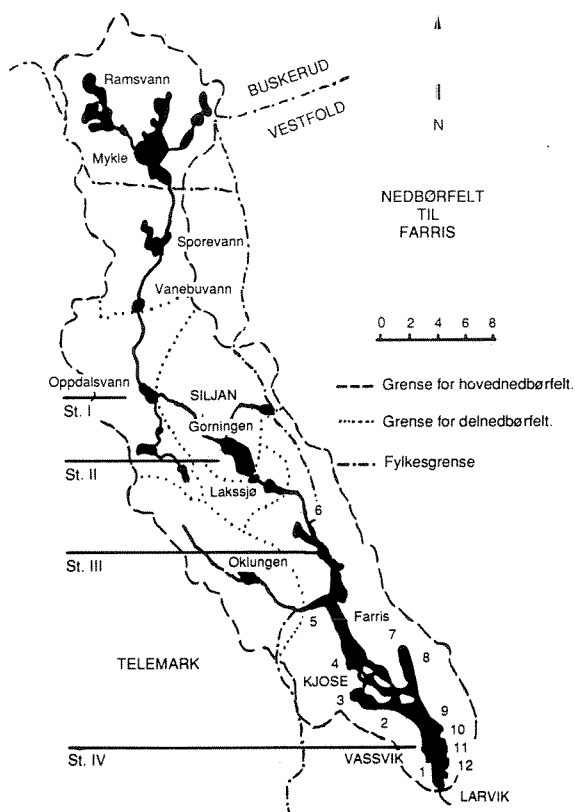




O-91205

Overvåkning av Farrisvannet 1992



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-91205	Undernr.:
Løpenr.: 2923	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Overvåking av Farrisvann 1992	Dato: Mai 1993	Trykket: NIVA 1993
	Faggruppe: Vassdrag	
Forfatter(e): Hans Holtan	Geografisk område: Vestfold	
	Antall sider: 25	Opplag:

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernavdelingen	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

Rapporten omfatter overvåkingsresultatene fra Farrisvann i 1992.

Fosforkonsentrasjonen var i middel 3 µg P/l lavere i 1992 (5,7 µg P/l) enn i 1991 (8,7 µg P/l). Dette kan skyldes variasjoner i nedbør og avrenningsforhold samt virkninger av nedtappede magasiner i Siljanvassdraget. Vannkvaliteten forøvrig både i Farrisvann og tilløpene var i god overensstemmelse med måleresultatene fra tidligere år.

Fra tid til annen er det betydelige forekomster av alger, også blågrønnalger. Dette skyldes sannsynligvis at næringstilgangen er såpass høy, at den under visse klimatiske og hydrologiske forhold kan gi seg utslag i økt algevekst.

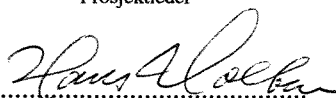
4 emneord, norske

1. Drikkevann
2. Eutrofiering
3. Bakterier
4. Organisk stoff

4 emneord, engelske

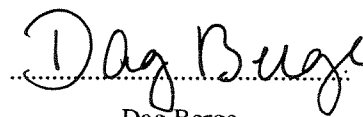
1. Drinking water
2. Eutrophication
3. Bacteria
4. Organic matter

Prosjektleder



Hans Holtan

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN 82-577-2344-4

Norsk institutt for vannforskning

O-91205

**OVERVÅKING AV FARRIS-VANNET
1992**

Forord

Denne rapport omhandler resultater og diskusjon av overvåkingen i 1992 av Farrisvann med tilløp.

Initiativet til undersøkelsen ble tatt av Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernavdelingen (MVAV) som sammen med Fylkeskommunen i Vestfold, Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) og Larvik kommune har finansiert arbeidet.

På anmodning fra MVAV utarbeidet Norsk institutt for vannforskning (NIVA) forslag til program for overvåkingen (brev av 19.03.92). I brev av 28.04.92 fra MVAV fikk NIVA beskjed om at programforslaget var akseptert.

Felt- og analysearbeidet er som i 1991 utført av Næringsmiddeltilsynet i Larvik og Lardal under ledelse av byveterinær H. E. Utklev

NIVAs engasjement i undersøkelsen er ved siden av utarbeidelse av program, bearbeidelse av datamateriale og utarbeidelse av rapport. Saksbehandler ved NIVA har vært seniorforsker H. Holtan.

Vi vil takke byveterinær H. E. Utklev og personalet forøvrig ved Næringsmiddeltilsynet i Larvik og Lardal for godt samarbeide.

Oslo, mai 1993

Hans Holtan

Innholdsfortegnelse

1. Sammenfattende konklusjon	3
2. Innledning	4
3. Mål	4
4. Det innsamlede materiale	4
4.1 Stasjonsvalg	4
4.2 Prøvetakingsfrekvens.....	5
4.3 Parametervalg	5
4.4 Analysemetoder.....	7
5. Vannkvalitet i Farrisvann 1992	7
5.1 Vannkvalitet i overflatelagene st. IV	7
5.2 Vannkvalitet i dyplagene.....	9
6. Vannkvalitet i tilløp 1992	10
6.1 Total fosfor	10
6.2 Total nitrogen.....	12
6.3 Bakteriologiske forhold.....	14
7. Nedbør og avrenning i 1992.....	17
7.1 Nedbør.....	17
7.2 Vannføring 1992	18
8. Sammendrag og diskusjon av overvåkningsresultatene, 1992	21
8.1 Fosforvariasjoner	22
8.2 Nitrogenvariasjoner	22
8.3 Klorofyll a	23
8.4 Bakterier	23
8.5 Generell vannkvalitet	24
9. Forslag til fortsatt overvåkning	25

1. Sammenfattende konklusjon

Middelverdien over sommeren for total fosfor i blandprøver fra st. IV i Farrisvann var i 1992 5.7 µg P/l, d.v.s. 3 µg P/l lavere enn i 1991. Årsaken til dette kan ha sammenheng med forskjell i nedbør og avrenningsforholdene. Dessuten er det mulig at endringer i tidspunkter for nedtapping av reguleringsmagasinene og lav vannstand i disse over sommeren kan ha hatt en viss innflytelse. Vanntilførselen fra Siljanvassdraget i sommerperioden har også vært liten og dette virker inn på fortynningsforholdene. Dette gjelder begge år, men kombinasjonen av nedtapping og avrenning spesielt fra nærområdene til Farrisvannet kan ha vært avgjørende. Andelen fosfatfosfor (ortofosfat) var i 1992 ca. 44 % av tot. fosfor, tilsvarende andel i 1991 var 31 %. Dette kunne tyde på at en større mengde av det totale fosforet forlår i partikulær form i 1991 enn i 1992, men p.g.a. algeopptak av fosfater i produksjonsperioden er det vanskelig ut fra disse målinger å ha noen formening om hvor store mengder biotilgjengelige fosfater som foreligger i utgangspunktet.

Fosforkonsentrasjonen i en del av tilløpene var høyere i 1992 sammenlignet med 1991. Da det ikke foreligger vannføringsmålinger, kan forskjell i tilførselene ikke kvantifiseres. Imidlertid var fosforkonsentrasjonene i tilløpsbekkene til dels meget høye. De høye bakterietall tyder på at en vesentlig del av forurensningene stammer fra sanitært avløpsvann eller lekkasjer fra gjødsellagre.

I 1992 var nitrogenverdiene 95 µg N/l høyere enn i 1991, men allikevel ubetydelig høyere enn i begynnelsen av 80-årene. Nitrogen tilførselen til vassdraget har imidlertid liten betydning for eutrofitilstanden. Som i tidligere år er ca. 60 % av total nitrogen nitrat og resten i vesentlig grad organisk bundet nitrogen.

I de fleste tilløp var den midlere nitrogenkonsentrasjonen av samme størrelsesorden i 1992 som i 1991 - i Gopledalsbekken og Vassvikbekken var konsentrasjonen betydelig høyere i 1991 enn i 1992. Dette kan ha sammenheng med forskjell i avrenningsforholdene.

Algebiomassen i Farrisvann, målt som klorofyll a (1.9 µg/l) var noe lavere i 1992 enn i de to foregående år. Dette er i overensstemmelse med de lavere fosforkonsentrasjonene. Både fosfor- og klorofyllkonsentrasjonene viser at Farrisvannet økologisk sett er i labil likevekt, dvs. at under visse klimatiske og hydrologiske betingelser er mulighetene til stede for økt algevekst (også blågrønnalger).

Det ble ikke påvist tarmbakterier i Farrisvannet i 1992. I tilløpene ble det påvist til dels meget høye verdier. I den perioden tømmervanningen pågikk, var bakterieinnholdet, også termostabile koliforme bakterier, i avrenningsvannet herfra meget høyt.

pH var noe lavere om vinteren enn om sommeren. Dette skyldes vannets innhold av karbondioksyd som påvirkes av algeveksten (fotosyntese).

Vannets innhold av organisk stoff som påvirker fargetallet, ligger på grensen av hva Folkehelsen angir som norm for godt drikkevann.

Turbiditetsverdiene lå på de fleste prøvetakingsdager og i de fleste dyp innenfor Folkehelsens normer for godt drikkevann.

Vannets innhold av totalt aluminium var moderat.

2. Innledning

Overvåkningen av Farris- og Siljanvassdraget i 1991 viste at fosforkonsentrasjonen i Farrisvannets overflatelag var betydelig høyere enn tidligere. Dette er betenkelig særlig i betraktning av at Farrisvannet er drikkevannskilde for ca. 140.000 personer i Vestfold og ca. 30.000 i Telemark (Porsgrunn).

På bakgrunn av disse overvåkningsresultater ble det av de ansvarlige myndigheter bestemt at:

- Farrisvannet skal fortsatt overvåkes
- Det skal utarbeides en tiltaksplan for iverksettelse av tiltak for å redusere fosfortilførselen til Farrisvannet.

Denne tiltaksplan ble ferdig i april 1992.

Så vidt vi kjenner til har det vært liten endring i forurensningstilførselen til vassdraget i 1992 sammenlignet med 1991. Det er imidlertid mulig det er blitt iverksatt enkelte forurensningsbegrensende tiltak innenfor landbrukssektoren. Ubedringen av kraftverkene i Siljanvassdraget har pågått også i 1992 som i 1991. Forskjell i vær- og nedbørforhold i de to år er momenter som må taes med i betraktning når måleresultatene vurderes og det gjøres sammenlikninger med tidligere målinger.

