke tatt med.

5. HYDROLOGI

I følge Avrenningskart over Norge (NVE 1987) varierer den årlige areal-avrenning regionalt fra mindre enn 45 l/s km² til ca 70 l/s km².

På bakgrunn av disse avrenningstall og de ulike elvers arealer oppgitt av Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, er de befarte elvers midlere vannføring følgende:

Tabell 7. Midlere vannføring i de befarte elver.
(midlere avr. fra regulerte felter).

KODE	ELV	NATURLIG AREAL KM ²	REGULERT AREAL KM ²	AVRENNING L/S KM ²	MIDLERE avr. M ³ /S
C	Otredalselv	111.3	-	55	0.62
A	Storelv N	136.6	117.3	50	5.9
A12/13	Kvivselv/Tångelv	12.0	-	50	0.6
A11	Hjortedøla	15.3	0.4	50	minst 0.02
A8	Honndøla	11.4	7.0	50	0.35
A10	Terdøla	10.4	-	55	0.57
A7	Knutsdøla	22.4	-	55	1.23
E	Kirkhornselva	5.0		50	0.25
B	Vikaelv	7.0		50	0.35
D	Storelv S.	45.2		50	2.26

19.3 km² av Storelvas nedbørfelt er overført til Tussavatnet (el.prod). Normalt blir avrenningsvannet fra dette området overført, men under flom og fullt magasin vil en vesentlig del renne til Hornindalsvassdraget som før.

Det finnes små magasinmuligheter i avrenningselvenes nedbørfelt og de kan derfor betraktes som såkalte flomelver med raske vannføringsendringer avhengig av nedbørforholdene. Det finnes imidlertid ingen

vannføringsstasjon som kan dokumentere vannføringsforholdene i de aktuelle elver.

NVE's målestasjon nr. 623 ligger ved utløpet av Hornindalsvatnet. Denne stasjon fanger opp selvreguleringsforholdene i innsjøen og egner seg således ikke til å dokumentere de raske vannføringsvariasjoner i tilløpselvene. Tabell 8 viser middel-, maksimum- og minimumverdiene for vannføringen ut av Hornindalsvatn i tidsperioden fra 1/4 1900 til 31/12 1986. Månedsmidlene for 1985 og 1986 er også tatt med.

Naturlig nok er vannføringen lav vinterstid når nedbøren kommer som snø. Snøsmeltingen om våren medfører høye vannføringer i mai og juni. Vannføringen utover sommeren er lav bortsett fra situasjoner med kraftig nedbør. Om høsten er tydeligvis vannføringen normalt relativt høy p.g.a. regnvær.

Hornindalsvatnet er Norges og Europas dypeste innsjø med størst målte dyp på hele 514 m. Innsjøen er trauformet (fig. 2) og har et middeldyp på 237 m. Innsjøen ble regulert i 1964. Observert vannstandsvariasjon er 2.06 m. Midlere avløp er ca 23 m³/s som gir en teoretisk oppholdstid på 16.9 år (dvs. det tar ca 17 år å fylle innsjøbassenget ved naturlig avrenning). De viktigste innsjødata (NVE 1984) er følgende:

