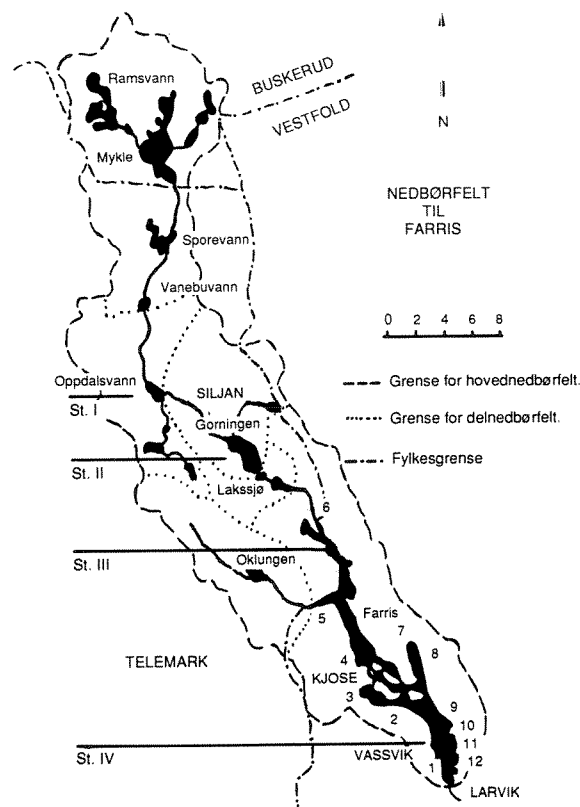


O-91205

Overvåking av Farris-Siljanvassdraget 1991



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-91205	Undernr.:
Løpenr.: 2719	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	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) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: Overvåking av Farris-Siljanvassdraget 1991.	Dato: April 1992	Trykket: NIVA 1992
	Faggruppe: Vassdrag	
Forfatter(e): Hans Holtan	Geografisk område: Vestfold	
	Antall sider: 44+bilag	Opplag: 125

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

Ekstrakt:

Med forankring i måleresultatene for total fosfor og algemengde (klorofyll a), har forholdene i Farrisvannet i løpet av de siste 20 år utviklet seg mot mer produktive tilstander (mere alger). Som råvann for vannverk er vannkvaliteten i Farrisvann fortsatt god, men i siste halvpart av 80-årene var fargetallene høyere enn SIFF's normer for godt drikkevann. Vannets innhold av tarmbakterier har endret seg lite i løpet av siste 10-års-periode. LOV's råvannskvalitet tilfredsstillende ikke normene for godt drikkevann. Effektivisering av forurensningsbegrensende tiltak bør prioriteres. Ytterligere restriksjoner på bruken av vann og vassdrag bør vurderes.

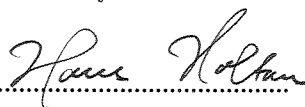
4 emneord, norske

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

4 emneord, engelske

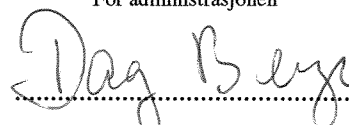
1. Drinking Water
2. Eutrophication
3. Bacteria
4. Organic matter

Prosjektleder



Hans Holtan

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN 82-577-2083-6

Norsk institutt for vannforskning

O-91205

OVERVÅKING AV FARRIS - SILJANVASSDRAGET

1991

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2055-0

Forord

Denne rapport omhandler overvåkingsundersøkelsen som ble utført i Farris-Siljanvassdraget i 1991. Initiativet til undersøkelsen ble tatt av Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernavdelingen (MVAV) som sammen med Fylkeskommunen i Vestfold og Vestfold Interkommunale vannverk (VIV) har finansiert arbeidet.

Retningslinjer og målsetting for undersøkelsen er gitt i MVAV's brev datert 22/3 1991 til Norsk institutt for vannforskning (NIVA), (Bilag 1). Med bakgrunn i disse retningslinjer utarbeidet NIVA et forslag til undersøkelsesprogram (Jnr. 693/91. Ark. 731.74 Farris) (Bilag 2). Av økonomiske grunner ble det bestemt at undersøkelse av forurensningssituasjonen, barkdeponiets betydning og PAH i sedimenter (pkt. c, d og e) ikke skulle utføres i forbindelse med denne undersøkelse.

Felt- og analysearbeide er utført av næringsmiddeltilsynet i Larvik og Lardal under ledelse av byveterinær H.E. Utklev. Det rettes en takk til Miljøvernavdelingen i Telemark som har samlet inn prøver fra den delen av vassdraget som ligger i Telemark.

NIVAs engasjement i undersøkelsen er utarbeidelse av programforslag, deltakelse i møter og utarbeidelse av rapport (Bilag 3, 4 og 5).

Tidstrender og årsaksforhold angående vannets farge og kjemiske forhold er utarbeidet med bakgrunn i foreliggende datamateriale hos Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) og Næringsmiddeltilsynet, Larvik og Lardal (KNT). Arbeidet som er bekostet av VIV, er utført av student Christina Holtan under ledelse av NIVAs saksbehandler.

MVAV er ansvarlig for det teoretiske forurensningsregnskap for henholdsvis Siljan, Oklungen og Farris.

Oslo, februar 1992.

Hans Holtan

Innholdfortegnelse

	Side	
1	KONKLUSJON OG TILRÅDNINGER	4
	1.1 Vannkvalitet	4
	1.2 Tilrådninger	4
2.	INNLEDNING	6
3.	MÅL	7
4.	DET INNSAMLEDE MATERIALE	8
	4.1 Stasjonsvalg	8
	4.2 Prøvetakingsfrekvens	10
	4.3 Parametervalg	10
5.	FORURENSNINGSTILSTAND I INNSJØER	11
	5.1 Eutrofi - produksjonspotensiale	11
	5.1.1 Eutrofitilstand i innsjøene i 1991	11
	5.1.2 Eutrofiering - utviklingstendenser	13
	5.2 Virkning av organisk stoff	16
	5.2.1 Vannkvalitetstilstand i 1991	16
	5.2.2 Organisk stoff og fargetall. Variasjon og utvikling	16
	5.3 Forsuring	18
	5.3.1 Forsuringstilstand i 1991	18
	5.3.2 Forsuringsutvikling	20
	5.4 Virkning av partikulært materiale	21
	5.5 Mikrobiologisk belastning	21
6.	FORURENSNINGSTILTAND I TILLØPSBEKKER	23
	6.1 Datagrunnlag	23
	6.2 Næringssalter	23
	6.2.1 Tilstand og variasjoner i 1991	23
	6.2.2 Sammenlikning med tidligere målinger	23
	6.3 Mikrobiologisk belastning, bekker	24
7.	VARIASJON OG UTVIKLING AV RÅVANNSKVALITETEN VED VESTFOLD INTERKOMMUNALE VANNVERK (VIV) OG LARVIK OG OMEGN VANNVERK (LOV)	26
8.	SKOGSDRIFTENS BETYDNING FOR VANNKVALITETEN I FARRISVANN	29
	8.1 Innledning	29
	8.2 Skogbrukets effekter på vannkvaliteten	29
	8.3 Skogsdriften i Farrisvannets nedbørfelt	29
	8.4 Konklusjon	30
9.	NEDBØR OG AVRENNING	32
	9.1 Nedbør og nedbørvariasjoner	32
	9.2 Innsjøhydrologi	34
10.	TEORETISK BEREGNING AV FORURENSNINGSTILFØRSLER	37
11.	DISKUSJON	38
	11.1 Bruken av Farris-Siljanvassdraget	38
	11.2 Hvor store forurensningstilførsler tåler vassdraget	38
	11.3 Vassdragets forurensningsgrad og vannkvalitet	39
12.	BEHOV FOR TILTAK	41
	12.1 Forurensningsbegrensende tiltak	41
	12.2 Drikkevannsinntak - vannbehandling	41
13.	FORSLAG TIL FORTSATT OVERVÅKING	42
	13.1 Generelt	42
	13.2 Overvåking av innsjøens sentrale områder	42
	13.3 Tiltaksrettet overvåking i elver/bekker/utslipp	42
	13.4 Kontroll av iverksatte tiltak	43
	LITTERATUR	44
	BILAG 1-10	

1. KONKLUSJON OG TILRÅDNINGER

1.1. Vannkvalitet

I 1991 ble det gjennomført en overvåkingsundersøkelse av Farris-Siljanvassdraget. Vannkvaliteten i Oppdalsvann, Gorningen, Farrisvann og i 12 tilløpsbekker ble undersøkt ved månedlige prøver i tidsrommet mai-oktober.

Resultatene viser at middelveiden av vannets innhold av fosfor i Farrisvann var betydelig høyere både i overflaten og dyp-lagene enn hva som tidligere er observert. Det midlere klorofyllinnhold (2,5 µg kla/l i Farris) var også høyt og i god overensstemmelse med fosforkonsentrasjonen. Klorofyllinnholdet var av samme størrelsesorden også i 1990, men betydelig høyere enn for 10 år siden.

Eutrofieringssituasjonen i Gorningen var omtrent som for 10 år siden. Tilførslene av fosfor er høye og kan over tid øke fosforkonsentrasjonen i Farrisvann.

Fosfor- og klorofyll-konsentrasjonen var også høy i Oppdalsvann.

Vannets fargetall som i vesentlig grad er et resultat av humustilførsler, var langt høyere i de øverste deler av vassdraget (Oppdalsvann) enn i de nedre (Farrisvann). Økingen av fargetallene som fant sted i siste halvdel av 80-årene, skyldes sannsynligvis mye nedbør, spesielt om høsten.

Skogavvirkningen er den samme fra år til år, og det er vanskelig å vurdere denne i forurensningssammenheng uten å gå inn på beliggenhet, jordsmonn etc. i de enkelte hogstfelt. Vi antar at skogsavrikningen har liten betydning for tilførsel av fosfor.

På grunn av reparasjonsarbeider har magasinene til tider vært betydelig nedtappet i de senere års sommersesonger, men det er vanskelig å ha noen klar formening om hvilken betydning dette kan ha for vannkvaliteten.

Farrisvannets (st. IV) innhold av tarmbakterier (termotolerante) var lavt. Det er også vanskelig å påvise noen klar økning av bakterieinnholdet i vannverkenes råvann med tiden.

Råvannskvaliteten ved LOV er betydelig dårligere enn ved VIV - dette gjelder både fargetall (organisk stoff) og innhold av bakterier.

Flere av de undersøkte bekker hadde ikke tilfredsstillende kvalitet hva næringsalter og bakterier angår. Dette gjelder spesielt Vassvikbekken, Gopledalsbekken og Breidalsbekken. I Vassvikbekken har konsentrasjonen av næringsalter avtatt siden 1982/1983.

1.2. Tilrådninger

- På bakgrunn av måleresultatene i 1991 for totalfosfor og klorofyll a, må fosforbelastningen reduseres med ca. 1 tonn pr. år for at Farrisvann skal kunne tilfredsstillende normene for god råvannskilde for vannverk (SIF 1987 og SFT 1989).
- Vannstanden i Gorningen, Lakssjø og Farrisvann bør holdes så høy som mulig i sommersesongen.

- Det bør vurderes om ytterligere restriksjoner med hensyn til rekreative aktiviteter i vannforekomstene og deres nærområder (camping, båtbruk o.l.) kan gjennomføres.
- En undersøkelse av skogsdriftens betydning vil være fordelaktig.
- Betydningen av barkdeponiet ved Vassvik og tømmeropplaget ved utløpet av Farrisvann, for vannkvaliteten bør undersøkes.
- LOV's vanninntak bør flyttes lenger nordover (på høyde med VIV's) og til et større dyp.
- Vannkvalitet og forurensningstilførsler bør overvåkes.

2. INNLEDNING

Farris-Siljanvassdraget drenerer deler av Buskerud, Telemark og Vestfold fylker - et areal på ca. 491 km² og renner ut i havet ved Larvik.

Flere til dels motstridende interesser er knyttet til vassdraget og dets nedbørfelt: drikkevannsforsyning til over 140000 personer, jord- og skogbruk, resipient for sanitæravløp, bosetting, industrielle aktiviteter, kraftverksinteresser og rekreasjon. Disse interesser og konfliktene de skaper, er behandlet i GEFO/NIVA-rapport 1987: Vannbruksplan for Farrisvassdraget.

På grunn av de store og konfliktskapende interesser er vassdraget blitt jevnlig overvåket. Det er eutrofiproblemene som er viet størst oppmerksomhet, men endringer i vannets farge, industrielle påvirkninger og bakteriologiske forurensninger skaper også bekymringer.