3. Mål

Målet med overvåkningen er trukket opp av MVAV og videre utdypet i NIVAs programforslag. Hovedmålet med overvåkningen er:

- BELYSE EUTROFITILSTAND OG EVENTUELLE ENDRINGER I DENNE SAMMENLIKNET MED TIDLIGERE UNDERSØKELSER, SPESIELT MED SITUASJONEN I 1991.
- BELYSE VANNETS GENERELLE KVALITET: surhet, farge, turbiditet, osv.
- BELYSE VANNETS BAKTERIOLOGISKE TILSTAND.
- DOKUMENTERE NÆRINGSSALTKONSENTRASJONER OG BAKTERIOLOGISK VANNKVALITET I DE VIKTIGSTE TILLØPSELVER.

4. Det innsamlede materiale

4.1 Stasjonsvalg

I henhold til programmet ble det i 1992 samlet inn prøver fra en stasjon i Farrisvannet nemlig

- St IV Farrisvann syd
- Dessuten ble det den 28.04 også samlet inn prøver fra
- St. III Farrisvann nord

Prøvetakingsstedene er avmerket på kårtskisse fig 1.

Følgende bekker inngikk i undersøkelsen:

- St. 1 Vassvikbekken
- St. 2 Tyskhusbekken
- St. 3 Kleppanebekken
- St. 4 Omslandsbekken
- St. 5 Bekk fra Sandviksrønningen
- St. 6 Vranghølen (Siljanelva)
- St. 7 Lysebobekken
- St. 8 Breidalsbekken
- St. 9 Onobekken
- St. 10 Fossanebekken
- St. 11 Dammenbekken
- St. 12 Gopledalsbekken
- St. 13 Eikenesbekken
- St. 14 Avrenning fra tømmerlagret

Bekkenes nedbørfelt er på vel 394 km² eller vel 80 % av Farris-Siljanvassdragets totale nedbørfelt (491 km²).

4.2 Prøvetakingsfrekvens

Prøvene er samlet inn av Næringsmiddeltilsynet i Larvik og Lardal.

Fra innsjøens overflatelag ved st. IV er det i tidsperioden april - november samlet inn prøver i alt 9 ganger- dvs. litt i overkant av månedlige prøver. Dessuten er det fra samme stasjon samlet inn 2 vertikalserier nemlig den 28.04 og 11.08.

Fra stasjon III er det samlet inn prøver (vertikalserie) 1 gang, nemlig den 28.04.

På de samme dager som prøvetakingen i innsjøen fant sted, ble det også samlet inn prøver fra bekkene dvs. i alt 9 ganger.

4.3 Parametervalg

Blandprøvene fra innsjøen ble analysert på pH, fargetall, turbiditet, orto-fosfat, total fosfor, nitrat, total nitrogen, total organisk karbon (TOC) og klorofyll. Prøvene fra vertikalseriene ble analysert på de samme komponenter som for blandprøvene, bortsett fra klorofyll. Vannets innhold av koliforme og termostabile koliforme bakterier ble målt på begge de to prøvetakingsdager.

Bekkeprøvene ble analysert på total fosfor, total nitrogen samt koliforme og termostabile koliforme bakterier (filter- og rørmetoden).

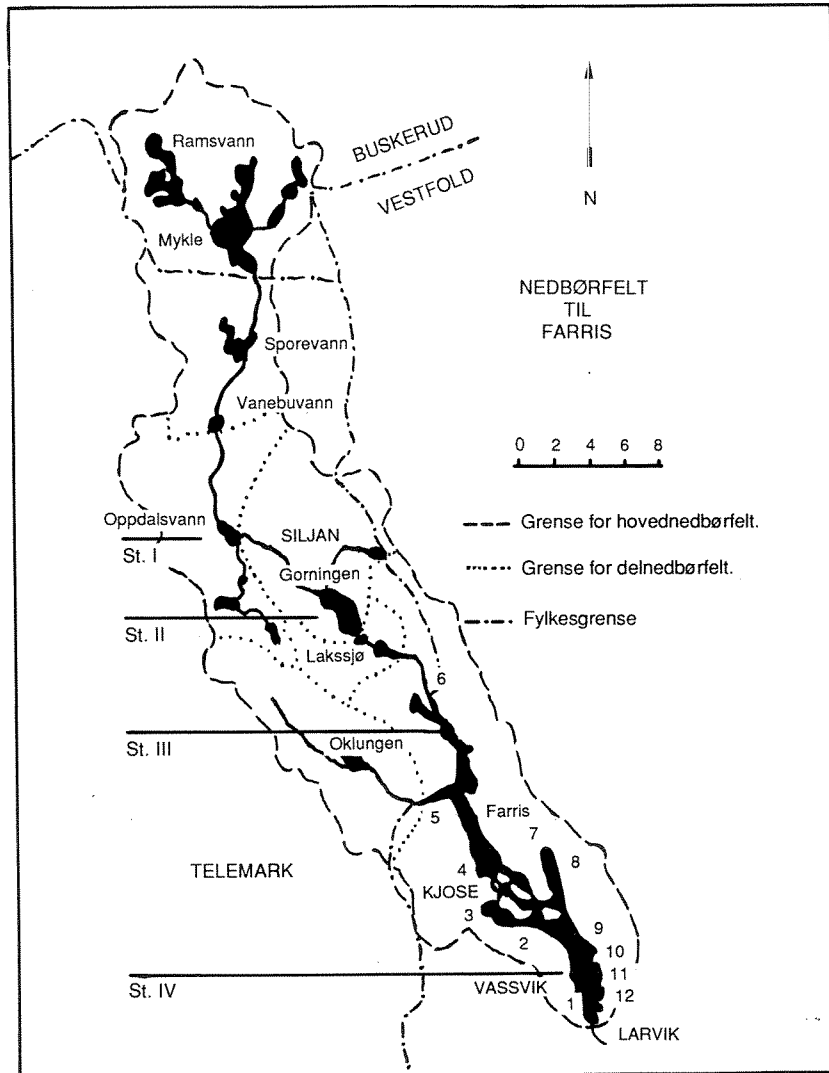


Fig. 1. Kartskisse av nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.
 Romertall: innsjøstasjoner.
 Vanlige tall: bekker/elvestasjoner

4.4 Analysemetoder

Analysene er utført i henhold til følgende norske standarder:

1.	Kolif. bakterier 37 °C, filter	NS 4788
2.	Kolif. bakterier 37 °C, rørmetoden	NS 4751
3.	Termostabile kolif. bakt. 44 °C, filter	NS 4792
4.	Termostabile kolif. bakt. 44 °C, rørmetoden	NS 4751
5.	Total fosfor	NS 4725
6.	Ortofosfat	NS 4724
7.	Nitrat	NS 4745
8.	Total nitrogen	NS 4743
9.	TOC	
10.	pH	NS 4720
11.	Turbiditet	NS 4723
12.	Farge	NS 4786
13.	Klorofyll a	NS 4767

5. Vannkvalitet i Farrisvann 1992

5.1 Vannkvalitet i overflatelagene st. IV

Den kjemiske vannkvalitet i innsjøens overflatelag (blandprøver) på de ulike prøvetakingsdager er vist i tabell 5.1.

I overenstemmelse med resultatene fra tidligere år, er vannet svakt surt og har et fargetall som varierer mellom 10 og 15. På de fleste måletidspunkter var turbiditetsverdiene lavere enn Folkehelsas normer for godt drikkevann (FTU-verdier < 0.5). Variasjoner i fosfor, nitrogen og klorofyllverdier går frem av figurene 5.1, 5.2 og 5.3.

Tabell 5.1 Farrisvann, st. IV. Analyseresultater fra blandprøver 1992

Parametre	28-Apr	02-Jun	30-Jun	21-Jul	11-Aug	02-Sep	23-Sep	13-Oct	04-Nov	Middel
pH	5.95	6.4	6.65	6.7	6.7	6.9	6.6	6.6	6.2	6.52
Fargetall	15	15	10	15	15	10	15	15	5	12.78
Turbidit. FTU	0.39	0.85	0.48	0.35	0.47	0.41	0.39	0.4	0.63	0.49
Orto-P, µgP/l	4	4	2.5	2.5	<2	1	1	<2	<2	2.50
Tot.P, µgP/l	6	6	6	5.5	8	3	5	7	5	5.72
Nitrat, µN/l	544	500	483	482	350	410	254	386	493	433.56
Tot., µgN/l	945	778	648	660	723	600	480	765	710	701.00
TOC. mg C/l	4.1	3.74	3.7	3.8	3.9	4	4.4	4.3	3.4	3.93
Klorf., µg Kl./l	0.4	1.8	1.5	2.3	2.4	2.2	2.1	2.1	1.9	1.86