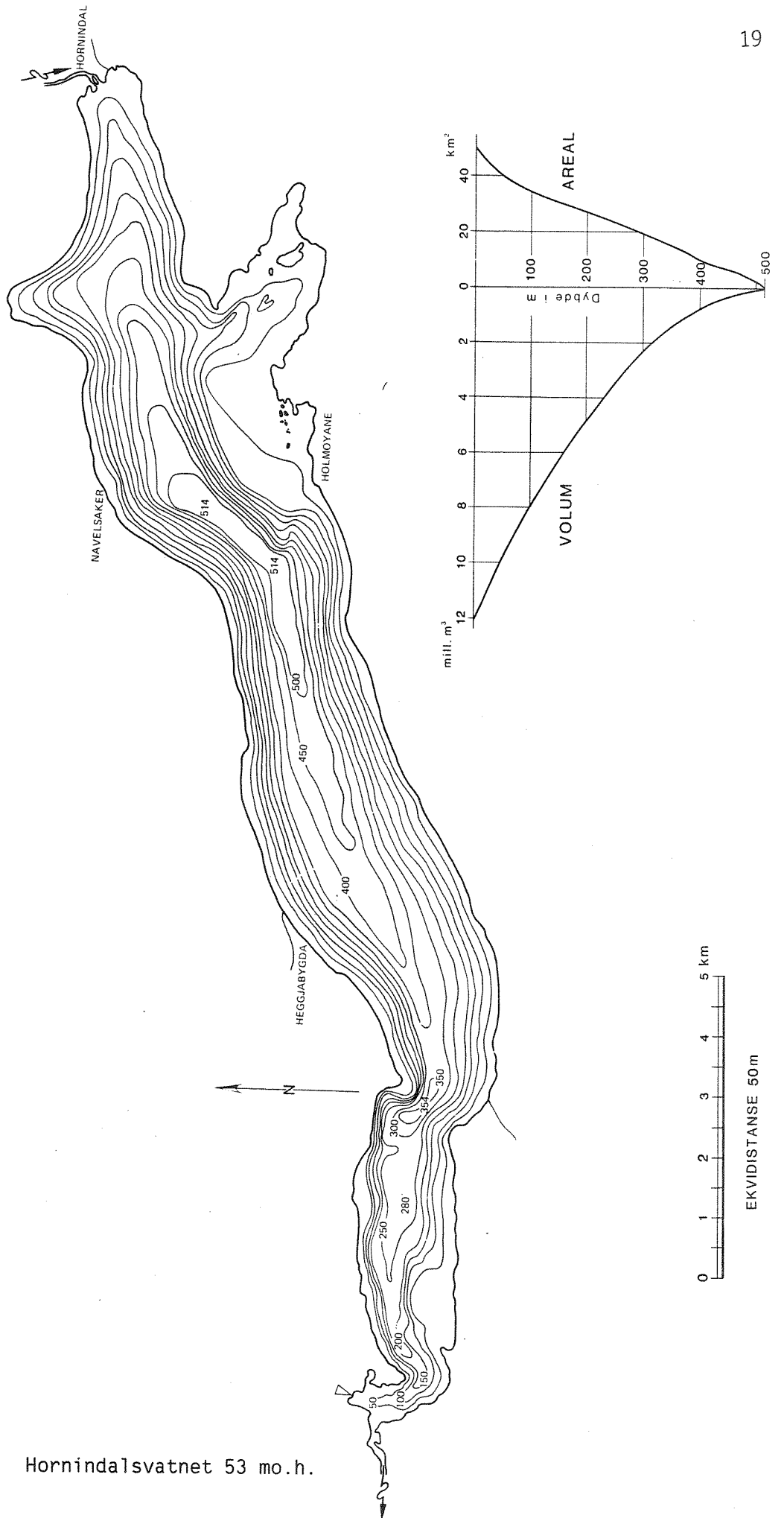
Høyde over havet (normal vannstand)	53 m
Største lengde	23 km
Største bredde	3.3 km
Innsjøareal	50.8 km ²
Volum	12060 mill. m ³
Middeldyp (volum:areal)	237.0 m
Største målte dyp	514.0 m
Nedbørfelt til utløp	378.0 km ²
Høyeste obs. vannstand (04.11.1921)	+54.71 *
Laveste obs. vannstand (06.04.1951)	+52.65 *
Midlere årlig avløp	715 mill m ³
Teoretisk oppholdstid	16.9 år

* Korrigert 31.10.88.

Tabell 8. Middell, maks. og min. (månedsværdier) for perioden 1.4.1900 til 31.12.1986, samt månedsmidlene for 1985 og 1986 ved vannføringsstasjonen 623. - Utløp Hornindalsvatnet.