En hydrobiologisk undersøkelse i 1990 (Skulberg 1991), viste hva planteplanktonsamfunnet angår, indikasjon på uheldige utviklingstendenser spesielt med hensyn til forekomster av blågrønnalger.

Hensikten med denne undersøkelse er ytterligere å belyse eventuell uheldig utvikling.

3. MÅL

Målet med overvåkingen er trukket opp av Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernavdelingen (Bilag 1) og videre utdypet i NIVAs programforslag (Bilag 2).

Hovedmålet med overvåkingen er:

1. BELYSE EUTROFITILSTAND OG EVENTUELLE ENDRINGER I DENNE SAMMENLIKNET MED TIDLIGERE UNDERSØKELSER.
2. KLARLEGGE ÅRSAKEN TIL ØKT FARGETALL.
3. BELYSE VANNETS BAKTERIOLOGISKE TILSTAND VED VANN-INNTAKENE TIL VESTFOLD INTERKOMMUNALE VANNVERK (VIV) OG LARVIK OG OMLAND VANNVERK (LOV).

Med bakgrunn i overvåkingsresultatene skal behovet for forurensningsbegrensende tiltak diskuteres. Spesielt gjelder dette behovet for ytterligere reduksjon av fosfortilførselen.

4. DET INNSAMLEDE MATERIALE

4.1. Stasjonsvalg

Det er i alt samlet inn prøver fra 4 innsjøstasjoner (fig 1):

- St. I Oppdalsvann
- St. II Goringen
- St. III Farrisvann nord
- St. IV Farrisvann syd

og fra utløpet av 12 bekker (fig 1):

- St. 1 Vassvikbekken
- St. 2 Tyskhusbekken
- St. 3 Kleppanebekken
- St. 4 Omlandsbekken
- St. 5 Bekk ved Sandviksrønningen (fra Oklungen)
- St. 6 Siljanelva (Vranghølen)
- St. 7 Lysebobekken
- St. 8 Breidalsbekken
- St. 9 Onobekken
- St. 10 Fossanebekken
- St. 11 Dammenbekken
- St. 12 Gopledalsbekken

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

Prøvene er samlet inn av Næringsmiddeltilsynet, Larvik og Lardal (KNT), som også har forestått det kjemiske og bakteriologiske analysearbeidet.

Analysene er utført i henhold til følgende standarder:

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

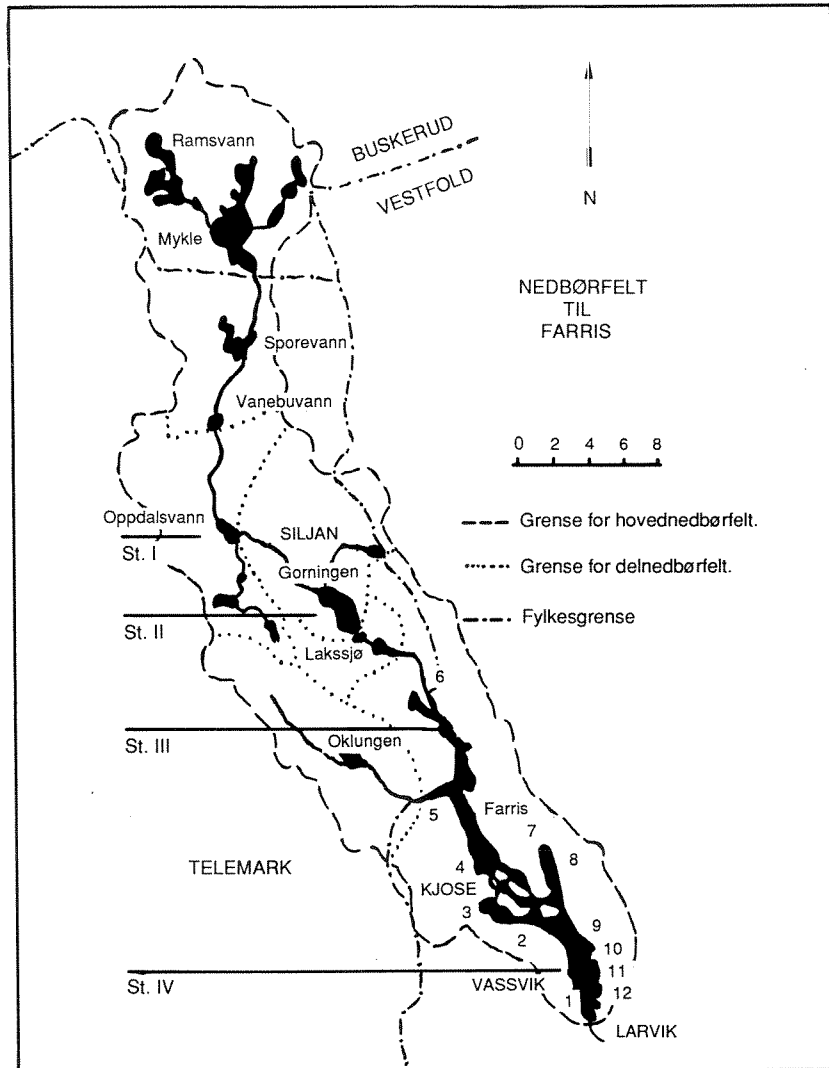


Fig. 1. Kartskisse av nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.
 Romertall: innsjøstasjoner.
 Vanlige tall: bekker/elvestasjoner

4.2. Prøvetakingsfrekvens

Innsjøer:

Fra innsjøene er det i perioden mai-oktober samlet inn månedlige blandprøver fra overflatelagene: 0-8 meter fra stasjonene I, II og III, og fra 0-10 meter på st. IV. Prøvetakingsdagene er gitt i Bilag 6, tabell 1.

Den 28. august og 4. september ble det samlet inn prøver fra en vertikalserie på hver stasjon. Prøvetakingsdypene er gitt i Bilag 6, tabell 2. I henhold til programmet skal det også samles inn slike prøver på sen vinteren (mars).

Elver/bekker:

Fra utløpet av de 12 tilløpsbekkene ble det samlet inn månedlige prøver i tidsrommet mai-oktober, dvs. i alt 6 ganger. Prøvetakingsdagene er gitt i Bilag 6, tabell 5.

4.3. Parametervalg

Innsjøer:

Blandprøvene ble analysert på: pH, fargetall, turbiditet, ortofosfat, totalfosfor, nitrat, totalnitrogen, total organisk karbon (TOC) og klorofyll. Dessuten ble det hver gang samlet inn kvantitative planktonprøver som ble konserveret og lagret hos Næringsmiddeltilsynet Larvik, Lardal. (KNT). På stasjonene III og IV (Farrisvann) ble siktedypet målt hver gang. Den 24/7 ble siktedypet også målt i Oppdalsvann (st. I) og Gorningen (st. II). Analyseresultatene er gitt i Bilag 6, tabell 1.

Prøvene fra vertikale serier i august/september ble analysert på pH, fargetall, turbiditet, ortofosfat, totalfosfor, nitrat, totalnitrogen og total organisk karbon. Resultatene er gitt i Bilag 6, tabell 2.

Temperatur og oksygeninnhold ble målt med et oksygenmeter i en vertikalserie ned til maks. 30 m den 11/6 på stasjonene I og II, og den 29/5 og 28/8 på stasjonene III og IV. Resultatene er gitt i Bilag 8, tabell 3. På grunn av målekabelens utilstrekkelige lengde er oksygeninnholdet på de største dypene ikke målt.

På stasjon IV (Farrisvann) ble det hver gang samlet inn bakteriologiske prøver fra 3 dyp. Fra st. I og st. II ble det den 11/6 samlet inn slike prøver fra henholdsvis 6 og 5 meters dyp. Antall termotabile koliforme bakterier, koliforme bakterier (37 °C) og total bakterietall (20 °C) ble bestemt. Resultatene er gitt i Bilag 6, tabell 4.

Elver/bekker:

Elve-/bekkeprøver ble analysert på totalfosfor, totalnitrogen, termotabile koliforme bakterier (filter- og rørm metode) og koliforme bakterier, 37 °C, (filter- og rørm metode). Analyseresultatene er gitt i Bilag 6, tabellene 5, 6 og 7.

5. FORURENSNINGSTILSTAND I INNSJØER

5.1. Eutrofi - produksjonspotensiale

5.1.1. Eutrofitilstand i innsjøene i 1991

Som vanlig i norske innsjøer er vannets innhold av fosfor i de undersøkte innsjøer begrensende for produksjon av planteplankton. Dette går frem av forholdet mellom fosfor og nitrogen som vanligvis var lavest i Oppdalsvann (min. 1:17, maks. 1:82) og høyest på st. IV i Farrisvann (min. 1:31, maks. 1:146). Nitrogenet kan først bli begrensende for algevekst ved et N/P forhold mindre enn 13 basert på vekt.

Variasjoner i blandprøvenes innhold av fosfor og nitrogen er gitt i Bilag 6, tabell 1 og fig 5.1 og 5.2. Grenseverdien for tilstandsklasser (SFT 1989) er tegnet inn (skravur) på figurene som også viser veide middelveier. Som tabell 5.1 viser, er de høyeste totalfosfor-verdier målt i Gorningen og Oppdalsvann.

De fleste observasjonsverdier for totalfosfor tilhører tilstandsklasse II, dvs. moderat forurenset - dette gjelder også middelveiene.

Tabell 5.1 Oppdalsvann, Gorningen og Farrisvann. Veide middelveier for fosfor, nitrogen, klorofyll og siktedyp (Blandprøver).

		Oppdalsvann	Gorningen	Farrisv. N	Farrisv. S
		St. I	St. II	St. III	St. IV
Totalfosfor,	µg P/l	9,8	10,7	8,9	8,7
Ortofosfat,	µg P/l	2,8	2,6	3,3	2,6
Totalnitrogen,	µg N/l	338	407	521	606
Nitrat,	µg N/l	177	244	400	439
Klorofyll a,	µg/l	2,1	2,5	2,3	2,5
Siktedyp,	m	5	3,5	6,8	7,3

Nitrogenkonsentrasjonene øker nedover vassdraget fra kl. II/kl. III i Oppdalsvann til kl. IV (sterk forurenset) i Farrisvann.

De midlere klorofyllverdier som er et mål for vannets innhold av planteplankton (tabell 5.1 og fig. 5.3) viser at alle innsjøer tilhører tilstandsklasse II (moderat forurenset).

NB! Med naturtilstanden (naturverdi fig. 5.1) menes vannets tilstand før forurensningspåvirkning fra mennesker.

- Tilstandsklasse I : Tilfredsstillende alle bruksinteresser også drikkevannsinteressene. Økologisk er vannforekomsten intakt.
- " II : Betydelig vannbehandling nødvendig i drikkevannssammenheng.
- " III : Ved drikkevannsforsyning er fullreanseanlegg nødvendig.
- " IV : Ikke egnet som råvannskilde for drikkevann.