Fig 5.1 Farrisvann. Fosfor 1992

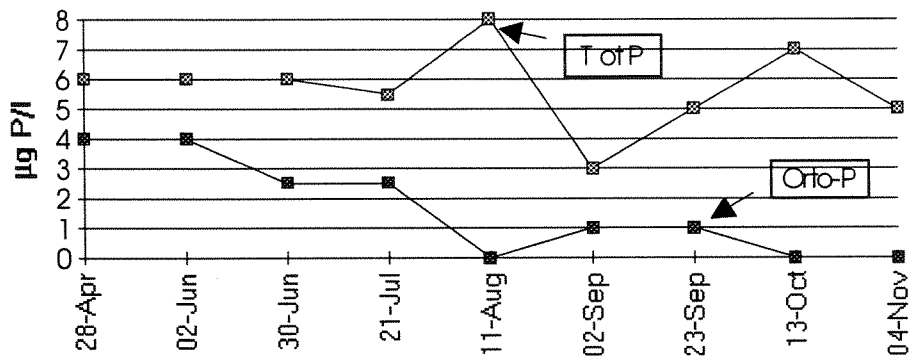


Fig. 5.2 Farrisvann. Nitrogen 1992

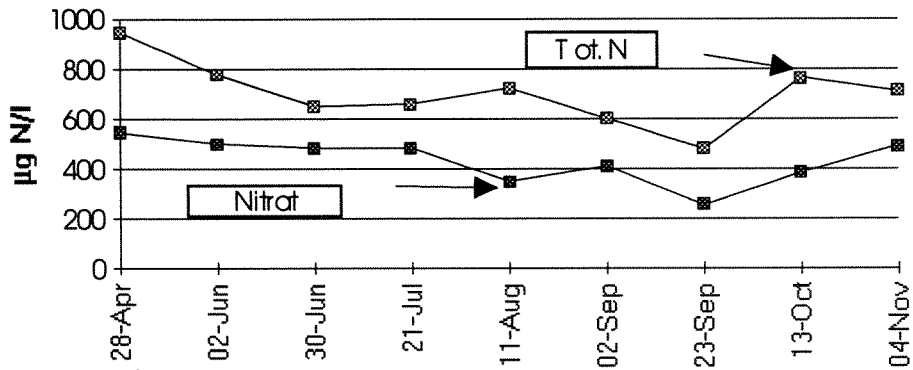
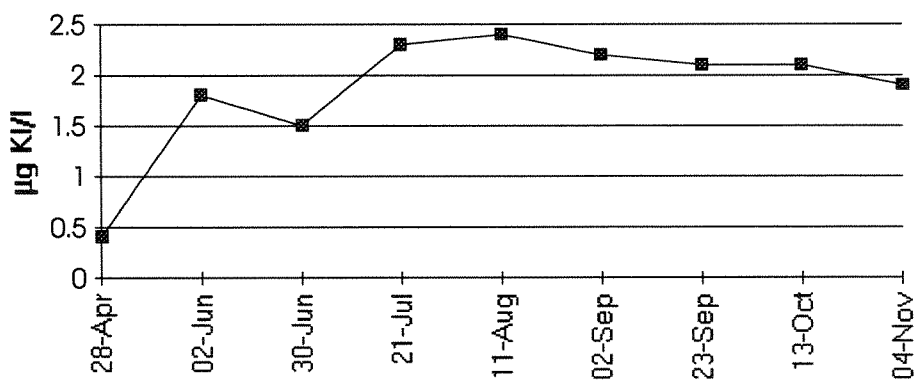


Fig. 5.3 Farrisvann. Klorofyll 1992



Middelverdiene for total fosfor, total nitrogen og klorofyll over sommeren i 1991 og 1992 på st. IV i Farrisvannet er som følger:

År	Tot. fosfor, µg P/l	Tot. nitrogen, µg N/l	Klorofyll a, µg/l
1991	8.7	606	2.5
1992	5.7	701	1.9

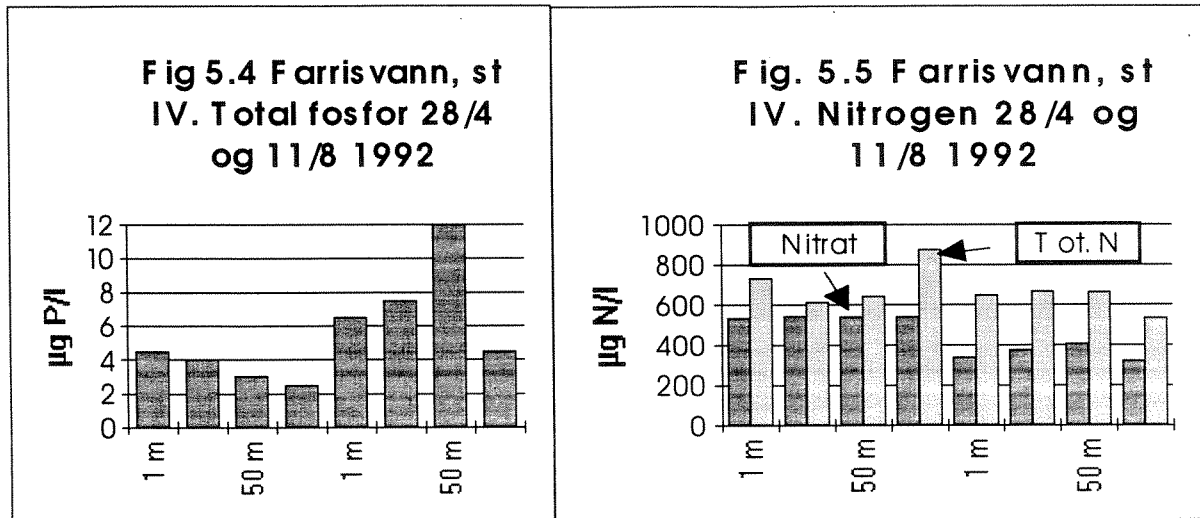
Bortsett fra i august og oktober var fosforkonsentrasjonene i 1992 betydelig lavere enn i 1991 og middelverdien var hele 3 µg P/l lavere. Dette gjenspeiler seg også i klorofyllverdiene - i middel 0.6 µg Kl a/l lavere i 1992 enn i 1991. Nitrogenverdiene var imidlertid betydelig høyere i 1992 enn i 1991.

5.2 Vannkvalitet i dyplagene

Dypvannsprøvene den 28.04.92 hadde lave fosforverdier, mens i tilsvarende serie fra 11.08.92 var fosforverdiene betydelig høyere (fig. 5.4). Det motsatte gjorde seg gjeldende for nitrogen (fig. 5.5). Vannets innhold av organisk stoff var av samme størrelsesorden i 1992 som i 1991. Vannet var forøvrig betydelig surere (i underkant av pH 6) i april enn i august. Vannets innhold av total aluminium (bare augustanalyser) var ikke spesielt høyt.

Tabell 5.2. Farrisvann, st IV (syd). Kjemiske og bakteriologiske analyseresultater 1992

Parametre	28-Apr				11-Aug			
	1 m	20 m	50 m	115 m	1 m	20 m	50 m	115 m
pH	5.9	5.95	5.95	5.95	6.9	6.4	6.4	6.35
Kond., µS/m					38.6	39.7	40	39.9
Fargetall	15	15	15	15	10	15	15	15
Turbiditet, FTU	0.32	0.29	0.4	0.38	0.37	0.42	0.65	0.58
Alkalitet, mmol/l					0.08	0.08	0.07	0.08
Orto. P, µgP/l	3.5	3	2	1	5	<2	<2	<2
Tot. P, mgP/l	4.5	4	3	2.5	6.5	7.5	12	4.5
Nitrat, µg N/l	534	544	541	541	338	375	408	320
Tot N, µgN/l	732	613	643	875	648	670	666	533
TOC, mg C/l	3.9	3.4	3.8	3.8	3.4	3.4	3.4	3.2
Aluminium, mg Al/l					0.07	0.09	0.09	0.134
Kolif. bakt. r.m./100ml	0	0	0	0				
Termst. kol. bakt. f.m./100ml					0	0	0	0
Termst. kol. bakt. r.m./100ml	0	0	0	0				



(søylene gjelder 1, 20, 50 og 115 meters dyp)

Analyseresultatene fra Farrisvann, st III den 28.04.92 går frem av tabell 5.3.

Tabell 5.3. Farrisvann, st. III. Kjemiske analyseresultater, 28.04.92.

Parametre	Blandpr.	1 m	20 m	44 m
pH	5.9	6	6	5.9
Fargetall	20	20	20	20
Turbiditet, FTU	0.56	0.38	0.35	0.42
Orto. P, µgP/l	2	3	2	2
Tot. P, mgP/l	5	5	3	4
Nitrat, µg N/l	461	465	465	471
Tot N, µgN/l	623	663	670	688
TOC, mg C/l	3.9	4.5	4.4	4.2
Klorofyll a, µg Kl/l	1.2			

Bortsett fra noen høyere fargetall og høyere TOC-verdier var det liten forskjell på vannets kjemiske sammensetning på dette stedet sammenlignet med st. IV. Den høyere organiske belastning har sannsynligvis sammenheng med større tilførsel av humusstoffer via Siljanelva enn hva som er tilfelle fra de øvrige deler av nedbørfeltet. Vi skal heller ikke se bort fra nedbrytning eller omsetning av organisk stoff på veien fra nord mot syd p.g.a. lengere oppholdstid.

6. Vannkvalitet i tilløp 1992

6.1 Total fosfor

De ulike bekkers innhold av total fosfor går frem av tabell 6.1 og fig 6.1.

Tabell 6.1. Tilløpsbekker Farrisvann. Total fosfor i $\mu\text{g P/l}$ 1992

Nr.	Bekk	28/4	2/6	30/6	21/7	11/8	2/9	23/9	13/10	4/11	Mid.
1	Vassvikb	110	47	17	15	16	196	222	100	85	89.78
2	Tyskh.b.	11.5	33	18	8	8	13	18	4	6	13.28
3	Kleppb	8.5	12	5	16	25	5	5	4	5	9.50
4	Omsl.b	12	13	6	23	45	13	26	6	8	16.89
5	Sandv.b.	7	6	10.5	8	12	6	6	6	6	7.50
6	Vrangh.b.	7.5	40	26	14	52	6	2.5	6	6	17.78
7	Lysebob.	11	13	20	19	7	7	10	8	7	11.33
8	Breid.b *	8	45	6	16	25	11	23	5	10	16.56
9	Onob.	8	71	6	15	315	4	25	3	4	50.11
10	Foss.b.	21	6	40	105	13	13	10	13	12	25.89
11	Dam.b.	27	119	30	16	13	27	42	12	11	33.00
12	Gople.b.	22	53	5.5	22	37	4	48	4	3	22.06
13	Eiken.b.			7	6	16	8	9	4	4	7.71
14	Tøm.b.			180	200	505	5	7	5	4	129.43

St. 1: Vassvikbekken

St. 2: Tyskhusbekken

St. 3: Kleppanebekken

St. 4: Omslandsbekken

St. 5: Bekk fra Sandviksrønningen

St. 6: Vranghølen (elv fra Siljan)

St. 7: Lysebobekken

St. 8: Breidalsbekken * $18/5=9.9\mu\text{g P/l}$.