Måned	Månedsværdier 1900-1986 m ³ /s			Månedsmidler m ³ /s	
	Midd	Maks	Min	1985	1986
Jan	16.04	62.43	4.26	9.22	9.28
Feb	13.28	44.56	2.38	7.23	5.24
Mars	12.13	52.46	1.84	8.46	8.15
April	15.61	43.64	2.23	10.58	9.09
Mai	34.10	61.37	15.59	15.64	41.85
Juni	41.45	72.87	19.39	23.70	34.34
Juli	27.85	55.98	10.30	33.69	12.36
Aug	17.88	44.96	6.33	44.96	10.74
Sept	22.57	55.85	5.65	55.85	21.84
Okt	28.70	62.80	5.49	50.77	39.81
Nov	23.28	74.03	4.18	27.99	45.02
Des	19.82	58.19	3.37	17.23	43.56
År	22.78	37.04	12.49	25.55	23.54

HORNINDALSVATNET 53 mo.h.



Figur 2. Hornindalsvatnet 53 mo.h.

6. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE SOMMEREN 1987

Den 19. august 1987 ble det samlet inn kjemiske og bakteriologiske prøver fra i alt 18 stasjoner i elvene som renner ut nordøst i Hornindalsvatn rundt Grodås sentrum. Prøvestasjonene er avmerket på kartskisse fig. 1. Enkelte parametre (konduktivitet, fargetall og pH) ble bestemt med feltinstrumenter umiddelbart etter innsamling - temperaturen ble målt i felt med et kalibrert termometer. Bakterieanalyser samt bestemmelse av pH, konduktivitet, turbiditet, fargetall, jern og mangan ble utført ved Hornindal og Stryn offentlige kjøtt- og næringsmiddelkontroll. Total fosfor og total nitrogen, samt alkalitet og TOC på enkelte prøver, ble analysert ved NIVA. Angående analysemetoder henvises til de respektive laboratorier. Ved NIVA ble prøvene analysert i henhold til Norsk Standard. Analyseresultatene er angitt i tabell 9.

Fra enkelte stasjoner ble det også samlet inn noen begroingsprøver som senere ble vurdert ved NIVA.

6.1. Resultater

Konduktivitetsverdiene viser at vannet i de undersøkte tilløpselvene, bortsett fra st. 3. Lønnsgrova, har et lavt innhold av salter.

Tabell 9. Vassdrag i Hornindal. Fysisk-kjemiske og bakteriologiske analyseresultater. Prøvedato: 19. august 1987.

Parameter	STORELVA N M/SIDEELVER													VIKAELVA	OTTER- DALSELVA	STORELVA S		KIRKHORNS ELVA	HORNIN- DALSVATNET
	A.0	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.10	A.11	A.12	A.13	B1			C1	D1		
pH	6.2	6.2	5.8		6.3	6.4	6.2	6.2	6.3	6.05	5.90	6.13	6.10	6.25	6.10	6.05	6.20	6.05	
Kond. ms/m	1.3	1.25	4.45		1.18	0.82	1.22	0.95	0.95	1.43	2.05	1.35	2.01	1.01	1.19	1.37	1.50	1.76	
Turb. J.T.U.	0.33	0.56	0.63		0.23	0.19	0.18	0.46	0.20	0.20	0.58	0.31	0.26	0.23	0.24	0.34	0.18	0.27	
Fargetall	0	0	34		0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	0	14	0	0	
Jern µg Fe/l	35	30	335		35	10	45	20	20	15	15	245	40	85	15	120	30	30	
Mangan, µg Md/l	10	10	30		15	10	15	25	30	10	<5	5	10	10	<5	5	<5	<5	
Alkalitet m. md/l							0.051		0.044	0.081		0.057				0.057			
TOC, mg C/l	1.04		5.45								1.12	0.73	1.68	0.75		2.24	0.67		
Tot. fosfor µg P/l	2.5	3.0	42.5	2.5	2.5		1.0	1.5	0.5	1.5	14.5	1.5	2.5	0.5	5.5	-	1.0		
Tot. nitrogen µg N/l	81	87	755	63	63		45	63	45	81	254	69	143	63	81	125	45		
Kimtall pr. ml.	550	320	>3000		300	>3000	800	830	40	2200	>3000	>3000	>3000	>3000	>3000	1000	3000	>3000	
Kolif. bakt. pr. 100 ml	70	141	1609		63	4	11	49	0	33	1609	542	33	11	221	240	27	141	
Termostab bak. pr. 100 ml	70	94	918		13	0	4	22	0	13	1609	2	0	2	17	34	6	8	
FELTSOBSERVAJØNER:																			
Temp. °C	10.7	10.8	11.4	11.3	10.7		9.0	9.4	10.4	11.5	11.7	12.1	11.0	11.0	14.7	14.1	9.7	15.2	
Kond. ms/m	1.04	1.03	4.13	0.98	0.98		0.97	0.74	0.73	1.23	1.86	1.10	1.81	0.85	1.02	1.10	0.73	1.56	
Fargetall	4	4	19	4	3		3	3	3	4	4	4	4	3	4	7	3		
pH (pH N80)	6.78	6.71	6.75	6.72	6.72		6.50	6.51	6.33	6.85	6.81	6.61	6.80	6.66	7.32	6.56	6.41		
pH	6.7	6.6	6.7	6.6	6.7		6.4	6.4	6.3	6.8	6.8	6.5	6.7	6.5	7.3	6.5	6.4		