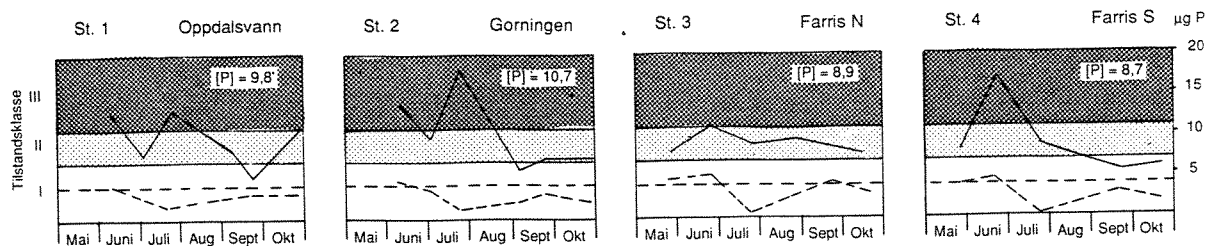


Fig 5.1
Overflate blandprøver. Variasjon i total fosfor (hel linje) og total fosfat (stiplet).
[P] = veid middelverdi i µg tot P/l. Antatt naturverdi for tot P som middel gjennom sommeren er anmerket. (stiplet, rett linje)

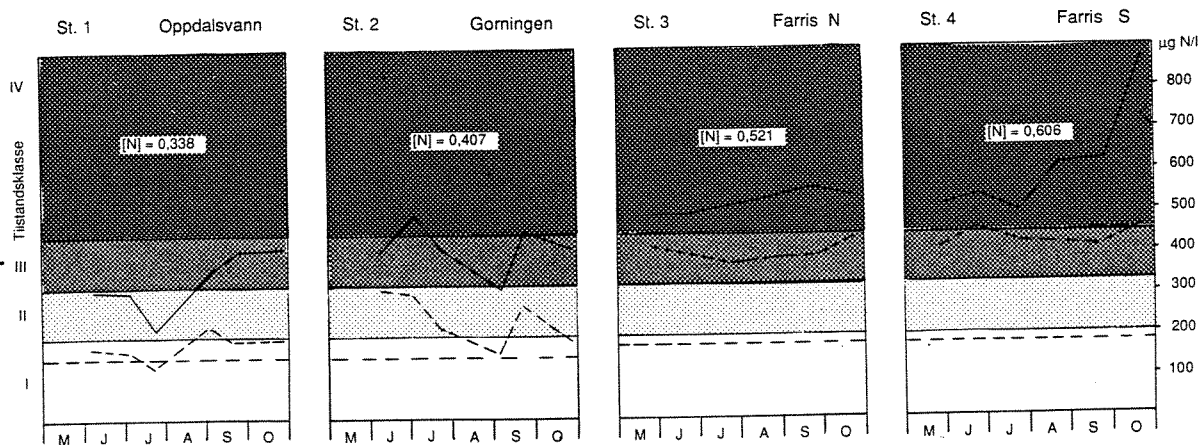


Fig 5.2
Overflate blandprøver. Variasjon i tot nitrogen (hel linje) og nitrat (stiplet).
[N] = veid middelverdi i µg tot N/l. Antatt naturtilstand for tot N som middel gjennom sommeren er anmerket. (stiplet, rett linje)

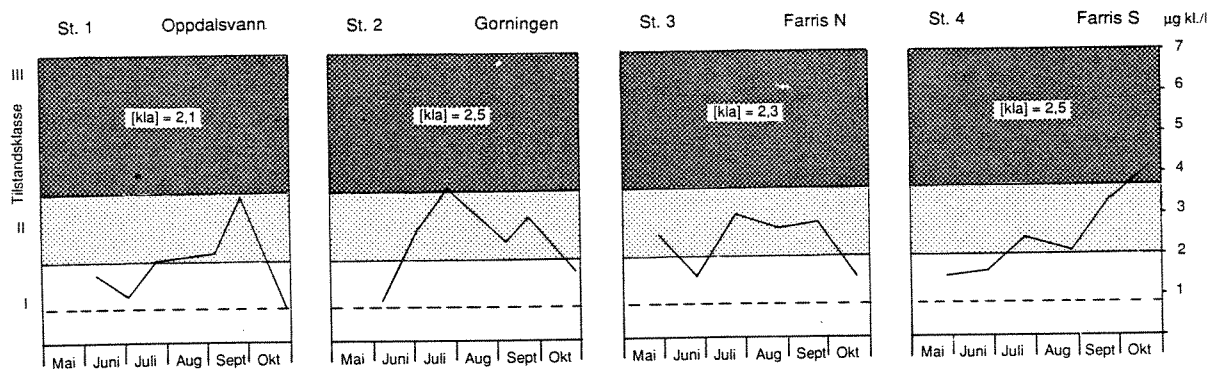


Fig 5.3
Overflate blandprøve. Variasjon i klorofyll a. [kla] = veid middelverdi i µg chl. a/l
Stiplet linje = antatt naturtilstand som middel gjennom sommeren.

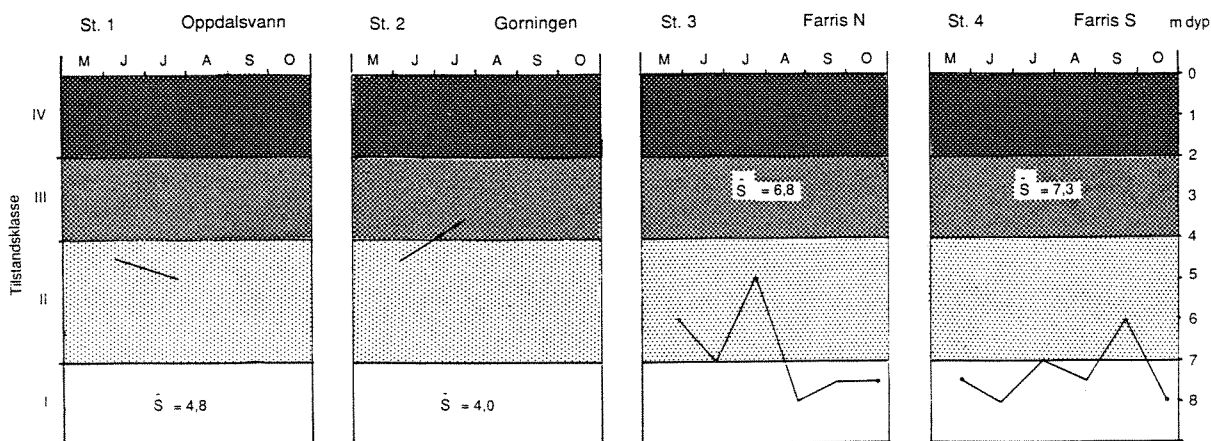


Fig 5.4
Siktedyp. S = aritmetriske middelverdier i meter

Bare vår- og høstverdiene tilfredsstilte klasse I (lite forurenset). De høyeste klorofyllverdier ble målt i Farrisvann og Gorningen.

Siktedypet, tabell 5.1 og fig. 5.4, var imidlertid betydelig høyere i Farrisvann enn i Gorningen og Oppdalsvann. Dette skyldes hovedsakelig forskjell i humuspåvirkning (se kap. 5.2).

Dypvannets innhold av næringssalter i de tre innsjøer i månedsskiftet august/september, er vist i tabell 5.2.

Tabell 5.2 Dypvannets innhold av totalfosfor og nitrogen i Oppdalsvann, Gorningen og Farrisvann, 28. aug./4. sept. 1991.

Benevning µg/l.

	m dyp	Oppdalsvann	Gorningen	Farrisv. N, st. III	Farrisv. S, st. IV
Totalfosfor	1	6,5	6,0	5,0	7,0
	20	6,0 *	7,5	7,0	5,0
	1 m fra bunnen	8,5	10,0	5,5 **	6,0/15,0 ***
Totalnitrogen	1	378	365	513	568
	20	503 *	405	588	620
	1 m fra bunnen	480	395	585 **	588/610 ***

* = 15 m, ** = 44 m, *** = 50/115 m

Fosforinnholdet var, bortsett fra på st. III, høyere ved bunnen enn lenger oppe i vannmassene. Dette kan skyldes forhøyet innhold av partikulært fosfor. Med de høye oksygenverdier som ble målt på st. I og II (Bilag 6, tabell 3), er ikke lavt red-oks potensiale årsaken. I Farrisvann ble oksygeninnholdet målt bare ned til 30 m og vi kjenner således ikke til red-oks-forholdene i bunnvannet her, men antakelig skyldes de høye bunnverdiene partikulært materiale.

Noe lavere nitrogenverdier i overflatelagene enn i dypet er et vanlig sommerfenomen i innsjøer og skyldes planteplanktonets nitrogenforbruk.

5.1.2. Eutrofiering - utviklingstendenser

Det er siden 1971 ved flere anledninger foretatt undersøkelser av næringssaltkonsentrasjonen i Farris- Siljanvassdraget, spesielt i selve Farrisvann. I dette kapitlet har vi valgt å diskutere utviklingen på bakgrunn av middelkonsentrasjonen av fosfor, nitrogen og klorofyll a (ikke målt i 1971) i overflatelagene (blandprøver) over sommersesongen (mai-oktober).

Datagrunnlaget er gitt i tabell 5.3. Data for siktedypet er også tatt med.

Dataene stammer fra Gjessing og Holtan 1972, Gjertrud Holtan m.fl., 1983, 1984 og 1985, og Skulberg 1990.

Tabell 5.3 Middelerverdier for siktedyp, fosfor, nitrogen og klorofyll i Gorningen og Farrisvann. Overflate blandprøver.

	Gorningen (St. II)					Farrisvann N (st. III)					Farrisvann S (st. IV)				
	1971	1982	1983	1990	1991	1971	1982	1983	1990	1991	1971	1982	1983	1990	1991
Siktedyp, m	-	4,6	4,3	-	4,0	-				6,8	-	6,9	6,6	-	7,3
Tot.fosfor, µg P/l	-	10,0	10,9	-	10,7	5,3				8,9	4,2	4,9	5,2	5,9	8,7
Ortofosfat, µg P/l	-	1,9	1,9	-	2,6	2,3				3,3	2,2	1,4	1,5	-	2,7
Tot..nitrogen, µg N/l	-	436	399	-	407	387				523	414	644	637	563	606
Nitrat, µg N/l	-	230	230	-	244	244				400	253	410	387	-	439
Klorofyll a, µg/l	-	2,22	1,88	-	2,10	-				2,30	-	1,45	1,96	2,50	2,50

Kommentarer:

I Gorningen tyder måleresultatene på at eutrofisituasjonen har vært relativt stabil i den siste 10-års periode (Forurensningstilstand kl.1/kl. 2). Effekter av eventuelle forurensningsbegrensende tiltak kan ikke spores.

I Farrisvann har tilstanden utviklet seg mot større produktivitet (mer eutrof) i løpet av siste 20-årsperiode. Fosforverdiene i overflatelagene har økt fra 4,2 µg P/l i 1971 til 8,7 µg P/l i 1991 (middelerverdier). 1990-verdien var ca. 6 µg P/l, og dette er ca. 2 µg P/l mer enn det var i 1971. Økningen i fosforverdiene siden 1982 er i god overensstemmelse med økningen i klorofyllverdier (algemengder) fra ca. 1,5 µg/l i 1982 til ca. 2,5 µg/l i 1991.

Vannets innhold av nitrogen økte kraftig fra 1971 til 1981 - siden har konsentrasjonene stabilisert seg på vel 600 µg N/l som er en relativt høy verdi.

Med bakgrunn i ovenfornevnte data har tilstanden for virkningstypen eutrofiering i Farrisvann økt fra kl. 1 i 1982/1983 til kl. 2 i 1991.

Måleresultater for totalfosfor fra VIV's råvann (middelerverdier av månedlige prøver) analysert av Statens institutt for folkehelse (SIFF og KNT (Tønsberg), se kap. 7, figurene 5,5 og 5,6), varierer fra år til år, men er gjennomgående lavere enn i overflatelagene. I 1990 og spesielt i 1991 var verdiene betydelig høyere enn tidligere. Dette er i overensstemmelse med analyseresultatene fra blandprøvene tatt fra overflatelagene.

Tidstrenden for vannets nitratkonsentrasjoner viser omtrent samme utvikling. Det skal understrekes at SIFF's og KNT's verdier gjelder dypvann (vanninntak VIV, 40 m) og middelerverdier av månedlige prøver (12 prøver pr. år), mens "våre" (helopptrukken) verdier gjelder overflate blandprøver for månedlige prøver i sommerhalvåret (mai-oktober), dvs. 6 prøver/år. Verdiene er således ikke direkte sammenliknbare. Bl.a. vil planteplanktonets forbruk av nitrater medføre at nitratinnholdet i overflatelagene (produksjonslagene) er lavere enn i dypet i sommermånedene.