St. 9: Onobekken

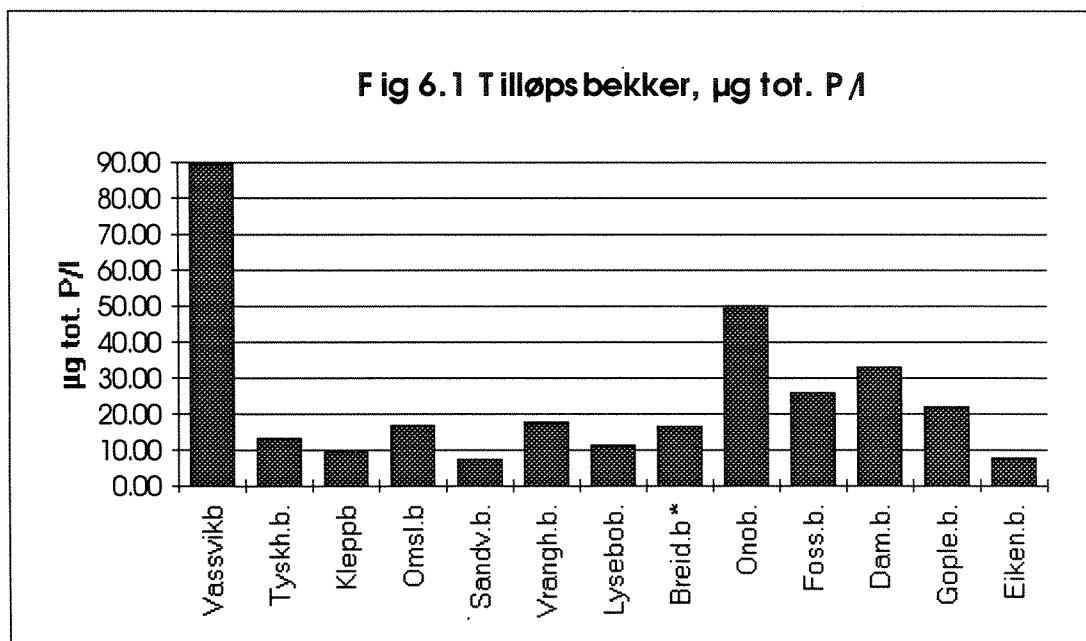
St. 10: Fossanebekken

St. 11: Dammenbekken

St. 12: Gopledalsbekken

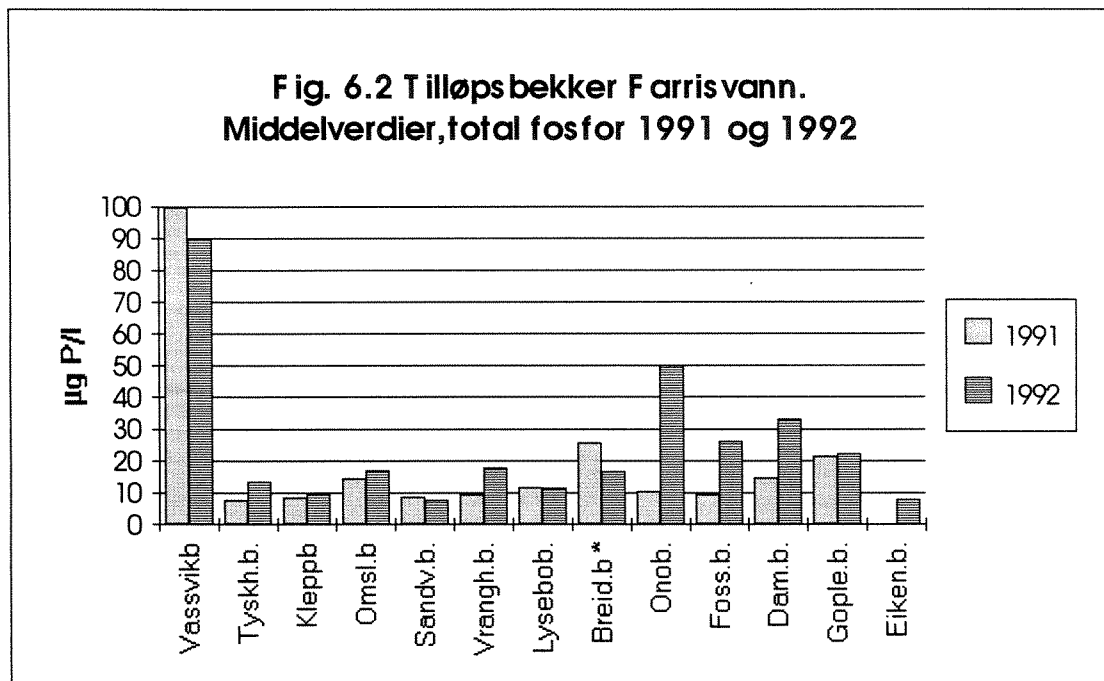
St. 13: Eikenesbekken

St. 14: Avrenning tømmerlagret



I de fleste bekker var det betydelige variasjoner i fosforkonsentrasjonene på de ulike prøvetakingsdager.

I Vassvikbekken varierte således konsentrasjonene fra 15 til 222 $\mu\text{g P/l}$. Gennomgående var fosforkonsentrasjonen i de fleste bekker høyere i 1992 enn i 1991. Dette går frem av fig. 6.2 som viser middelverdiene for de to årene.



Årsaken til de til dels store forskjeller kan være forskjell i de meteorologiske og hydrologiske forhold. Tilførsler fra punktkilder f. eks. sanitært avløpsvann vil medføre høyere konsentrasjoner av fosfor i bekkene ved liten vannføring enn ved stor - sommeren 1992 var en tørr sommer og sannsynligvis var vannføringen liten dette år. Videre må vi anta at avrenningen fra landområder var mindre denne sommer enn hva tilfelle ville være under en våt sommer. Vi kjenner ikke vannføringen i de ulike bekkene og kan således ikke beregne transportverdier.

Tabell 6.1 viser at fosforkonsentrasjonen i avrenningsvannet fra tømmeropplaget var meget høy i den perioden vanningen pågikk. Etter dette tidspunkt var konsentrasjonene som i Farrisvann. Selv om dette tilsiget ligger nært innsjøens utløp, vil det i perioder med vind fra sør kunne strømme nordover og således stimulere algeproduksjonen. I rapport O-92134, Tiltaksplanen, ble fosfortilførselen fra tømmeropplaget på land og i vann beregnet til 110 kg/år. Da ble det regnet med en middelkonsentrasjon på 190 $\mu\text{g P/l}$. Det er mulig middelkonsentrasjonen er noe høyere og i så fall vil belastningen vær noe større.

6.2 Total nitrogen

Konsentrasjonen av total nitrogen i bekkene i 1992 går frem av tabell 6.2 og fig. 6.3.

Tabell 6.2. Tilløpsbekker Farrisvann. Total nitrogen i $\mu\text{g N/l}$ 1992.

Nr.	Bekk	28/4	2/6	30/6	12/7	11/8	2/9	23/9	13/10	4/11	Mid.
1	Vassvikb	1638	815	413	615	563	1765	1670	2517	1850	1316.2
2	Tyskh.b.	1665	618	475	500	485	605	608	318	1380	739.33
3	Kleppb	1050	710	425	465	543	560	480	475	1218	658.44
4	Omsl.b	1248	968	310	723	610	1858	1445	598	1880	1071.1
5	Sandv.b.	665	693	515	460	575	468	473	305	610	529.33
6	Vrangh.b.	643	750	370	360	578	460	330	303	500	477.11
7	Lysebob.	858	758	1277	425	1200	520	325	275	730	707.56
8	Breid.b *	1360	703	520	1208	723	1810	659	1105	1360	1049.8
9	Onob.	1263	385	415	578	1280	603	303	455	605	654.11
10	Foss.b.	1095	600	370	455	575	607	648	370	718	604.22
11	Dam.b.	860	895	495	455	2393	548	655	448	810	839.89
12	Gople.b.	2357	633	405	1348	763	560	585	492	605	860.89
13	Eiken.b.			430	535	575	553	565	673	665	570.86
14	Tøm.b.			485	622	1410	620	398	395	628	651.14

St. 1: Vassvikbekken

St. 2: Tyskhusbekken

St. 3: Kleppanebekken

St. 4: Omslandsbekken

St. 5: Bekk fra Sandviksrønningen

St. 6: Vranghølen (elv fra Siljan)

St. 7: Lysebobekken

St. 8: Breidalsbekken * $18/5=970 \mu\text{g N/l}$.