Vannet er svakt surt. Laboratorie verdiene er stort sett ca en halv pH-enhet lavere enn feltmålingene. Det er mulig dette skyldes de anvendte instrumenter. Det ble brukt to feltinstrumenter og disse viste omtrent samme verdi. Alkalitetsverdiene var lave.

Bortsett fra i Lønngrova er fargetallene meget lave. Laboratorieverdier=0 på de fleste stasjoner, mens fargetallene målt på feltinstrumentet var stort sett 3-4, TOC-verdiene (organisk stoff) var lave bortsett fra Lønngrova.

Vannets innhold av jern og mangan var også lavt. Lønngrova (st. 3) og Tångelva (st. 12) er her unntak.

Med unntak av Lønngrova og Tångelva var vannets innhold av nærings-salter (fosfor og nitrogen) meget lave.

De bakteriologiske analyseresultater viser at vannet til dels er betydelig påvirket av kloakkvann og/eller avrenningsvann fra jordbruksaktiviteter.

6.2 Befaringsobservasjoner/notater

Følgende redegjørelse bygger på vurderinger og notater som ble gjort under befaringen til de aktuelle vassdrag den 19. august 1987. De bakteriologiske tilstander er også kommentert.

Under befaringen var det overskyet, grått oppholdsvær. Den foregående dag var det noe regn, men ikke av så stort omfang at elvene flommet opp. Hele sommeren 1987 var det lavere nedbør enn normalt på Vestlandet. Under befaringen kan vannføringen karakteriseres som alminnelig lav vannføring. Observasjoner er satt opp i tabell 10.

SINDREELVA:

St. D1. STORELVA S (Sindreelva) v/ gamle krysset til Maurset.

Ved samløp Nordaelva og Storelva S hadde det i den senere tid pågått forbygningsarbeider og langs elfefaret var det steiner med ferske bruddflater. Naturlige steiner var til dels overtrukket med påvekst-alger (til dels glatte steiner). Vannet inneholdt betydelige mengder tarmbakterier.

St. D2. STORELVA S v/ Jutedalsfossen

Elva gikk i foss og stryk. Fjell og stor stein i elveleiet. Grønt algebelegg på steiner over vannstanden, i elven hadde steinene et svakt overtrekk av alger. Mosen Fontinalis dalecarlica forekom. Vannet inneholdt betydelige mengder tarmbakterier.

St. B1. VIKAELVA v/ Vikabrua.

Elva gikk i stryk med sand og stein som dominerende bunnsstrat. Steinene var noe glatte og sleipe. Langs elva oppstrøms stasjonen var det en del bebyggelse. Tarmbakterier forekom. Ved en befaring av landbrukskontoret den 2. november 1987, var denne elvestrekning sterkt begrodd med bakterier/sopp. Vanddybden var da 10-20 cm. Det opplyses på lokalt hold at dette sannsynligvis skyldes utslipp av silopresssaft. Dessuten opplyses det at flere gårder ofte sprer blaut gjødsel på frossen og snødekket mark og at en vesentlig del av denne gjødsel vaskes ut i vassdraget.