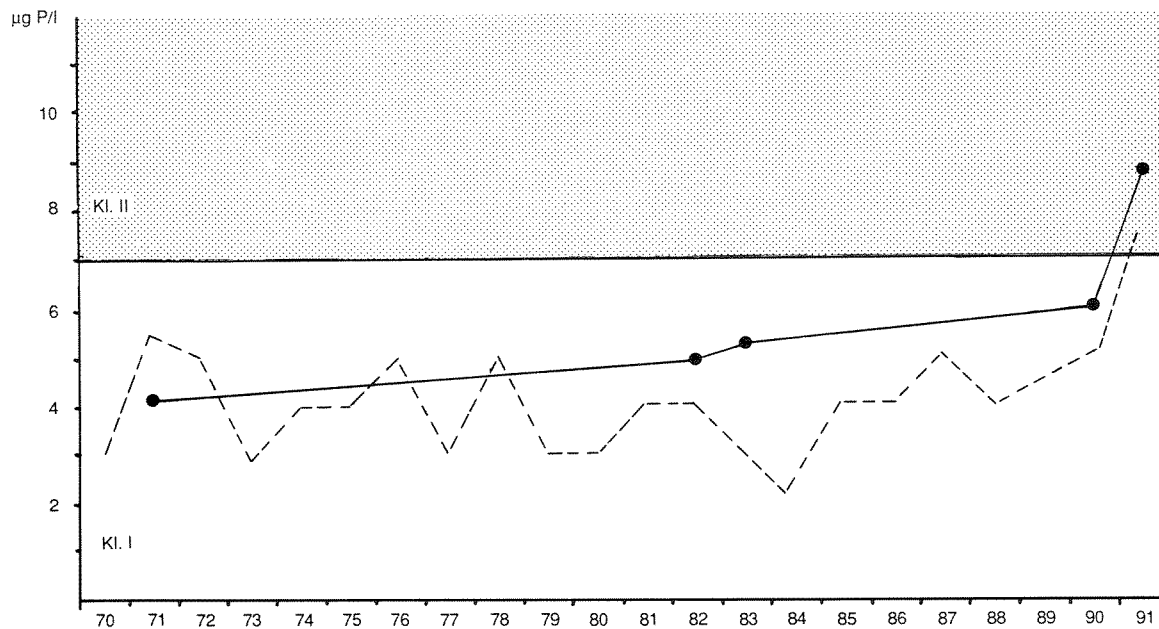


Fig 5,5
 Midlere totalfosforkonsentrasjon i Farrisvann 1970-1991.
 Heloppstrukken; Overflate blandprøver fra st. IV.
 Stiplet; Statens institutt for folkehelse i råvann fra VIV, fra 1988 KNT, Tønsberg.

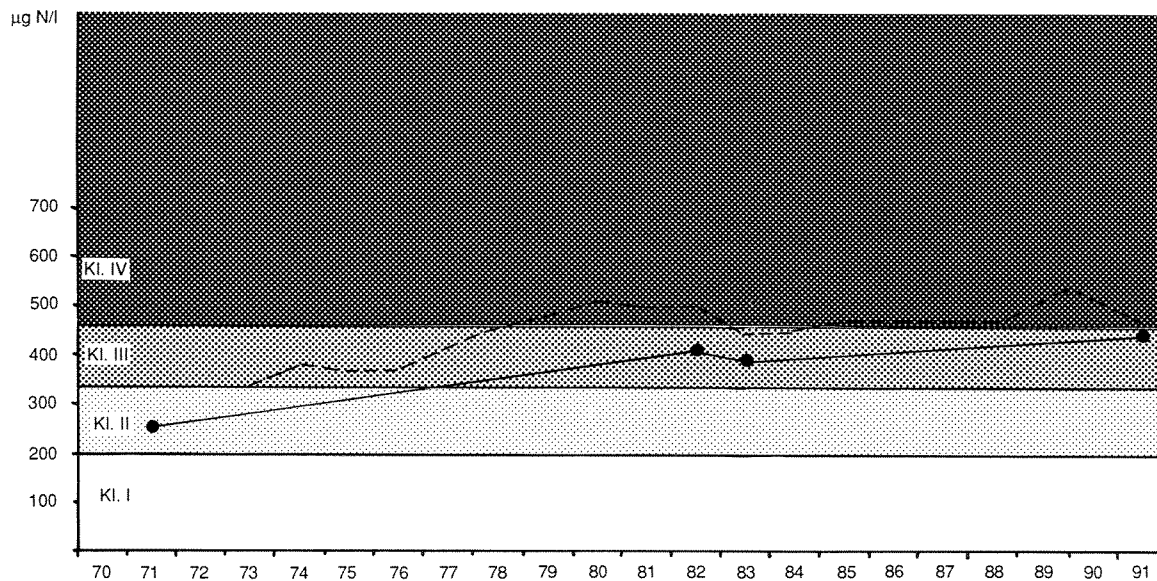


Fig 5,6
 Midlere nitratkonsentrasjoner i Farrisvann 1970-1991.
 Heloppstrukken; Overflate blandprøve fra st. IV.
 Stiplet; Statens institutt for folkehelse i råvann fra VIV, fra 1988 KNT, Tønsberg.

5.2. Virkning av organisk stoff

5.2.1. Vannkvalitetstilstand i 1991

Vannets innhold av organisk stoff er målt som total organisk karbon (TOC) og som fargetall.

Måleresultatene er gitt i Bilag 6, tabell 1 og 2. Figurene 5.7 og 5.8 viser variasjonene i TOC og fargetall i overflate blandprøvene. Veide middelerverdier av måleresultatene er gitt i tabell. 5.4.

Tabell 5.4 Veide middelerverdier av måleresultatene for TOC og fargetall i overflatelagene blandprøver.

	Oppdalsvann	Gorningen	Farrisv. N, St. III	Farrisv. S, st. IV
TOC, mg C/l	5,75	4,88	3,66	3,66
Fargetall	32	31	14	12

Som resultatene viser, er både TOC-verdiene og fargetallene langt høyere i Oppdalsvann og Gorningen enn i Farrisvann.. Vannkvaliteten i Oppdalsvann og Gorningen ("Vannkvalitetskriterier for ferskvann", SFT 1989) tilhører tilstandsklasse III, dvs. at vanntypen ikke vil gi god drikkevannskvalitet uten omfattende vannbehandling (kjemisk felling).

I Farrisvann tilhører TOC-verdiene tilstandsklasse II og fargetallene tilstandsklasse I (oppunder tilstandskl. II). I drikkevannssammenheng (råvann) ligger vannkvaliteten i henhold til Vannkvalitetskriteriene på overgangen fra kl. 1 til kl. 2, dvs. god/mindre god drikkevannskvalitet.

Den vesentligste årsak til vannets innhold og fordeling av organisk stoff er tilførsel av humusstoffer fra myr- og skogområder. Tilførsel av organisk stoff fra bebyggelse og jordbruk betyr sannsynligvis mindre i denne sammenheng. Barkfyllingen ved Vassvik og tømmeropplaget ved utløpet av Farrisvann kan ha en viss betydning for Farrisvannet.

I innsjøene, spesielt i Farrisvann, hvor vannets oppholdstid er lang, skjer det en viss nedbrytning og omsetning av organisk stoff. Dette ved siden av mindre humustilførsel til de nedre deler av vassdraget (fortynning) er årsak til at konsentrasjonene avtar nedover i vassdraget.

Endringene i vannets innhold av humusstoffer, kommer også til syne ved måleresultatene for siktedypet (fig. 5.4) På grunn av det lave partikkelinnholdet (kap. 5.4) har dette (turbiditeten) liten innflytelse på siktedypet i disse innsjøer.

5.2.2. Organisk stoff og fargetall. Variasjon og utvikling

Tabell 5.5 viser middelerverdien av fargetallmålinger som ble gjort i overflatelagene (blandprøver) av Gorningen og Farrisvann i årene 1971, 1982, 1983 og 1991.

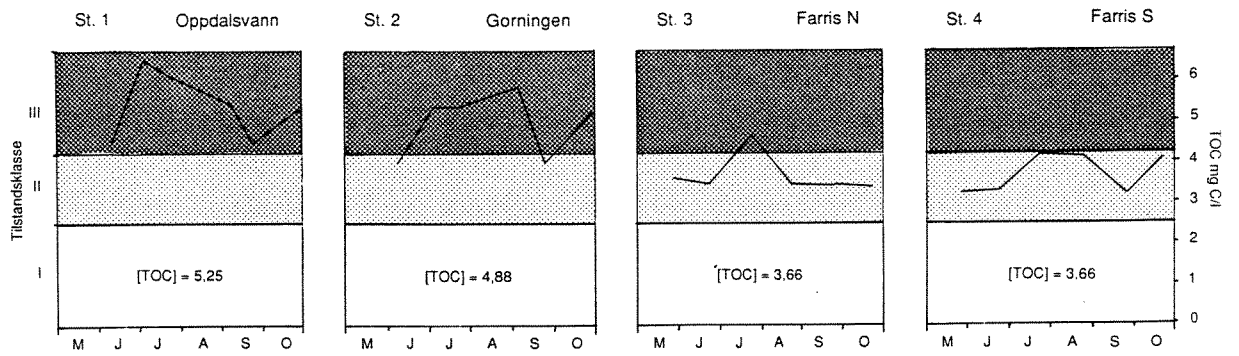


Fig 5.7
Overflate blandprøve. Variasjon i total organisk karbon (TOC).
[TOC] = veide middelverdier i mg C/l.

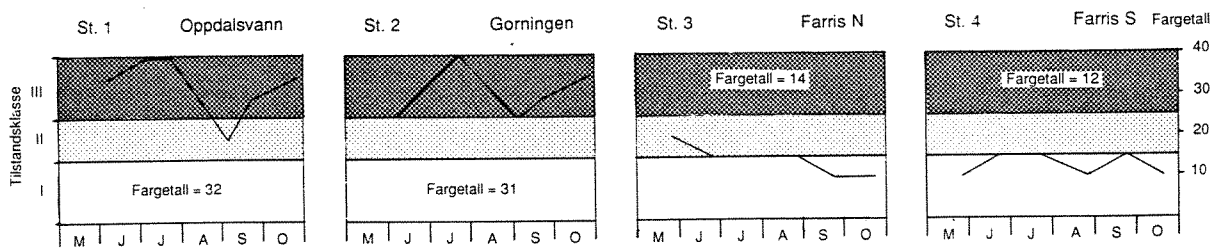


Fig 5.8
Overflate blandprøve. Variasjoner i fargetall.
Fargetall = veide middelverdier.

Tabell 5.5 Midlere fargetall 1971, 1982, 1983 og 1991.

	1971	1982	1983	1991
Gorningen	-	20	25	32
Farrisvann, st. III	18	-	-	14
Farrisvann, st. IV	16	26	17	12

I kap. 7 er utviklingen i vannkvaliteten ved VIV's vanninntak (40 m dyp) behandlet. I fig. 5.9 er årsmidlene for fargetallene målt i råvannet ved VIV og LOV (Larvik og Omland Vannverk) fremstilt.

Kommentarer:

- Fargetallene i Farrisvannet har i 20-årsperioden 1970-1990 stort sett variert i området 10-20.
- I perioden fra midten av 80-årene og frem til 1988/1989 økte fargetallene i middel fra ca. 10 til 18-20.
- Som det er redegjort for i kap. 7, var det en viss sammenheng mellom økte fargetall og økt avrenning. Vi antar derfor at i perioder med spesiell stor avrenning (mye nedbør), vil utvasking av humusstoffer fra myr og skogområder være høyere enn normalt. I perioder med spesiell kraftig nedbør, vil også økt erosjonsaktivitet gjøre seg gjeldende både i skog- og jordbruksområder.
- I 1988/1989 var Farrisvann sterkt nedtappet i sommerperioden (kap. 9). Dette kan muligens også innvirke på vannets farge på grunn av økt erosjon fra strandområdene (resuspensjon).
- I hvilken grad skogsdriften og variasjoner i denne (kap. 8) kan ha betydning for tilførsel av humusstoffer (endringer i fargetall), er vanskelig å vurdere. Mengde avvirket tømmer er relativt konstant fra år til år. Hogstflatenes jordbunnsforhold og beliggenhet kan ha betydning i denne sammenheng. Likedan bruken av tunge skogsmaskiner, veibygging etc. En undersøkelse av slike forhold vil imidlertid kreve en meget stor forskningsinnsats.

5.3. Forsuring

5.3.1. Forsuringstilstand i 1991

Vannets surhetsgrad (pH) på de fire innsjøstasjoner (blandprøver) er i tabell 5.6 og fig. 5.10 gitt som middelvei og variasjonsbredde (primærdata, se Bilag 6, tabellene 1 og 2).