St. 9: Onobekken

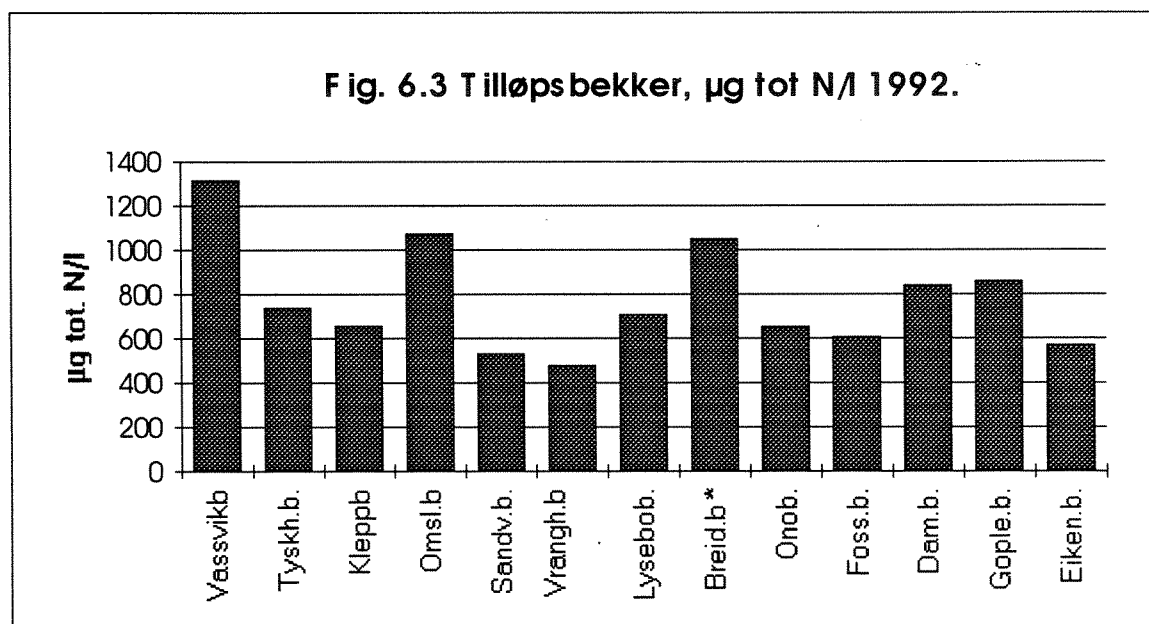
St. 10: Fossanebekken

St. 11: Dammenbekken

St. 12: Gopledalsbekken

St. 13: Eikenesbekken

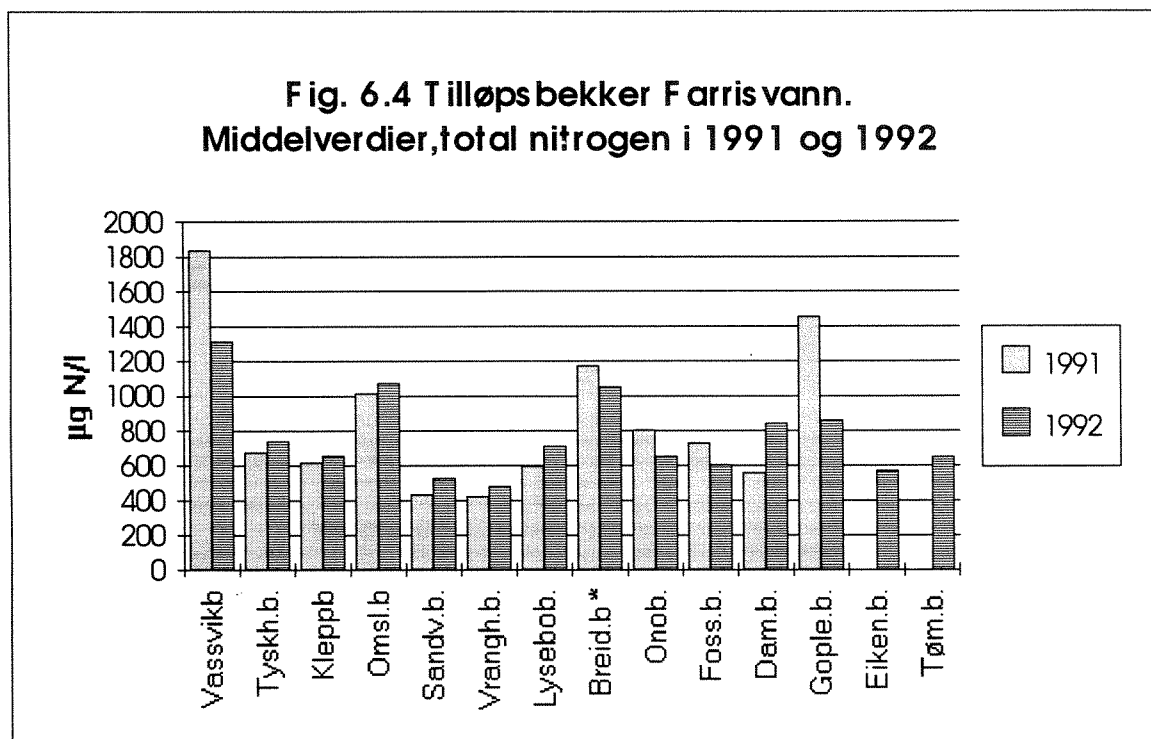
St. 14: Avrenning tømmerlagret



Som det går frem av fig. 6.4 var konsentrasjonene av total nitrogen i et flertall av bekkene av samme størrelsesorden i 1992 som i 1991. I Vassvik- og Gopledalsbekkene var konsentrasjonen i 1992

betydelig lavere enn i 1991. En viss nyanse gjorde seg gjeldende også for noen av de andre bekkene.

Uten nærmere kjennskap til avrenningsforholdene er det vanskelig å ha noen sikker mening om årsakssammenhengen.



6.3 Bakteriologiske forhold

Bekkevannets innhold av bakterier går frem av tabellene 6.3 og 6.4 samt av figurene 6.5 og 6.6.

Tabell 6.3 Tilløpsbekker Farrisvann. Koliforme bakterier (rørmetoden)/100 ml

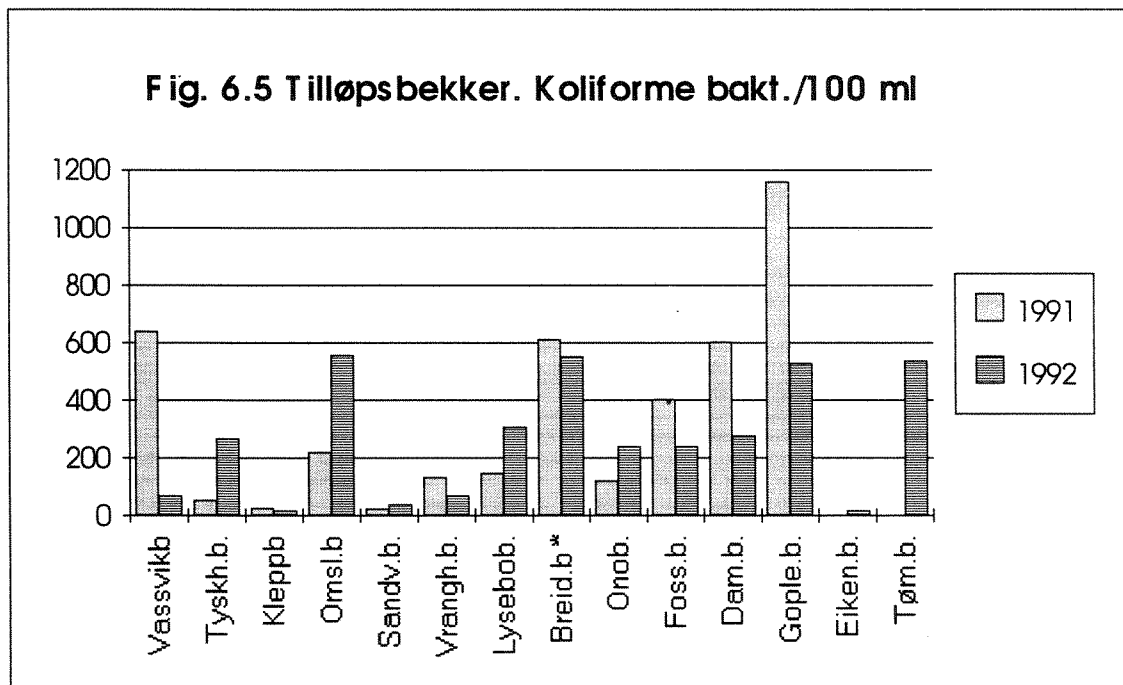
Nr.	Bekk	28/4	2/6	30/6	21/7	11/8	2/9	23/9	13/10	4/11	Mid.
1	Vassvikb		17	13	2	49	172	49	79	172	69
2	Tyskh.b.		49	221	13	79	23	46	79	1600	264
3	Kleppb		13	5	33	23	17	2	2	23	15
4	Omsl.b		918	11	94	348	1600	918	221	348	557
5	Sandv.b.		17	49	49	33	46	23	13	79	39
6	Vrangh.b.		130		46	33	109	33	109	17	68
7	Lysebob.		>1600	33	33	79	542	49	79	33	306
8	Breid.b *		33	0	>1600	>1600	918	8	33	221	552
9	Onob.		5	0	33	>1600	172	79	0	13	238
10	Foss.b.		5	70	130	23	130	918	542	79	237
11	Dam.b.		542	33	79	918	221	8	348	49	275
12	Gople.b.		20	5	542	3480	5	2	5	172	529
13	Eiken.b.			4	0	49	5	17	0	33	15
14	Tøm.b.			>1600	1600	542	0	5	0	23	539

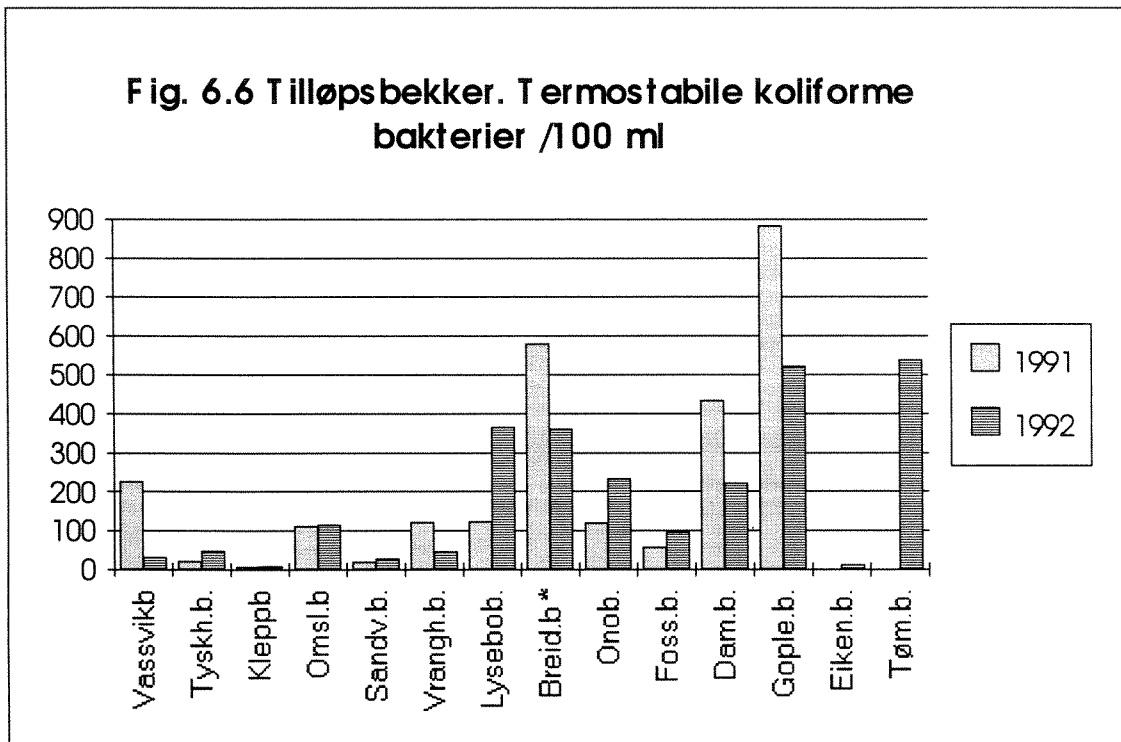
Tabell 6.4 Tilløpsbekker Farrisvann. Termostabile koliforme bakterier (rørmetoden)/100 ml