St. C1. OTREDALSELVA v/ utløp.

Elva gikk i stryk - rullestein i elvefaret. Det ble registrert en del begroing på steinene. Begroingsorganismene var dominert av kiselalgene:

Tabellaria flocculosa

Maogeotia spp

Hydrurus foetidus

Blågrønnalgene Calothrix sp. og Hormidium rivulare var også til stede. Elvene kommer fra et upåvirket høyfjellsområde, men langs de nedre områder ligger 3-4 gårdsbruk tett inn til elva og vi må anta en viss tilførsel av gjødselstoffer fra disse. Tarmbakterier forekom.

St. E1. KIRKHORNSSELVA.

Elva renner ut i sentrum av bebyggelsen. Noe partikulært material (plast - papir) forekom i elvefaret. Langs elva var det 7-8 hus med septiktanker med avløp i grunnen. Ovenfor bebyggelsen (kote 120) benyttes elven som drikkevannskilde. Steinene var overtrukket med sleip begroing - antakelig kiselalger. Tarmbakterier forekom.

STORELVA.

St. A10. TERDØLA v/ Lyngvoll.

Elva som går i stryk kan betraktes som begynnelsen av Storelva. Oppstrøms stasjonen finnes en sæter. Ingen begroing på steiner. Ingen tarmbakterier påvist.

St. A8. HONNDØLA v/Honndøla bru.

Elva går i stryk med antydning av begroing på steiner. Det foreligger planer om campingplass - rasteplass i området. Markert innhold av tarmbakterier.

St. A7. KNUTSDØLA v/ utløp i Storelva (riksvei).

Elva går i fossende stryk med store steiner i elvefaret. Elvebunnen lite begrodd. Oppstrøms stasjonen finnes en sæter. Tarmbakterier påvist.

St. A6. HOLSKARELVA v/ fylkesveien på Taraldset.

Elva gikk i fossende stryk med lite begroing, men noe mose på steinene. Liten forekomst av tarmbakterier.

St. A5. STORELVA v/ Taraldset.

Elva går i stryk med store steiner i elvefaret. Elvebunnen var til dels sterkt beveget med moser, men lite påvekstalger kunne observeres. I området var det betydelige arealer med dyrka mark. Langs elvekanten og i åpne drengrofter kunne jernholdige utfellinger observeres. Markert innhold av tarmbakterier.

St. A11. HJORTEDØLA v/ Dalebrua.

Elva dannet her en foss (med jettegryter). Ingen synlig begroing ble observert. Markert innhold av tarmbakterier.

St. A4. STORELVA v/ Tomasgard.

På prøvetakingsstedet er det en gammel demning med foss nedstrøms (overløp). Fjell og stor stein i elveleiet. Enkelte steder var det store forekomster av mose - stenene var til dels algebegrodd.

St. A3. LØNNSGROVA v/ riksvei 60.

Lønnsgrova er en hurtigrennende bekk med tett vegetasjon langs breddene. Rundt bekken var det betydelig jordbruksaktivitet (husdyr). Store moseforekomster ble observert. Sterkt bakteriologisk forurenset.

St. A13. KVIVSELVA v/ Krafttun.

Elven gikk i stryk med store steiner. Det var glatt overtrekk av påvekstalger på steinene. To gårdsbruk drenerer mot elva. Lengere oppe brukes elva som vannkilde. Betydelig innhold av tarmbakterier.

St. A12. TÅNGELVA V/ Petter Lødemel.

Elva gikk i stryk. Elvebunnen var i betydelig grad bevakst med mose (Fontinalis dalecarlica) og det forekom også betydelig algebegroing. Visuelt bedømt var elva markert påvirket. Dette skyldes i vesentlig grad avrenning fra de omkringliggende gårdsbruk. Sterkt bakteriologisk forurenset.