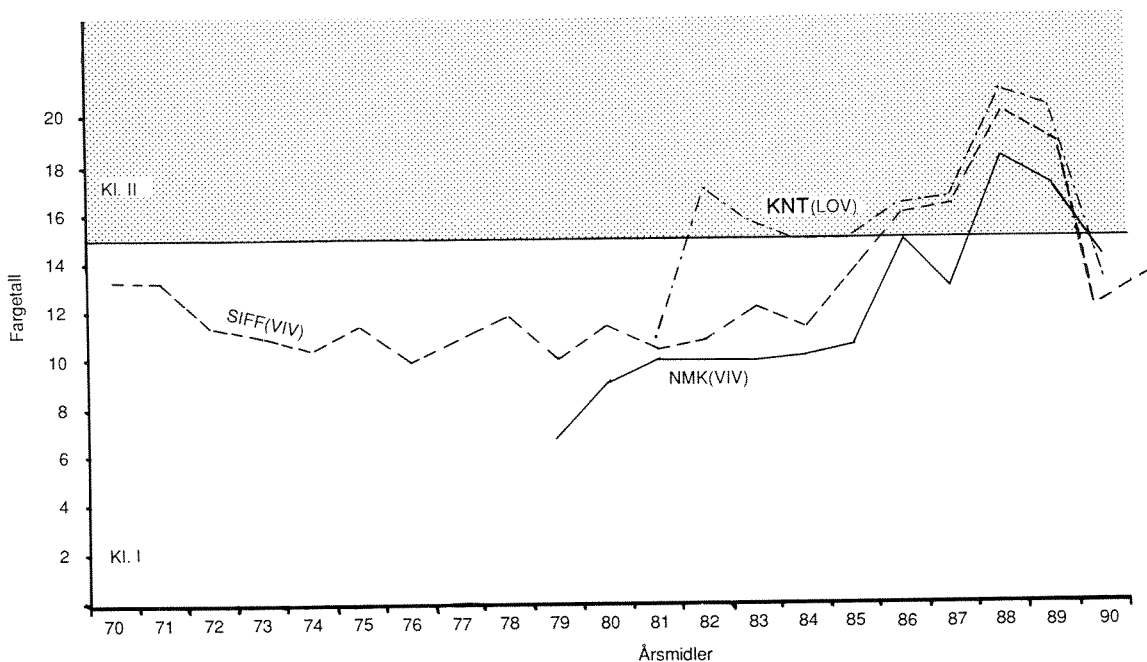


Fig 5.9
 Fargetall for perioden 1970 - 1990 i råvann VIV og LOV.
 — VIV-råvann målt av Næringsmiddeltilsynet Larvik og Lardal (KNT)
 - - - VIV-råvann målt av SIFF
 - · - · LOV-råvann målt av NKM

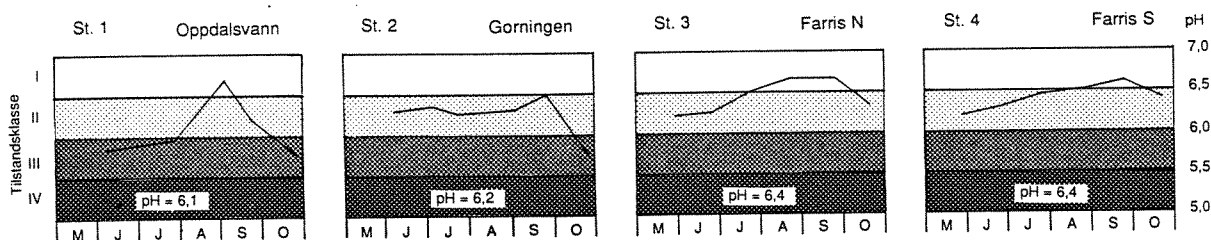


Fig 5.10
 Overflate blandprøve. Variasjoner i pH.
 pH = aritmetrisk middelværdi.

Tabell 5.6 Surhetsgrad (pH) på de fire innsjøstasjoner i 1991.

	Middelverdi	Variasjonsbredde
Oppdalsvann, st. I	6,1	5,8 - 6,7
Gorningen, st. II	6,3	5,7 - 6,4
Farrisvann, st. III	6,5	6,2 - 6,7
Farrisvann, st. IV	6,4	6,2 - 6,6

Vannet var på alle stasjoner surt (overflate blandprøve) og pH økte fra 6,1 i middel i Oppdalsvann til pH 6,5 i Farrisvann.

Som tabell 2 i Bilag 6 viser, var vannet i dyplagene i månedsskiftet aug./sept. betydelig surere enn i overflatelagene: pH ca. 5,6 i Oppdalsvann og pH ca. 6,0 i Farrisvann. Ved pH < 5,3 kan en stor del av vannets eventuelle innhold av aluminium foreligge som labilt aluminium - noe som er meget uheldig i drikkevannssammenheng. Vannets innhold av totalt aluminium varierer fra 50 til 100 µg Al/l (Bilag 9) - verdier som ikke er uvanlig i noe forsuret norsk overflatevann. Geologien spiller en viss rolle i denne sammenheng.

I henhold til SIFF's drikkevannsnormer skal pH i godt drikkevann ligge i området pH 7,5 - 8,5.

5.3.2. Forsuringsutvikling

Surhetsgraden i innsjøers overflatelag påvirkes av stor variasjon i vannets temperatur og biologiske aktivitet. Derfor har vi i tabell 5.7 som viser utviklingen i tid, bare anvendt pH i dyplagene av innsjøene, dvs. på ca. 40 m dyp. (Dataene hentet fra NIVA-rapporter.)

Tabell 5.7 Vannets surhetsgrad (pH) i perioden 1962 - 1991 i ca. 40 m dyp.
(Kilde: NIVA-rapporter.)

	1962	1963	1971	1972	1982	1983	1984	1991
Gorningen					5,7	5,5		5,5
Farrisv. N, st. III			6,0	6,0				5,8
Farrisv. S, st. IV	6,3	6,3	6,2	6,2	6,1	6,3	6,3	6,0

pH i råvannet målt av SIFF og Næringsmiddeltilsynet i Larvik og Lardal, er behandlet i kap. 7. Verdiene er av samme størrelsesorden som vist i tabell 5.7.

Ser vi bort fra 1983/1984, har vannets pH i dyplagene avtatt med tiden på alle 3 stasjoner. På hovedstasjonen (st. IV) i Farrisvannet har pH avtatt fra ca. 6,3 i 1962 til ca. 6,0 i 1991. Årsaken må være virkning av sur nedbør. Antakelig har pH nå stabilisert seg, men det er likevel grunn til å følge utviklingen videre. Dette gjelder også tilstedeværelse av labilt aluminium

5.4. Virkning av partikulært materiale

Det partikulære materiale er målt som turbiditet. Måleresultatene er gitt i Bilag 6, tabellene 1 og 2. Tabell 5.8 og fig. 5.11 viser middelverdier fra blandprøver samt resultatene fra dypvannsprøvene 28/8 og 4/9 1991.

Tabell 5.8 Middelverdier av måleresultatene fra blandprøver samt dypvannsprøver 1991.
Benevning: FTU.

	Oppdalsv. st. I	Gorningen, st. II	Farrisv. N. st. III	Farrisv. S. st. IV
Blandprøver - 91	0,58	0,75	0,40	0,42
Dypprøver 28/8 og 4/9-91	0,65	1,40	0,27	0,22

Turbiditetsverdiene var lave på alle stasjoner, spesielt i Farrisvann hvor verdiene selv fra overflatelagene tilfredsstilte SIFF's normer for drikkevann. Høye verdier i de bunn-nære vannmasser tyder på sedimentforstyrrelser ved prøvetakingen.

Kap. 7 behandler variasjoner i turbiditetsverdiene i råvannet til VIV og LOV. I råvannet til VIV har turbiditeten helt siden 1970 vært lav og av samme størrelsesorden som nevnt ovenfor. I råvannet til LOV har turbiditeten hele tiden vært betydelig høyere og de tilfredsstiller ikke SIFF's normer for godt drikkevann. Årsaken til dette kan være tømmeropplag og annen virksomhet i og rundt innsjøens utløpsområde.

5.5. Mikrobiologisk belastning

Vannets innhold av tarmbakterier på 1, 20 og 50 meters dyp i Farrisvann, st. IV, er målt. Resultatene er gitt i Bilag 6, tabell 4.

Bortsett fra i 2 prøver hvor det ble funnet 1 bakterie/100 ml, ble det ikke påvist termostabile koliforme bakterier. Denne type bakterier brukes som indikator på tilstedeværelse av kloakkvann.

Ved enkelte anledninger ble det påvist relativt høye verdier av koliforme bakterier (37 °C). Ved siden av *E-coli* (tarmbakterier), kan det ved denne analyse fremkomme bakterier av f.eks. slektene *Enterobacter*, *Klebsiella* og *Citrobacter*. Noen av disse kan formere seg i industrielt avløpsvann bl.a fra treforedling. I hvilken grad tømmeropplag, barkfylling, synketømmer etc. kan være årsak, bør undersøkes nærmere. Avrenning fra jordbruk vil også bidra i denne sammenheng. Det er spesielt under høstmånedene denne type bakterier gjør seg gjeldende. Tilstedeværelsen av slike bakterier ble også påvist i 1982 og 1983 i omtrent samme omfang.

Total bakterier (ved 20 ° C) eller kimtall var av størrelsesorden som er vanlig å finne i overflatevann, og tyder således ikke på noen spesiell forurensningspåvirkning.

Vannets bakteriologiske tilstand og utvikling i råvannet til LOV og VIV er behandlet i kap. 7. På bakgrunn av disse dataene har vi i fig. 5.12 tegnet opp midlere årsverdier og variasjonsbredde for termostabile bakterier i råvannet til VIV og LOV. Av figuren går det frem at råvannet for LOV er langt dårligere bakteriologisk sett enn råvannet til VIV.

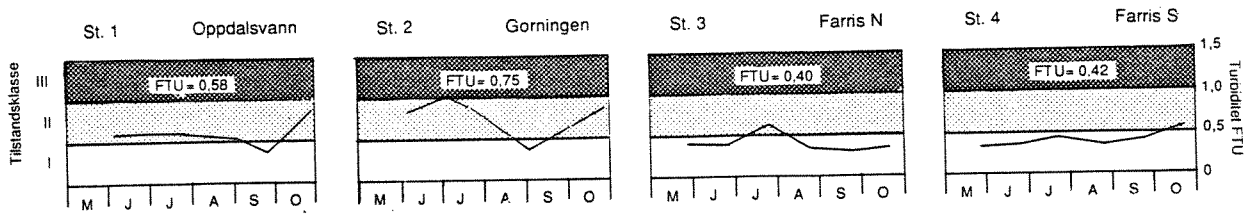


Fig 5.11
Overflate blandprøve. Variasjoner i turbiditet.
FTU = aritmetrisk gjennomsnitt.

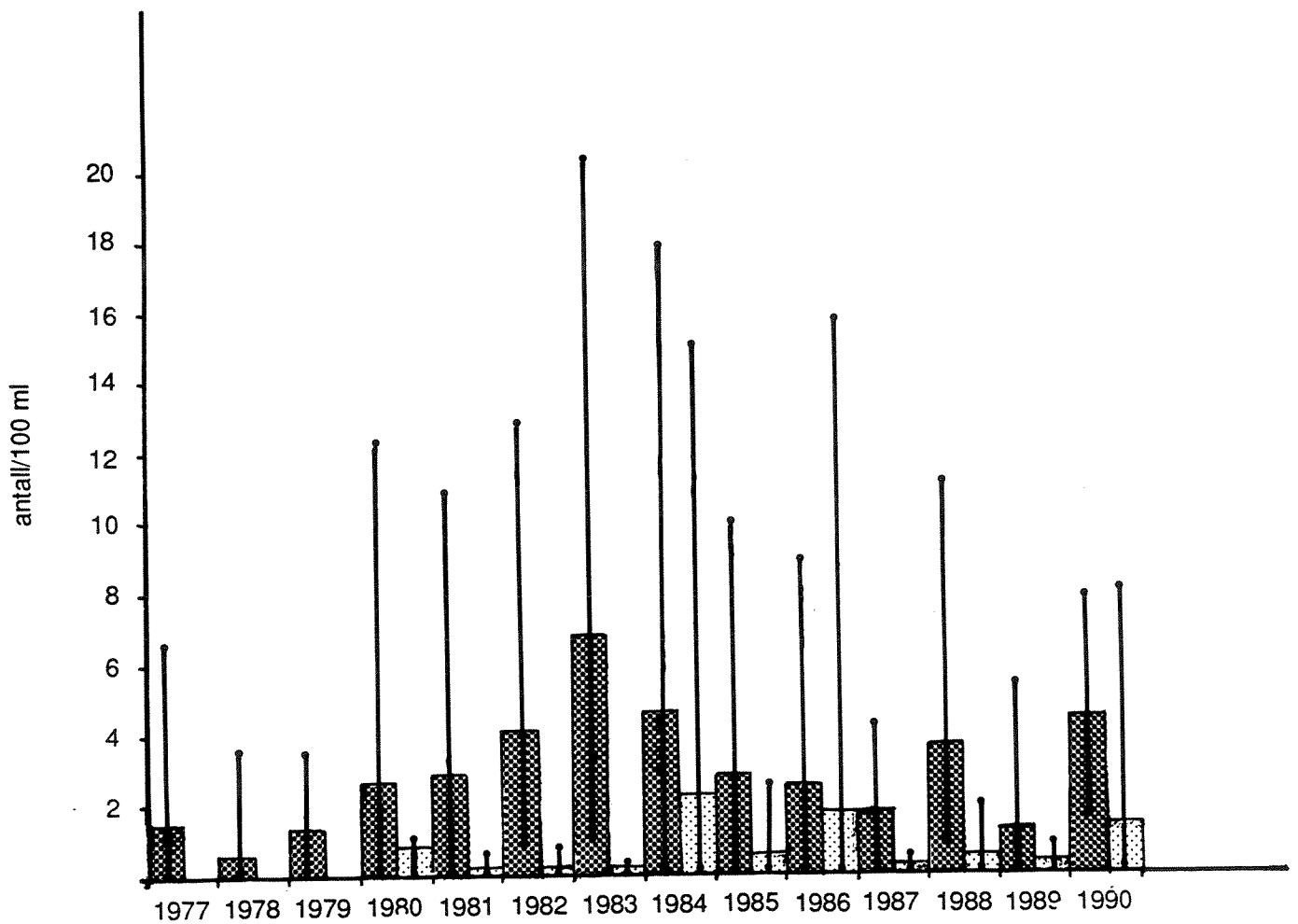




Fig. 5.12
Bakteriologiske forhold (termotabile bakt.) i råvannet for ;
LOV = 
VIV = 
Variasjonsbredde angitt.