Nr.	Bekk	28/4	2/6	30/6	21/7	11/8	2/9	23/9	13/10	4/11	Mid.
1	Vassvikb		17	13	0	49	49	17	79	26	31
2	Tyskh.b.		23	221	13	49	0	33	14	23	47
3	Kleppb		9	0	11	23	5	2	2	8	8
4	Omsl.b		33	11	94	172	130	130	109	240	115
5	Sandv.b.		17	49	49	8	22	13	13	49	28
6	Vrangh.b.		79		46	7	109	23	46	8	45
7	Lysebob.		>1600	33	33	17	542	49	79	33	366
8	Breid.b *		33	0	>1600	>240	918	0	33	70	362
9	Onob.		5	0	33	>1600	130	79	0	13	233
10	Foss.b.		0	23	130	23	49	341	109	79	94
11	Dam.b.		542	33	79	542	172	5	348	49	221
12	Gople.b.		0	5	542	3480	2	2	5	130	521
13	Eiken.b.			4	0	23	2	13	0	33	11
14	Tøm.b.			>1600	1600	542	0	0	0	23	538

St. 1: Vassvikbekken
 St. 2: Tyskhusbekken
 St. 3: Kleppanebekken
 St. 4: Omslandsbekken
 St. 5: Bekk fra Sandviksrønningen
 St. 6: Vranghølen (elv fra Siljan)
 St. 7: Lysebobekken

St. 8: Breidalsbekken * 18/5=5/100 ml.
 St. 9: Onobekken
 St. 10: Fossanebekken
 St. 11: Dammenbekken
 St. 12: Gopledalsbekken
 St. 13: Eikenesbekken
 St. 14: Avrenning tømmerlagret





Et flertall av bekkene var i 1992 som i 1991 til tider sterkt forurenset av tarmbakterier. Ved sammenligning mellom de to årene må det tas hensyn til at det kun foreligger 3 måleresultater fra hver bekk i 1991.

I og med et høyt innhold av termostabile bakterier, må vi regne med at tilsig av kloakkvann er den vesentligste årsak til de høye verdier, men jordbruket spiller også en viss rolle.

Avrenningsvannet fra tømmeropplaget hadde et meget høyt innhold av tarmbakterier også termostabile koliforme bakterier. Årsaken til dette er vanskelig å forklare. Etter at vanningsseasonen var over, ble prøvene tatt i Farrisvannet og ved de påfølgende prøvetakingstidspunkter var vannet praktisk talt fritt for bakterier.

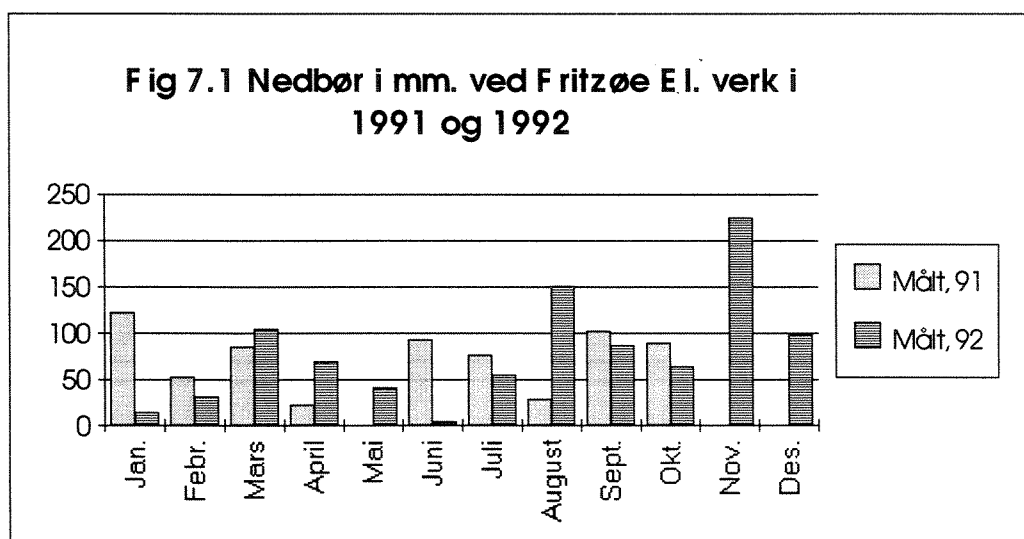
7. Nedbør og avrenning i 1992

7.1 Nedbør

Som det går frem av tabell 7.1 og fig 7.1 var variasjonen i nedbørsforholdene i 1992 forskjellig fra i 1991. På årsbasis var nedbøren 87 % av normalen og frem til utgangen av oktober var nedbørmengden i 1992 ca 71 % av normalen mot ca. 77 % i 1991. Dvs. at i overvåkingsperioden var det begge år lite nedbør i forhold til hva som er normalt. Spesielt var januar, februar og vår- og sommermånedene nedbørfattige, mens mars og april hadde noe høyere nedbør enn normalt. November var en meget nedbørrik måned.

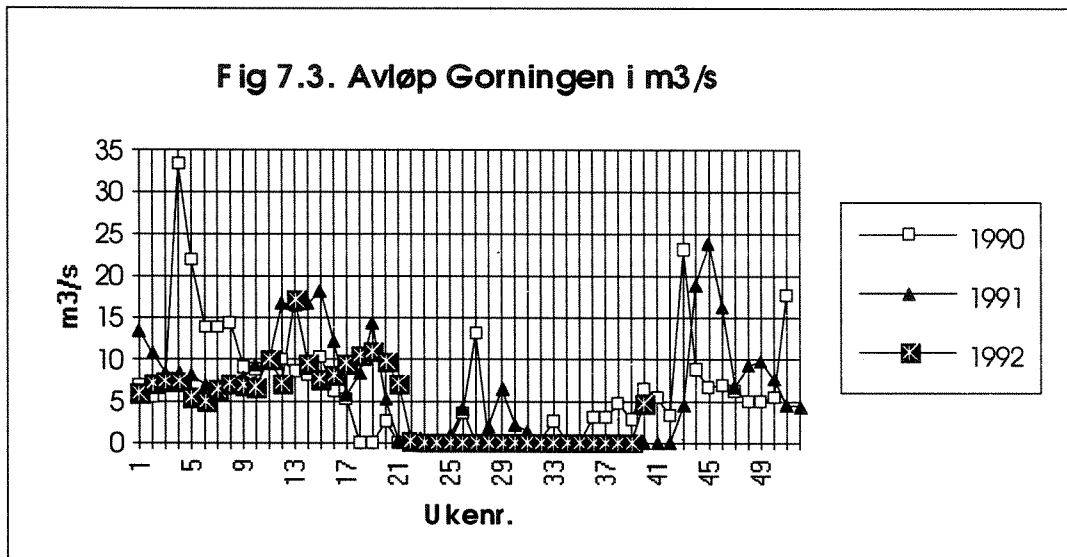
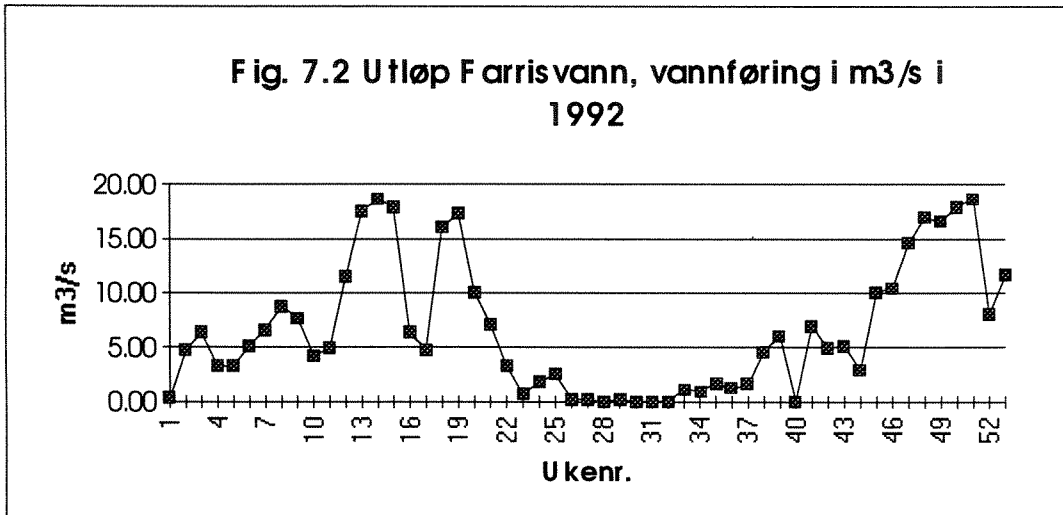
Tabell 7.1 Nedbør i mm. ved Fritzøe El. verk i 1991 og 1992

Måned	Målt, 91	Målt, 92	Normal	91 i % av Normalen	92 i % av Normalen
Jan.	122.1	14.1	92.8	132	15
Febr.	52.6	31.3	63.8	82	49
Mars	84.8	104.1	74.4	114	140
April	22.1	69.1	57.5	38	120
Mai	0	40.5	70.5	0	57
Juni	92.7	4.3	65.5	142	7
Juli	76.2	54.9	76.2	100	72
August	28.8	150.9	110.7	26	136
Sept.	102	86.4	115.4	88	75
Okt.	88.6	63.3	140.5	63	45
Nov.		224.8	127.9		176
Des.		98.6	93.8		105
Total		942.3	1089		87



7.2 Vannføring 1992

Vannføringen ved utløpet av Farrisvannet var meget liten i sommermånedene fra mai til oktober i 1992 slik det går frem av fig. 7.2. Avløpet fra Gorningen var 0 praktisk talt i hele denne periode (fig. 7.3). Sammenlignet med tidligere år var avløpet fra Gorningen relativt lavt også tidligere på året. Dette vil bl. a. innvirke på stofftransporten inbefattet fosfor fra Siljanvassdraget til Farrisvannet.



P.g.a. reparasjon av damanlegget i Gorningen og modernisering av Kiste kraftstasjon, har vannstanden i Gorningen vært ekstremt lav de siste to år. Dette går frem av fig. 7.4, 7.5 og 7.6. Tilsvarende arbeide blir utført ved Hogstad kraftverk. Dette har ført til at også sommervannstanden i Vanebuvannet var lav, sommeren 1992 (se fig. 7.7, 7.8 og 7.9).