St. A2. STORELVA v/Hornindal skule - ovenfor renseanlegg.

Elva gikk i stryk og elvebunnen var i betydelig grad bevakst med påvekstalger og mose. Elven er forebygget på den ene siden. Betydelig innhold av tarmbakterier.

St. A0. STORELVA v/utløp (bru).

Elven er her kanalisert - sakte stryk. Elvefaret var i betydelig grad bevakst med påvekstalger. Kiselalgene Tabellaria flocculosa og Fragilaria sp. dominerte begroingsbildet. Mougeotia sp. samt desmidiaceer: Closterium sp., Penium sp., Cosmarium sp., Staurastrum sp. var vanlig forekommende. Betydelig innhold av tarmbakterier.

St. F. HORNINDALSVATNET.

I strandområdene utenfor tettstedet var det til dels betydelig begroing av påvekstalger på steiner, ledninger etc. Grønnalgene Bulbochaeta sp., Oedogonium sp., Microspora palustris og Zygnema sp. samt en del ubestemte blågrønnalger forekom. En del makrovegetasjon (undervannsvegetasjon) forekom i betydelige mengder enkelte steder. I strandområdene ble de påvist flere kloakkvannsutslipp. Betydelig påvirket av tarmbakterier.

Tabell 10. Fysisk/kjemiske målinger i felt 19.08.87.

Stasjon	Temperatur (C ⁰)	κ_{25} ($\mu\text{S/cm}$)	Pt-farge	pH	Merknad
C1	11.0	8.5	3	6.66	Sleip, rent
A0	10.7	10.4	4	6.78	Sleip, noe begrodd, forbygd
A2	10.8	10.3	4	6.71	Som A0
A4	11.3	9.8	4	6.72	Svak sleip, lite begroing
A5	10.7	9.8	3	6.72	Mye mose, ikke god stasjon
A10	10.4	7.3	3	6.33	Svak sleip, rent
A13	12.1	11.0	4	6.61	Svak sleip, rent
A12	11.7	18.6	4	6.81	Mye begroing, urent
A3	11.4	41.3	19	6.75	Noe begroing, litt urent
A11	11.5	12.3	4	6.81	Svak sleip, rent
A6	10.3	5.7	-	-	Rent
A7	10.0	9.7	3	6.50	Svak sleip, rent
A8	9.4	7.4	3	6.51	Svak sleip, rent
E1	9.7	7.3	3	6.41	Svak sleip, søppel
B1	11.0	18.1	4	6.80	Svak sleip, mest begroing i vannet
D2	14.2	11.0	7	6.56	Svak sleip, rent
D1	10.7	10.2	4	7.23	Som D2

Resultatene er presentert i fig. 3 der klasse-inndelingssystemet utarbeidet i forbindelse med Vannkvalitetskriterier for ferskvann (SFT 1988) er lagt til grunn. De ulike skraveringer angir forurensningsgrad eller avstand fra en antatt naturtilstand. Figurene viser situasjonen på observasjonsdagen. Vi antar at betydelige variasjoner kan forekomme i løpet av året.

6.3. Observasjoner i oktober 1987.

Tabell 11 viser resultater fra en undersøkelse som ble foretatt i oktober 1987.

Kommentarer:

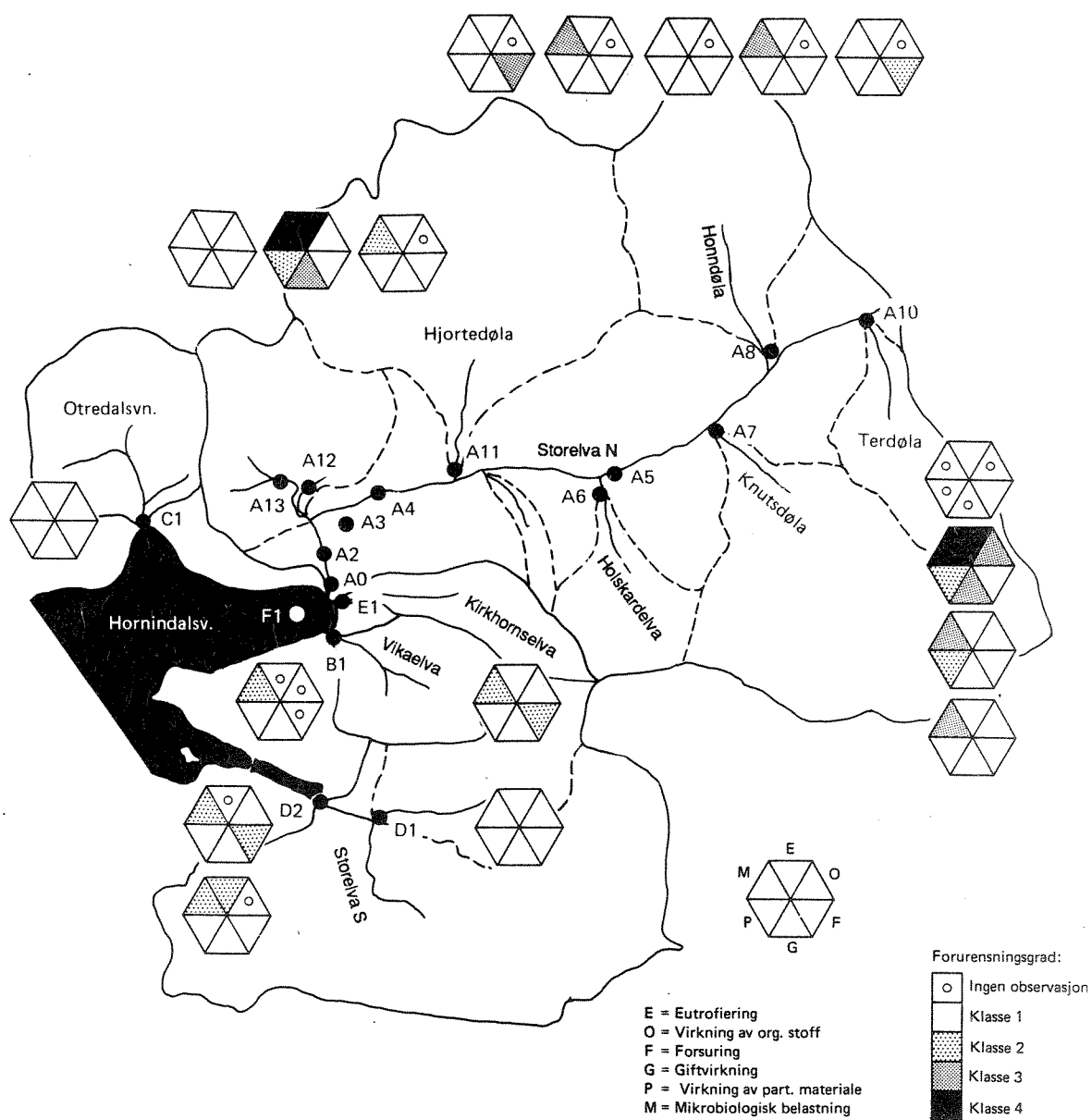
Hornindalsvatnet: Vannkvaliteten omtrent som observert i august, bortsett fra noe høyere pH og fargetall. Kalsium og aluminiumsinnholdet var lavt.

A8. Honndøla: Vannkvaliteten omtrent som i august - fargetall noe høyere. Kalsium og aluminiumsinnholdet var lavt.

A6. Hornskardelva: Vannet var noe surere og elektrolyttfattigere enn i august. Fargetall, kalsium og aluminiums-innholdet var lavt.

A7. Knutsdøla: Vannkvaliteten omtrent som i august. Kalsium og aluminiumsinnholdet var lavt.

D1. Storelva S. (Sindretjönna): Fargetallet og COD-verdiene høye. Total aluminium var også høyt - sannsynligvis bundet til partikulært materiale og organisk stoff. Vannkvaliteten forøvrig som i august.