6. FORURENSNINGSTILSTAND I TILLØPSBEKKER

6.1. Datagrunnlag

I tidsrommet mai-oktober 1991 ble det 6 ganger samlet inn prøver fra i alt 12 tilløpsbekker til Farrisvann. Prøvene ble analysert på totalfosfor, totalnitrogen og bakterier. Analyseresultatene er gitt i Bilag 6, tabellene 5.6 og 7.

Nedbørfeltene til de undersøkte bekker er på ca. 395 km² og representerer ca. 80 % av det totale nedbørfelt til Farrisvann.

6.2. Næringssalter

6.2.1. Tilstand og variasjoner i 1991

I de fleste bekker var det til dels stor variasjon i næringssaltkonsentrasjonen i løpet av undersøkelsesperioden. Variasjoner i nedbør- og avrenningsforholdene (se kap. 9) er sannsynligvis en viktig årsak til dette, men sesongbetonte aktiviteter i nedbørfeltet har også stor betydning. I mai ble det overhodet ikke registrert nedbør, tilførslene eller avrenningen fra jordbruk og landområder måtte følgelig være liten på denne tid. Av tabellene 5 og 6 i Bilag 6 går det frem at konsentrasjonene av fosfor og nitrogen også var relativt lave i maiprøvene. I bekker med relativt sett store forurensningstilførsler fra jordbruket, avtar konsentrasjonene når tilsiget avtar. Imidlertid kan snøsmelting og vannføring i mars/april ha virket inn.

September måned var nedbørrik. Dette førte imidlertid ikke til vesentlig konsentrasjonsøkninger av fosfor. Tvert imot avtok konsentrasjonen i noen bekker, dvs. at fosfortilførselen fra arealene var relativt liten også på denne tid. Nitrogenkonsentrasjonen var i et flertall av bekkene relativt høy, dvs. stor avrenning fra arealer.

I middel over sommeren varierte fosforkonsentrasjonene fra 7,4 µg P/l i Tyskhusbekken til 99,8 µg P/l i Vassvikbekken.

De midlere nitrogenkonsentrasjonene varierte fra 422 µg N/l i Siljanelva (Vranghølen) til 1835 µg N/l i Vassvikbekken.

De høye konsentrasjoner av fosfor og nitrogen i Vassvikbekken må i vesentlig grad skyldes barkdeponiet. I Gopledalsbekken og Breidalsbekken var også fosfor og nitrogenkonsentrasjonene relativt høye.

6.2.2. Sammenlikning med tidligere målinger

I forbindelse med undersøkelsene i 1982/1983 ble bl.a. næringssaltkonsentrasjonen i Siljanelva og Vassvikbekken undersøkt. I tabell 6.1 er middelverdiene fra denne undersøkelse stilt sammen med de midlere 1991-verdier. Verdiene er ikke direkte sammenliknbare, fordi 82/83-verdiene er årsmiddelverdier, og 91-verdiene er sommermiddelverdier.

Fritzøe Fiber A/S måler jevnlig vannføring, organisk stoff og totalfosfor fra et målepunkt lenger oppe i bekken. Resultatene, som er vist i Bilag 10, viser langt høyere konsentrasjoner enn de som ble målt ved bekkens utløp. Årsaken til dette bør undersøkes. Fritzøes årsmiddelverdier var høye (1.3-1.5 mg P/l) og relativt konstant fra 1982 til 1989. I 1990 var årsmiddelverdien 0.55 mg P/l og i 1991 = 1 mg P/l (lab.leder A.T. Olsen pers. oppl.) - middelvannføring 85 l/min.

Tabell 6.1 Midlere fosfor og nitrogenkonsentrasjoner i Siljanelva (Vranghølen) og Vassvikbekken i 1982, 1983 og 1991.

	Tot.fosfor, $\mu\text{g P/l}$			Tot.nitrogen, $\mu\text{g N/l}$		
	1982	1983	1991	1982	1983	1991
Siljanelva (Vranghølen)	9,0	9,7	9,3	397	363	422
Vassvikbekken	643,0		99,8	2625		1835

I Siljanelva er tydeligvis fosforkonsentrasjonen i 91 av samme størrelsesorden som i 82/83. Nitrogenkonsentrasjonen har antakelig økt noe i 10-årsperioden.

I hvilken grad fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen i Vassvikbekken har avtatt er vanskelig å avgjøre ut fra foreliggende analyseresultater, men også Fritsøe's verdier har vært betydelig lavere i de siste år enn tidligere. Konsentrasjonene er imidlertid meget høye. Ved beregning av tilførselsmengder må også vannføringen tas i betraktning - i 1990 og 1991 var middelvannføringen av samme størrelsesorden.

6.3. Mikrobiologisk belastning, bekker

I henhold til tabell 7, Bilag 6, er enkelte av de undersøkte tilløpsbekker sterkt forurenset med bakterier. Dette gjelder spesielt Vassvikbekken, Breidalsbekken, Dammenbekken og Gopledalsbekken. Alle disse bekker renner ut i Farrisvannets sydlige områder hvor vanninntakene er plassert.

De høye tall for innhold av termotabile bakterier tyder på stor tilførsel av kloakkvann, men avrenning fra jordbruksaktiviteter spiller sannsynligvis også en viss rolle.

Med bakgrunn i data fra Åstebøl m.fl. 1987, har vi i tabell 6.2 stilt sammen data for termotabile koliforme bakterier fra 1984, 1985, 1986 og 1991 for Onobekken, Gopledalsbekken og Siljanelva. Dataoppstillingen viser at de bakteriologiske forhold har endret seg lite i de 3 bekker. Verdiene er fortsatt til dels meget høye.

Tabell 6.2 Termostabile koliforme bakterier. Analysene utført av KNT.

Onobekken		Gopledalsbekken		Siljanelven	
Dato	Antall/100 ml	Dato	Antall/100 ml	Dato	Antall/100 ml
1984		1982		1985	
18/6	172	mai-		9/7	7
10/9	1609	des.	390	6/8	79
4/12	8	1986		17/9	8
1985		21/7	17	29/10	2
23/5	8	8/9	1609	26/11	8
25/6	11			1986	
15/8	20			30/1	13
4/12	130			17/3	2
1991		1991		1991	
29/5	13	29/5	79	29/5	0
24/7	3	26/6	>1600	26/6	7
28/8	8	24/7	90	24/7	11
25/9	348	28/8	12	28/8	7
23/10	11	25/9	918	25/9	348
		237/10	130	23/10	11

7. VARIASJON OG UTVIKLING AV RÅVANNSKVALITETEN VED VESTFOLD INTERKOMMUNALE VANNVERK (VIV) OG LARVIK OG OMEGN VANNVERK (LOV)

Arbeidet med planlegging og utbygging av Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) tok til i slutten av 1950-årene. Vannkvaliteten i Farrisvann ble derfor sporadisk undersøkt utover i 1960 (Samdal 1964) og 1970-årene (Gjessing et al. 1972). Fra 1970 til 1988 ble vannkvaliteten i Farrisvann ved VIV's vanninntak regelmessig analysert hver måned av Statens institutt for folkehelse (SIFF). Dessuten er råvannskvaliteten undersøkt månedlig siden 1979 ved VIV og siden 1981 ved LOV. Analysearbeidet ble utført av Næringsmiddeltilsynet, Larvik og Lardal (KNT).

Resultatene fra SIFF og KNT ble sommeren 1991 fremstilt i tabeller og figurer av Christina Holtan som oppdrag fra VIV (Bilag 7). Verdier fra 1989, 1990 og 1991, analysert ved VIV, er gitt i Bilag 9. I det følgende skal det knyttes noen korte kommentarer til dette materialet.

Vannføring

Månedlig tilsig i mill. m³ i tidsrommet 1960 til 1990 er vist i Bilag 7, tabell 1 og fig. 1. Målingene er utført av Treschow-Fritzøe ved utløpet av Farrisvann.

Vannføringen er vanligvis minst i vintermånedene januar, februar og mars og størst under snøsmeltingen om våren. Variasjonsmønsteret varierer imidlertid meget fra år til år. Enkelte år som f.eks. i 1961, 1967, 1984 og 1987, var vannføringen om høsten meget stor. De milde vintre i de senere år har også til dels medført høy vintervannføring.

På årsbasis (Bilag 7, fig. 1) var middelvannføringen gjennomgående høyere i 60-årene og utover i 80-årene enn i 70-årene.

Variasjonene i vannføringen har sannsynligvis stor betydning for utvasking av humusstoffer og erosjonsmateriale fra nedbørfeltet, og dette vil i så fall innvirke på vannets kvalitet - dette blir kommentert i det følgende.

Konduktivitet

Vannets konduktivitet (tab. 2 og 3, fig. 2 i Bilag 7) har vært relativt stabil i 30-årsperioden fra 1960 til 1990. Små variasjoner kan skyldes ulike analyseinstrumenter, varierende smeltevannstilførsler o.l. Variasjonene varierer stort sett mellom 3,5 og 4,5 mS/m.

pH

Vannets pH (tab. 4. 5 og 6, fig. 3 i Bilag 7) har hele perioden variert i området 6,0 - 6,5. Eventuell effekt av sur nedbør kan vanskelig påvises på bakgrunn av analyseresultatene av vannverkenes råvann.

Fargetall

Verdier for vannets fargetall er gitt i tabellene 7, 8 og 9 og fig. 4 i Bilag 7.

Fargetallene var relativt stabile utover i 1970- og første halvpart av 1980-årene. Fra midten av åtti-årene var det en viss økning i fargetallene frem til 1988/89. I 1990 var verdiene igjen noe lavere, særlig mot slutten av året. Fargetallene var betydelig høyere i 1962/63 og også i 1971/72 enn de var videre utover i 1970/80-årene.

Erfaringsmessig har variasjoner i nedbør og vannføring betydning for avrenningsvannets farge. For å undersøke om dette er tilfelle i Farrisvassdraget har vi beregnet den lineære regresjonen mellom vannføring og fargetallene (figurene 5, 6 og 7 i Bilag 7). Selv om regresjonskoeffisientene er lave, synes det likevel å være en viss sammenheng. I denne forbindelse må det taes hensyn til vannføringens variasjonsmønster over året, flomepisoder og "transportforsinkelser" gjennom innsjøbassengene.

Mildværet vinteren 1987/88 medførte relativt høye vannføringer. Sammenholder vi dette med fargetallene målt ved VIV, ser vi at tallene er lave frem til mars 1988. Fra da av ble verdiene bortimot fordoblet (fra 11 til 20). Disse høye verdier holdt seg ut 1988, men avtok utover i 1989 og 1990. I november/desember var fargetallene igjen kommet ned på det samme nivå som i begynnelsen av 1980-årene, dvs. 10. Årsmiddelverdien var i 1990 = 13 og i 1991 = 14 (målt av VIV)

Det er mulig den lave vannstanden i 1988-89 (kap. 9) også hadde betydning på grunn av utvasking av sedimentert materiale i strandområdene.