Fig. 7.4 Gorningen. Vannstandsvariasjoner 1990 i m. under HR V

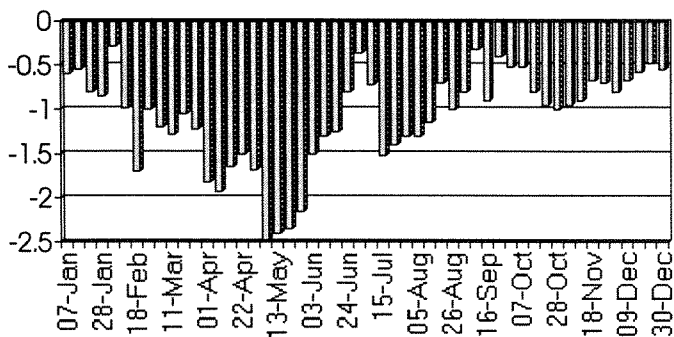


Fig 7.5 Gorningen, Vannstandsvariasjoner 1991 i m. under HR V

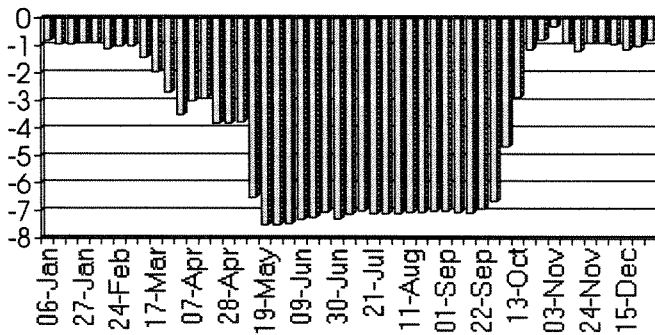
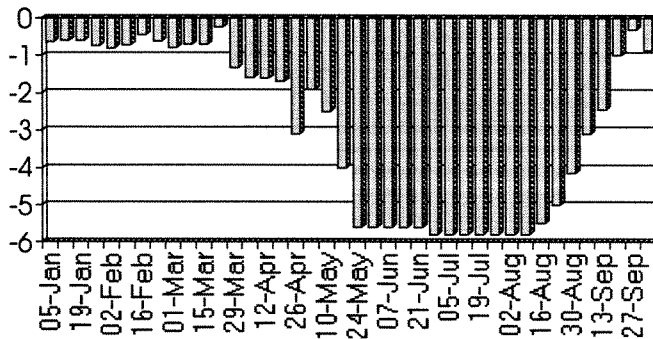
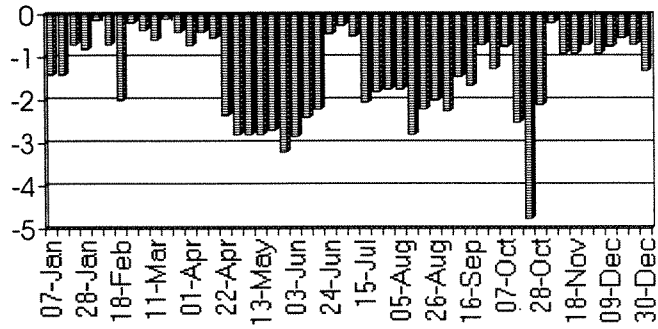


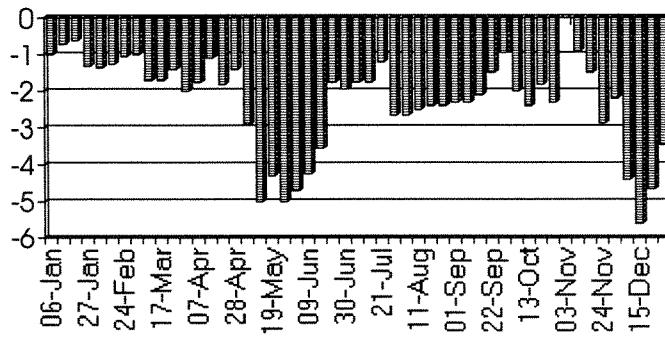
Fig. 7.6 Gorningen. Vannstandsvariasjoner 1992 i m. under HR V



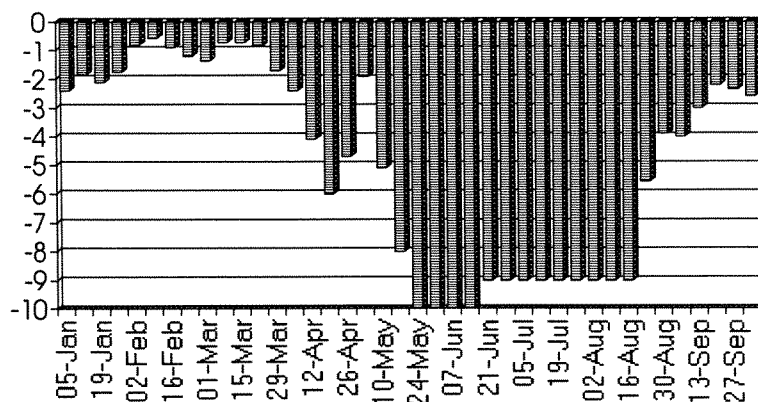
**Fig. 7.7 Vanebuvann. Vannstandsvariasjoner
1990 i m. under HR V**



**Fig. 7.8 Vanebuvann. Vannstandsvariasjoner
1991 i m. under HR V**



**Fig. 7.9 Vanebuvann. Vannstandsvariasjoner
1992 i m. under HR V**



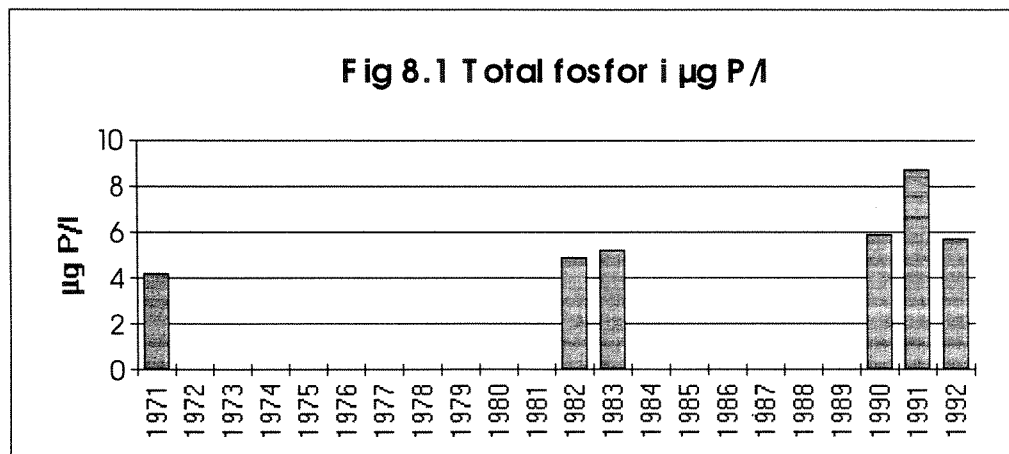
8. Sammendrag og diskusjon av overvåkningsresultatene, 1992

Variasjoner i middelkonsentrasjonene for total fosfor, total nitrogen og klorofyll a på st. IV i Farrisvannet i tidsperioden fra 1971 til 1992, går frem av tabell 8.1 og fig 8.1 og 8.2.

Tabell 8.1 Farrisvann, st. IV. Middelkonsentrasjoner for fosfor, nitrogen og klorofyll a (blandprøve overflatelag over sommeren) i perioden 1971 til 1992.

Parameter	1971	1982	1983	1990	1991	1992
Total fosfor, µg P/l	4.2	4,9	5.2	5.9	8.7	5.7
Orto fosfat, mg P/l	2.2	1.4	1.5		2.7	2.5
Toal nitrogen, µg N/l	414	644	637	563	606	701
Nitrat, µg N/l	253	410	387		439	434
Klorofyll a, µg/l		1.45	1.96	2.5	2.5	1.9

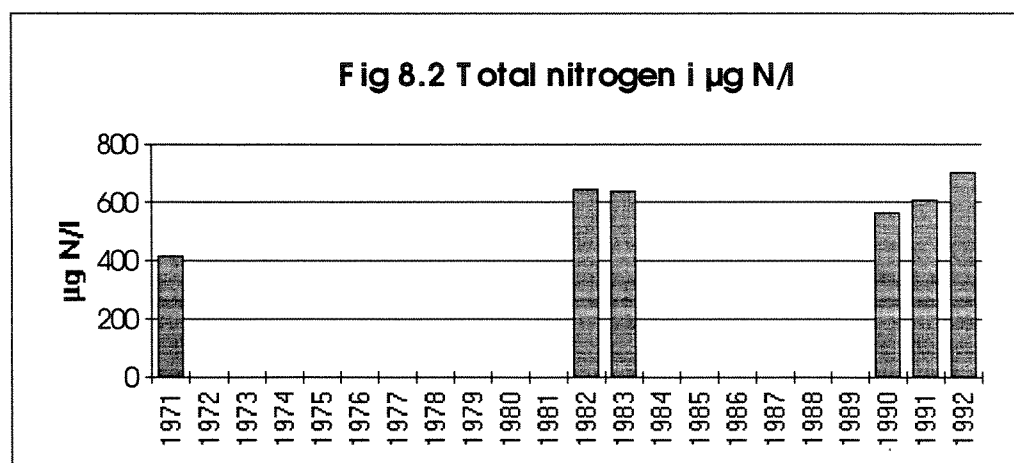
8.1 Fosforvariasjoner



Middelverdien over sommeren for total fosfor i blandprøver fra st. IV i Farrisvann var $3 \mu\text{g P/l}$ lavere i 1992 enn i 1991. Årsaken til dette kan ha sammenheng med forskjell i nedbør og avrenningsforholdene. Dessuten er det mulig at endringer i nedtappingstidspunkter av reguleringsmagasinene og lav vannstand i disse over sommeren kan ha hatt en viss innflytelse. Vanntilførselen fra Siljanvassdraget i sommerperioden har også vært liten og dette virker inn på fortynningsforholdene. Dette gjelder begge år, men kombinasjonen av nedtapping og avrenning spesielt fra nærområdene til Farrisvannet kan ha vært avgjørende. Andelen fosfatfosfor (ortofosfat) var i 1992 ca. 44 % av tot. fosfor, tilsvarende andel i 1991 var 31 %. Dette kunne tyde på at en større mengde av det totale fosforet forlår i partikulær form i 1991 enn i 1992, men p.g.a. algeopptak av fosfater i produksjonsperioden er det vanskelig ut fra disse målinger å ha noen formening om hvor store mengder biotilgjengelige fosfater som foreligger i utgangspunktet.