- K1 1: Lite eller ikke påvisbare avvik fra naturtilstanden
 K1 2: Nordvest avvik fra naturtilstanden
 K1 3: Markert avvik fra naturtilstanden
 K1 4: Stort avvik fra naturtilstanden

Figur 3. Vassdrag i Hornindal Kommune.
 Oversikt over vannkvalitet/forurensningstilstand på elvestrekninger.

Tabell 11. Visse fysisk/kjemiske parametre målt i utløpet av innsjøene i noen del- vassdrag samt Hornindalsvatnet i oktober 1987. Nærings- middellaboratoriet i Førde har målt for Hornindalsvatnet. I de andre lokalitetene har næringsmiddellab. i Sogndal målt.

Vassdrag Vann	pH	κ ms/m	Farge tall	Turb. FTU	Ca mg/L	Tot-Al μ g/L	COD mg O/L
Hornindalsv.	6.5	1.57	10	0.5	1.5	12	-
A8 Honndøla Buvatnet	6.3	1.11	10	0.24	<2	39	-
A6 Holskarelv Holskarvn.	5.8	0.72	5	0.48	<2	44	3.3
A7 Knutsdøla Botnavatnet	6.2	1.11	7	0.3	<2	42	
D1 Storelva S Sindretjønna	6.1	1.51	45	0.4	<2	201	6.2

7. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

Hornindal kommune er klimatisk sett en typisk Vestlands-kommune med mye nedbør og følgelig stor avrenning særlig om våren (snøsmelting) og om høsten.

De befarte elver har små naturlige magasiner og kan betraktes som typiske flomelver med raske vannføringsvekslinger avhengig av nedbørsforholdene.

Langs vassdragene, spesielt langs deres nedre løp, er det en del gårdsbruk og spredt bebyggelse. Sommertid er det betydelig gjennomtrekk av turister. Noe industri finnes. Teoretisk tilføres Hornindalvatnet ca. 5 tonn fosfor og ca. 75 tonn nitrogen fra det befarte området. Under forutsetning av at fosfor er begrensende for algeveksten i innsjøen, kan denne "tåle" inntil 24 tonn før de økologiske forhold er ute av balanse. Vikaelva er til tiden sterkt belastet med avrenningsvann fra jordbruksaktiviteter (silosaft, blautgjødsel).

På befaringsdagen var vannkvalitet og begroingsforhold i elvene de fleste steder tilfredsstillende. I de nederste elvepartier var imidlertid forholdene både visuelt (begroing, partikler) og vannkvalitetsmessig påvirket. Dette gjelder spesielt Storelva N og Storelva S. Enkelte sidevassdrag som Lønngrova og Tångelva var markert forurensningspåvirket. Vikaelva er til tider sterkt belastet med avrenningsvann fra jordbruksaktiviteter (silosaft, gjødsel).

De bakteriologiske analyseresultater understreker det som ovenfor er nevnt angående kjemisk vannkvalitet og begroing.

Vannet er i alle de befarte elver svakt surt - pH stort sett i overkant av pH 6.0 -, men er foreløpig lite påvirket av sur nedbør. Med sin lave saltholdighet (bufferegenskaper) og lavt innhold av bikarbonat (alkalitet), er vannet meget forurensningsfølsomt.

8. REFERANSER

NVE, 1987: Avrenningskart over Norge. Norges vassdrags- og energiverk. Vassdragdirektoratet. Hydro avd. 1987.

Overrein, L.N, H.M.SEIP, A.TOLLAN 1980: Acid precipitation - effects on forest and fish.

SNSF - research report 19/80.

Rognerud, S., Berge, D. og Johannesen, M. 1979: Telemarkvassraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979.

NIVA-rapport O-70112.

SFT, 1988: Vannkvalitetskriterier for ferskvann (under utarbeidelse).

Vennerød, K. 1984: Håndbok i innsamling av data om forurensnings-tilførsler til vassdrag og fjorder. NIVA-rapport. O-82014/F-82436.