Turbiditet (partikler)

Turbiditetsverdiene (tabellene 10, 11 og 12, fig. 8 i Bilag 7) har i løpet av 70- og 80-årene stort sett variert mellom 0,2 og 0,5 FTU. Verdiene målt av KNT ved LOV's inntak har gjennomgående vært betydelig høyere enn verdiene i VIV's råvann analysert av SIFF og VIV.

Det kan synes som det er en viss positiv korrelasjon mellom vannføring og turbiditet, særlig gjelder dette VIV's måleresultater. I så fall er dette rimelig med tanke på at mye nedbør og høy vannføring medfører økt tilførsel av erosjonsmateriale. Imidlertid må vannføringsvariasjon i løpet av året, sedimentasjonshastigheter osv. taes i betraktning.

Jern og mangan

De fleste jernverdier som oppgis av SIFF (tabellene 13 og 14, fig. 12, Bilag 7), ligger godt under SIFF's drikkevannsnormer, < 0.1 mg Fe/l, mens KNT's verdier til dels ligger betydelig over disse normer. Bortsett fra mindre variasjoner fra år til annet, synes det ikke å foreligge noen konsentrasjonsendringer med tiden.

Vannets innhold av mangan har hele tiden vært lavt og verdiene ligger godt under SIFF's normer (0.05 mg Mn/l).

Næringssalter, totalfosfor og nitrater

Fosforkonsentrasjonene i råvannet frem til 1990 var lave og lå gjennomgående i området 2 til 5 µg P/l (tabellene 17 og 18, og fig. 13 i Bilag 7). I 1991 var fosforkonsentrasjonen (7.3 µg P/l) betydelig høyere enn tidligere (Bilag 9). Disse verdier gjelder altså vann på 40 m dyp og er derfor ikke sammenlignbare med konsentrasjonene i overflatelagene/produksjonslagene som det er redegjort for i kap. 5.1.

Nitratverdiene (tabell 19 i Bilag 7) har hele tiden vært relativt høye og har økt fra ca. 400 µg N/l i 1970 til ca. 500 µg N/l i 1991 (se for øvrig kap. 5.1).

Hovedkomponenter

Analyseresultater for kalsium, magnesium, sulfat, klorid og alkalitet er gitt i tabellene 20-27 i Bilag 7.

- **Kalsiumverdiene** (årsmidler) har variert mellom 1,8 til 2,9 mg Ca/l. Ingen klar utviklingstrend i materialet. SIFF's normer for godt drikkevann: 15-25 mg Ca/l.
- **Magnesiumverdiene** (årsmidler) har variert mellom 0,64 og 0,75 mg Mg/l - ingen klar trend. SIFF's normer for godt drikkevann: <10 mg Mg/l.
- **Sulfatverdiene** (årsmidler) har variert mellom 4,7 og 8 mg SO₄. Konsentrasjonene har avtatt noe utover i 80 årene, og den laveste verdi ble målt i 1991. SIFF's normer for godt drikkevann: <100 mg SO₄/l.
- **Kloridverdiene** (årsmidler) har variert mellom 3,2 og 4,2 mg Cl/l. Verdiene er relativt høye og avspeiler områdets nære beliggenhet til havet. Ingen utviklingstrend med tiden. SIFF's normer for godt drikkevann: <100 mg Cl/l.
- **Alkalitetsverdiene** (SIFF-årsmiddelverdier) har avtatt fra 0,14 mekv./l i 1970 til 0,04 mekv./l i 1991. Dette avtak har uten tvil sammenheng med en pågående forsuringssprosess. På bakgrunn av de foreliggende analyseresultater befinner innsjøen seg nå på overgangen til forsuringssklasse 3. (Vannkvalitetskriterier for ferskvann, SFT 1989-TA630). SIFF's normer for godt drikkevann: 0.6-1.0 mekv./l.

Bakterier

Bakteriologiske analyseresultater er gitt i tabellene 28 - 35 og fig. 14 i Bilag 7 og i Bilag 9.

Årsmiddel kimtallverdier (20 °C) synes å ha avtatt siden 1970, mens kimtallene ved 30 °C økte fra 1960 til midten av 70-årene. Bakterietallene ved 37 °C er lave.

I de fleste prøver av råvannet ble det funnet koliforme bakterier (37 °C). Høstverdiene var som regel høyest.

E-coli bakterier (44 °C) ble også påvist i en god del prøver fra råvannet. Det samme gjelder termostabile koliforme bakterier.

Det synes imidlertid ikke å være noen utpreget utviklingstrend med hensyn til råvannets innhold av bakterier (se for øvrig kap. 5.5).

8. SKOGSDRIFTENS BETYDNING FOR VANNKVALITETEN I FARRISVANN

8.1. Innledning

Treschow-Fritzøe er den store skogeier i nedbørfeltet til Farrisvann. Skogbruket drives etter moderne prinsipper med flatehogst, tunge maskiner, skogsbilveier osv.

Det er blitt reist spørsmål om skogsdriften og endringer i denne kan innvirke på vannkvaliteten, spesielt vannets farge, i Farrisvann. Med bakgrunn i litteraturstudier og opplysninger om skogsdriften i området er dette kortfattet behandlet nedenfor.

8.2. Skogbrukets effekter på vannkvaliteten

Etter hogst avtar evapotranspirasjonen (fordampningen) fra avvirkningsfeltet. Følgelig øker avrenningen. Haveraaen (1981) som har foretatt undersøkelser av dette i Andebu, oppgir at avrenningen økte med 300 mm/år fra en snauhogd flate i dette området. Dette førte igjen til at vannets kjemiske sammensetning i avrenningsvannet endret seg.

Undersøkelsene tyder på at surheten i vannet i liten grad endrer seg mens konsentrasjonen av ulike mineralsalter øker.

I Haveraaens felt økte nitratavrenningen 10-20 ganger. Selv 4 år etter hogst var nitratkonsentrasjonen 3 ganger høyere enn før hogst. Økningen i vannets fosforinnhold var minimal.

Vannets innhold av organisk stoff økte med en størrelsesorden på 50-100 %, følgelig økte fargeverdiene tilsvarende.

Skogbrukets generelle betydning i forurensningssammenheng er utførlig utredet i en NIVA-rapport (Berge og Traaen 1985). I denne rapport er effekten av flatehogst, grøfting, gjødsling, sprøyting, transport og lagring vurdert. Tatt i betraktning de store arealer som benyttes i skogbruket og omfanget av virksomheten, kom man i denne rapport frem til at forurensningene fra skogbruket er beskjeden. Konklusjonene fra nevnte rapport gjenfinnes i Bilag 8.

8.3. Skogsdriften i Farrisvannets nedbørfelt

Skogbruket og dets eventuelle innvirkning på vannkvaliteten i Farrisvann ble diskutert på et møte hos Treschow-Fritzøe 24. september 1991. Representanter fra skogeieren, næringsmiddeltilsynet i Larvik og Lardal, og NIVA deltok.

I den siste 20-30-årsperiode har den totale avvirkningen i feltet generelt sett vært omtrent den samme fra år til annet. Et kraftig uvær i 1975 medførte betydelig nedfall i skogen. Dette resulterte bl.a. i invasjon av barkbiller. Av denne grunn var den årlige avvirkning i de følgende 5 år frem til begynnelsen av 80-årene, ca. 20 % høyere enn normalt. Økningen besto mest i at tørre trær ble fjernet, spesielt i nærområdene til Farris. I de første årene etter denne periode, dvs. frem til midten

av 80-årene, var den årlige avvirkning tilsvarende (ca. 20 %) lavere enn normalt. Etter denne tid har årsavvirkningen vært omtrent som før 1975.

Frodig skogbunn, gunstig klima og mye nedbør fører til en hurtig gjenvekst på de snauhogde flater. Skogen blir ikke gjødslet.

Før de snauhogde flatene blir tilplantet sprøytes de med ugressmidlet GLYFOSAT. Til dette brukes helikopter. I Treschow-Fritzøes skoger blir et 50-meters belte langs de større vassdrag og innsjøer ikke sprøytet.

Glyfosat er et fargeløst, krystallinsk stoff med kjemisk formel $C_3H_8NO_5P$. Stoffet som er klassifisert i fareklasse C, et lite giftig, og det er ifølge SIFF (1987) ikke påvist negative effekter ved langtidseksponering av små doser. Det er lett nedbrytbart i jord og vann. Det finnes ingen grenseverdier for tillatt konsentrasjon av glyfosat i drikkevann i Norge. I Canada oppgis en grenseverdi på 280 $\mu\text{g/l}$ for drikkevann og 65 $\mu\text{g/l}$ i økologisk sammenheng (Trotter et al. 1990).

I Treschow-Fritzøesz skoger sprøytes 3-4000 da pr. år med glyfosat og det anvendes ca. 1/4 l glyfosat pr. da i en blanding med vann i forholdet 1:7. Omregnet representerer dette totalt ca. 180 kg fosfor og ca. 80 kg nitrogen pr. år.

Ca. 8-10 år etter at de snauhogde feltene er tilplantet, ryddes de for løvskog. I Farrisvannets nærområder er det nå store områder med ungskog.

Skogsdriften har i løpet av siste 20-30 årsperiode gjennomgått en modernisering. Maskiner til dels store og tunge, har overtatt arbeidet der hesten var i bruk for 40-50 år siden. Stort og tungt utstyr medfører spor i terrenget ved siden av at jorden blir tettpakket. Dette kan i noen grad innvirke på avrenningsforholdene. Denne type utstyr krever også opparbeidelse av veier. Veibyggingen har økt i samsvar med økning i maskinparken. I nærområdene til Farrisvann brukes lettere utstyr.

I "gamle dager" ble våtlendt terreng i noen grad grøftet. Etter 1972 har det vært lite nygrøfting, men grøfterens finner fortsatt sted.

Siden 1967 er barking av tømmer i skogen opphørt.

I dag pågår ingen fløting i vassdraget.

Fra tid til annen forekommer store flommer som medfører utgraving og tilførsel av store mengder erosjonsmateriale til vassdraget. Dette kan sette sitt preg på vannkvaliteten i lange tider. I oktober 1987 var det en slik storflom som medførte oversvømmelser, nye bekkeløp ble dannet osv. Farrisvann var da nedtappet og ble fylt med dette flomvannet - noe som sannsynligvis i vesentlig grad virket inn på vannets kvalitet. Dessuten bør det nevnes at vintrene i de senere år har vært milde og nedbørrike. Dette har sannsynligvis medført økt utvasking av humusstoffer fra myr og skogbunn.

8.4. Konklusjon

Sammenliknet med nedbørfeltets totale areal (491 km^2), er de årlige hogstflater (4-5 km^2) små - ca. 1 %. I henhold til de utførte undersøkelser avtar effekten av snauhogst relativt raskt og vil etter 4-5 år være sterkt redusert.

Vannkvaliteten i avrenningsvannet fra de snauhogde felter endrer i betydelig grad karakter. I verste fall vil dette kunne øke de naturlige nitrogentilførsler til Farrisvann med 10-15 % og tilførselen av organisk stoff eller fargeverdiene med 2-3 % (dvs. 0,2 - 0,3 Pt-enheter). Eventuell økning i fosfortilførselen vil antakelig ikke være målbar. Da de snauhogde flaters areal ikke endres fra år til år, vil imidlertid en slik eventuell tilførselsøkning fra de enkelte hogstflater i liten grad innvirke på vannkvalitetens utviklingsforløp i Farrisvann. Det er rimelig å anta at hogstflater i Farrisvannets nærområde har større betydning for den generelle vannkvalitet enn flater lenger oppe i terrenget.

På bakgrunn av opplysningene fra Treschow-Fritzøe, har det ikke vært noen vesentlige endringer i driftsmåten i skogen i de senere år. Følgelig er det vanskelig å fastslå at selve skogsdriften kan være årsak til endringer i vannets farge, men man kan ikke se bort fra at hogstflatenes beliggenhet og bonitet kan ha betydning.

9. NEDBØR OG AVRENNING

9.1. Nedbør og nedbørvariasjoner

Med bakgrunn i data fra Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI), er nedbørhøyden i prosent av normalene (1931-1960) for Lardal og Larvik for årene 1971-1990 slik fig. 9.1 viser.

Nedbørhøyden korresponderer nøye med avrenningsdataene som er innhentet fra Treschow-Fritzøe og gitt i tabell 1 og fig. 1 i Bilag 7.