Fosforkonsentrasjonen i en del av tilløpene var høyere i 1992 sammenlignet med 1991. Da det ikke foreligger vannføringsmålinger, kan forskjell i tilførslene ikke kvantifiseres. Imidlertid er fosforkonsentrasjonene i tilløpsbekkene til dels meget høye. De høye bakterietall tyder på at en vesentlig del av forurensningene stammer fra sanitært avløpsvann.

8.2 Nitrogenvariasjoner



Verdiene for total nitrogen varierer fra år til år. I 1992 var verdiene noe høyere enn i 1991, men allikevel ubetydelig høyere enn i begynnelsen av 80-årene. I henhold til overvåkningsresultatene fra de statlige overvåkningsundersøkelser for luftforurensninger, har nitrogentilførselen via luft ikke steget vesentlig siden midten av 70-årene. Nitrogentilførselen til vassdraget har forøvrig liten betydning for eutrofitilstanden. Som i tidligere år er ca. 60 % av total nitrogen nitrat og resten i vesentlig grad organisk bundet nitrogen.

I de fleste tilløp var den midlere nitrogenkonsentrasjonen av samme størrelsesorden i 1992 som i 1991 - i Gopledalsbekken og Vassvikbekken var konsentrasjonen betydelig høyere i 1991 enn i 1992. Dette kan ha sammenheng med forskjell i avrenningsforholdene.

8.3 Klorofyll a.

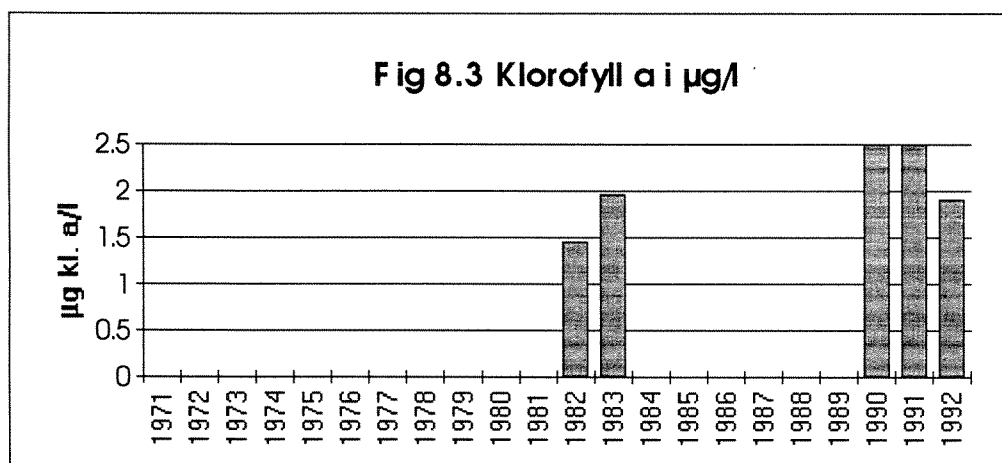
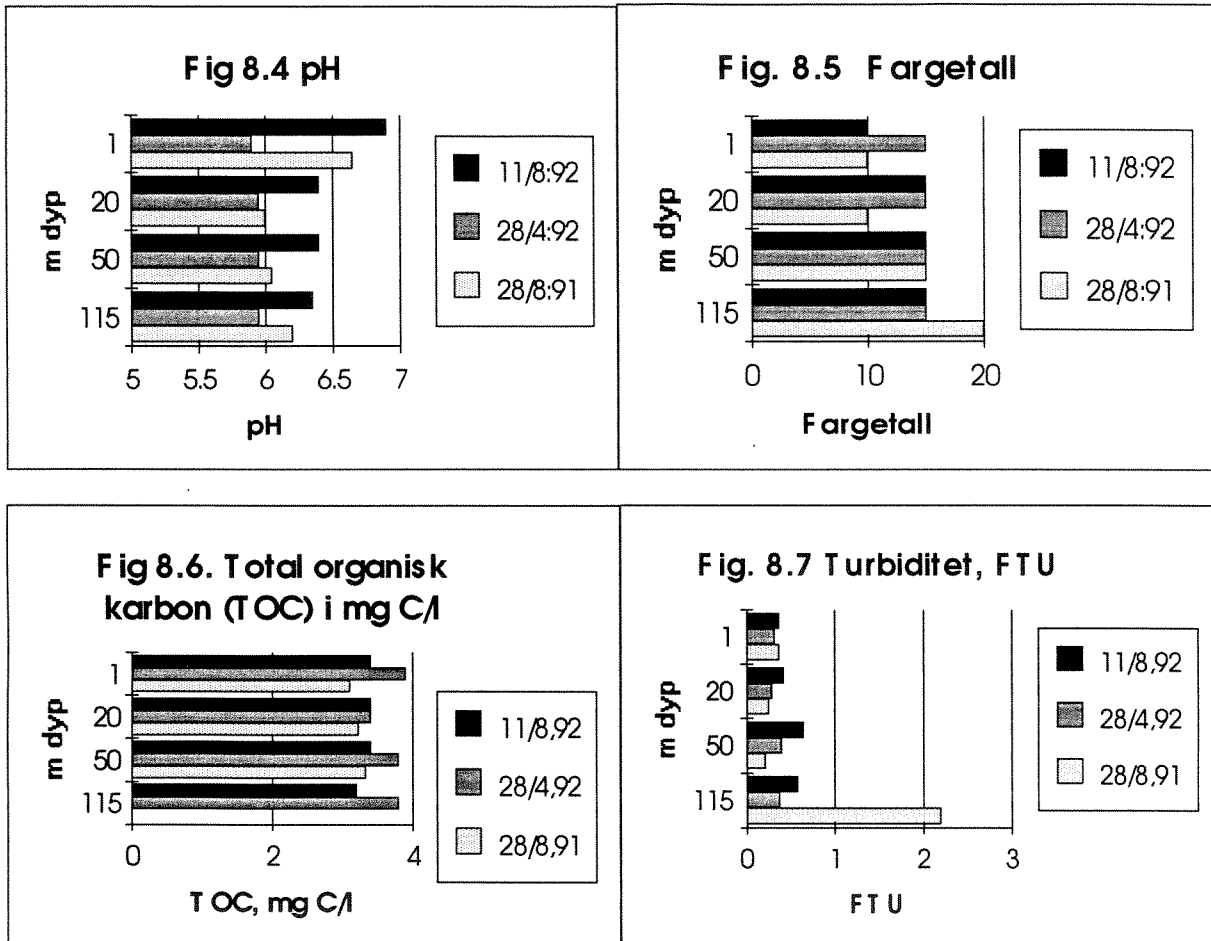


Fig 8.3 viser at algebiomassen i Farrisvann, målt som klorofyll a var noe lavere i 1992 enn i de to foregående år. Dette er i tråd med de lavere fosforkonsentrasjonene. Vi antar at den naturlige bakgrunnsverdi i Farrisvann dvs. uten antropogen påvirkning, er < 1 µg klorofyll a/l. Dette indikerer at algeveksten er betydelig høyere enn det man kunne forvente i en innsjø av denne type.

8.4 Bakterier

Det ble ikke påvist tarmbakterier i Farrisvannet i 1992. I tilløpene derimot ble det påvist til dels meget høye verdier. Det var betydelige variasjoner i forhold til måleresultatene i 1991. Imidlertid er ikke middelverdiene for de to år direkte sammenlignbare bl. a. fordi prøveantallet var forskjellig de to årene. Verdiene er høye tatt i betraktning at Farrisvann er drikkevannskilde. De høye bakterietall i vanningsvannet fra tømmeropplaget er vanskelig å forklare uten nærmere undersøkelser.

8.5 Generell vannkvalitet



Som vanlig i denne type innsjøer er pH noe lavere om vinteren enn om sommeren. Dette skyldes vannets innhold av karbondioksyd som er temperaturavhengig og påvirket av algeveksten (fotosyntese).

Vannets innhold av organisk stoff som påvirker fargetallet. Begge parametre ligger på grensen av hva Folkehelsa angir som som normer for godt drikkevann.

Turbiditetsverdiene lå på de fleste prøvetakingsdager og i de fleste dyp innenfor Folkehelsas normer for godt drikkevann.

Vannets innhold av total aluminium ble målt i august. Verdiene var ikke spesielt høye. Ved pH-verdier over ca. 5.3 vil det ikke forligge vesentlig reaktivt aluminium. Det er denne fraksjon som ansees å være økologisk skadelig.

9. Forslag til fortsatt overvåkning

- Overvåkingen i de 2 - 3 siste år har vist at Farrisvannet økologisk sett er i labil likevekt med periodisk forekomst av giftproduserende blågrønnalger.
- Farrisutvalget arbeider nå med å få gjennomført en tiltaksplan for reduksjon av fosfortilførselen til vassdraget. Bl. a. skal kloakkrenseanlegget i Siljan fornyes og oppgraderes til et fullverdig kjemisk fellingsanlegg.
- Det foretas stadig tiltak innenfor jordbrukssektoren.
- Kraftverkene i Siljanvassdraget er under modernisering.
- Vannkvaliteten i vassdraget varierer i henhold til klimatiske variasjoner.

Av bl. a. disse grunner vil vi foreslå at overvåkingen av Farrisvannets vannkvalitet fortsetter i 1993 som i 1992 (se overvåkingsrapport for 1991). Det er mulig at noen av tilløpsbekkene kan sløyfes. Dette må i så fall bestemmes ut fra eventuelle aktivitetsendringer i de aktuelle nedbørfelt. Vassvikbekken og vanningsvannet fra tømmeropplaget bør også undersøkes med henhold på innhold av organisk stoff (TOC).

LITTERATUR

Holtan, H. 1992: Overvåking av Farris- Siljan-vassdraget 1991.
NIVA - rapport O-91205, L.nr. 2719

Holtan, H., J. L. Bratli, K. Magnussen og R. Aspmo 1993: Farris- Siljan-vassdraget. Tiltaksplan for reduksjon av fosfortilførsler.
NIVA - JORDFORSK - rapport: O-92134, L. nr. 2873

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2344-4