Fig. 9.1 viser at det i Larvikområdet i hele perioden har vært betydelig mer nedbør i forhold til normalen enn lenger inne i landet. I 80-årene har nedbørmengden både i kyst- og innlandsområdene de fleste år, vært til dels betydelig høyere enn normalen. Spesielt var 1988 et nedbørrikt år.

Som tabell 9.1 viser, var nedbørmengden i 1991 målt ved Fritzøes El.verk bare 77 % av normalen frem til utgangen av oktober. Spesielt var nedbørmengden i april, mai og august meget lav i forhold til normalt.

Tabell 9.1 Nedbør ved Fritzøe El. verk 1991.

Måned	Målt (mm)	Normal (mm)	% av Normal
Januar	122,1	92,8	132
Februar	52,6	63,8	82
Mars	84,8	74,4	114
April	22,1	57,5	38
Mai	0,0	70,5	0
Juni	92,7	65,5	142
Juli	76,2	76,2	100
August	28,8	110,7	26
September	102,0	115,4	88
Oktober	88,6	140,5	63
November		-	-
Desember		-	-
TOTAL	669,7	867,5	77

Tar vi utgangspunkt i Treschow-Fritzøes avrenningsmålinger (Bilag 7, tabell 1), er den spesifikke avrenning som middel for perioden $23 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Variasjon i spesifikk avrenning i perioden 1961-1991, går frem av fig. 9.2. I perioden 1982 til 1988, var den årlige avrenning betydelig høyere enn normalt.

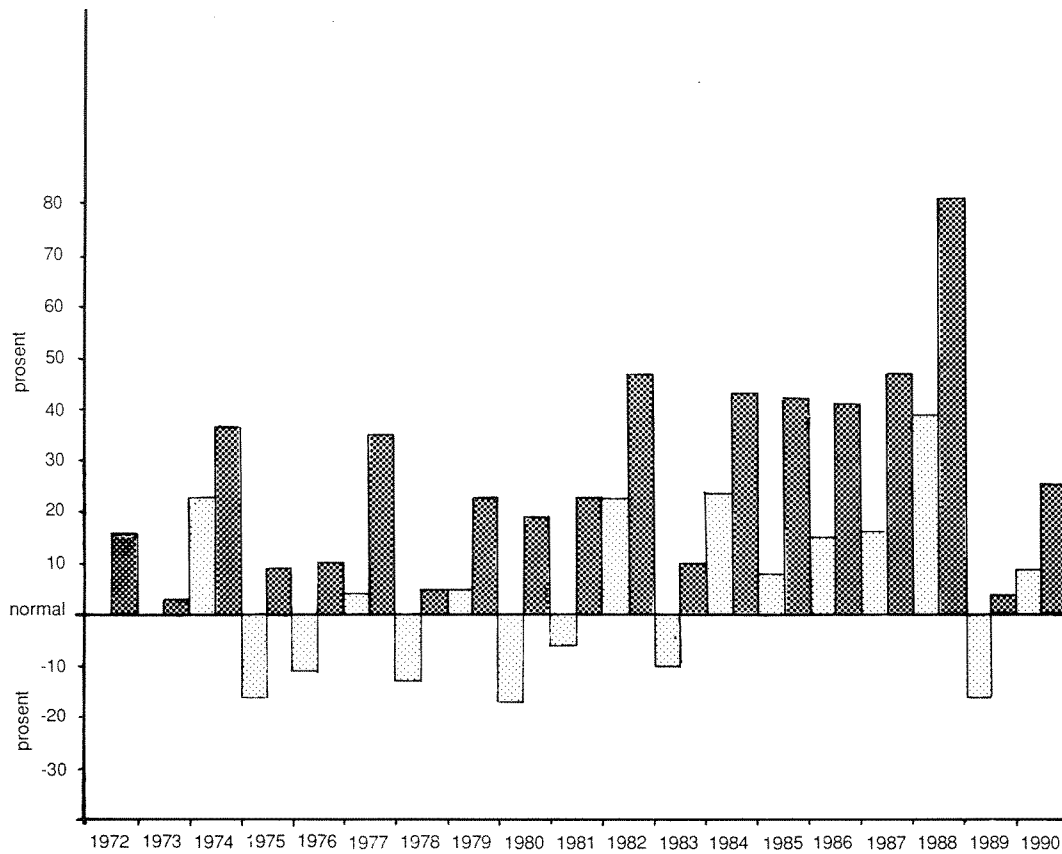


Fig 9,1
Nedbørhøyde i prosent-avvik fra normalen.
= Larvik
= Lardal

Utløp Farrisvann. Sp. avrenning i l/s.km²

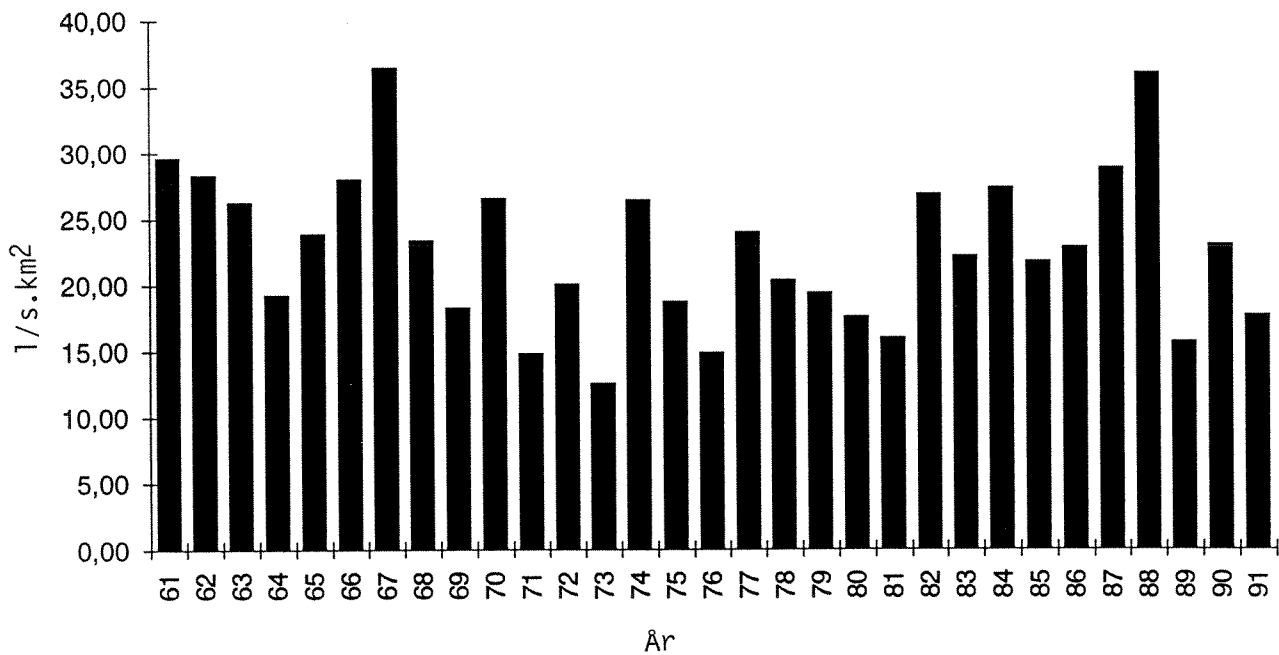


Fig. 9.2 Variasjon i sp.avrenning i l/s.km².

9.2. Innsjøhydrologi

Vannstanden i Farrisvann varierer betydelig både i løpet av året og fra år til år. Dette er vist i vannstandskurve fig. 9.3 som er tegnet ut fra data fra Treschow-Fritzøes El.verk. Spesielt var vannstanden lav gjennom sommermånedene 1989 og 1990. Reparasjonsarbeid oppgis å være årsaken. Vannstanden i Gorningen varierer også sterkt med tiden og med laveste vannstand om sommeren. Spesielt var vannstanden lav sommeren 1991, slik det går frem av fig. 9.4. Dette kan bl.a. være medvirkende årsak til de høye fosforverdier i Farrisvann sommeren 1991.

Med bakgrunn i data fra Åstebøl m.fl. 1987 og ovennevnte data for spesifikk avrenning er de hydrologiske data for Farrisvann og innsjøer i Siljanvassdraget følgende, tabell 9.2.

Tabell 9.2 Morfometriske og hydrologiske data for innsjøer i Farris-Siljan-vassdraget.

	Oppdalsvann	Gorningen	Lakssjø	Farrisvann
Nedbørfelt, km ²	184,8	245,8	261,1	491,0
Overflateareal, km ²	0,77	2,59	0,50	23,05
St. dyp i m	24,5	47,0	15,3	140,0
Volum·10 ⁶	8,9	65,8	5,9	740,0
Midlere dyp i m	11,6	25,4	11,8	32,1
Sp.avr. l/s·km ²	23	23	23	23
Teor.opph.tid, år	0,07	0,37	0,03	2,1

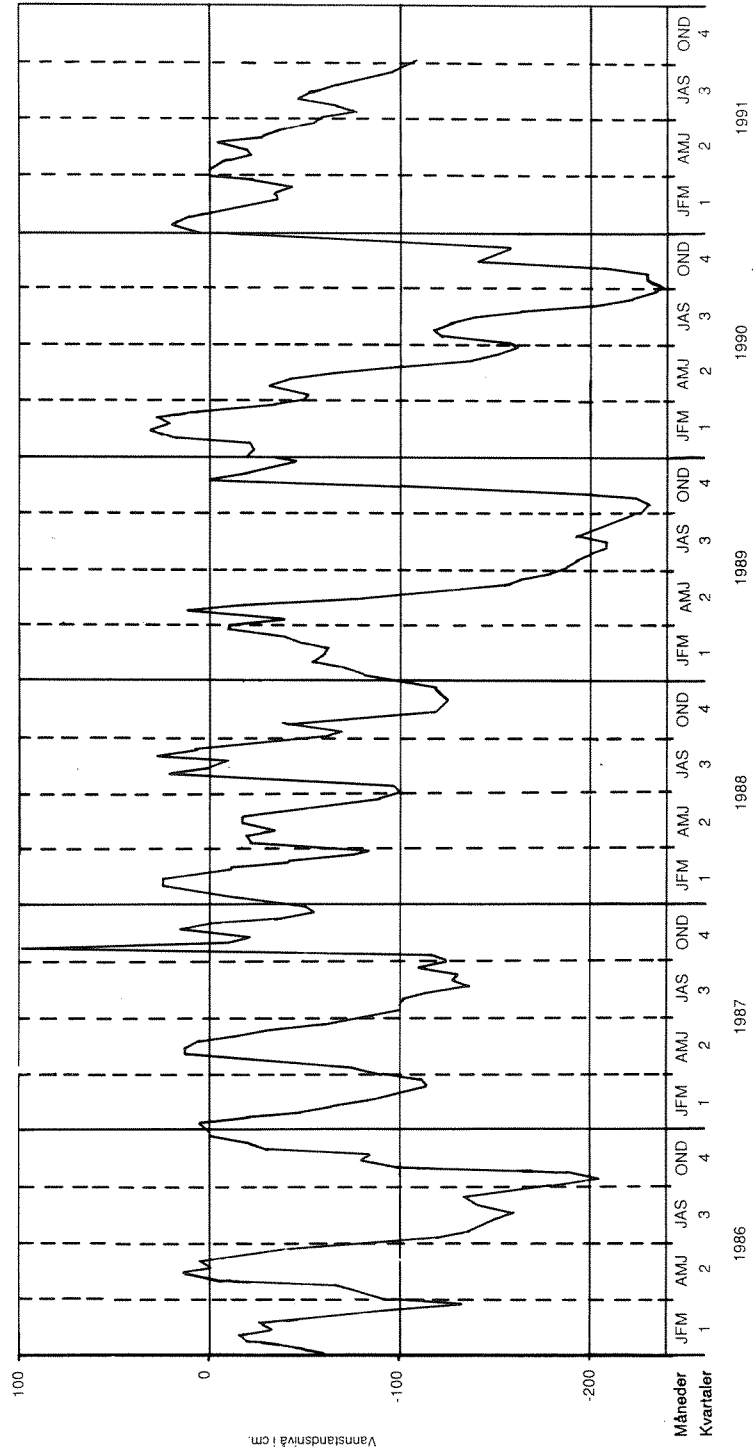


Fig. 9.3 Vannstandsvariasjoner i Farrisvann 1986-1991.

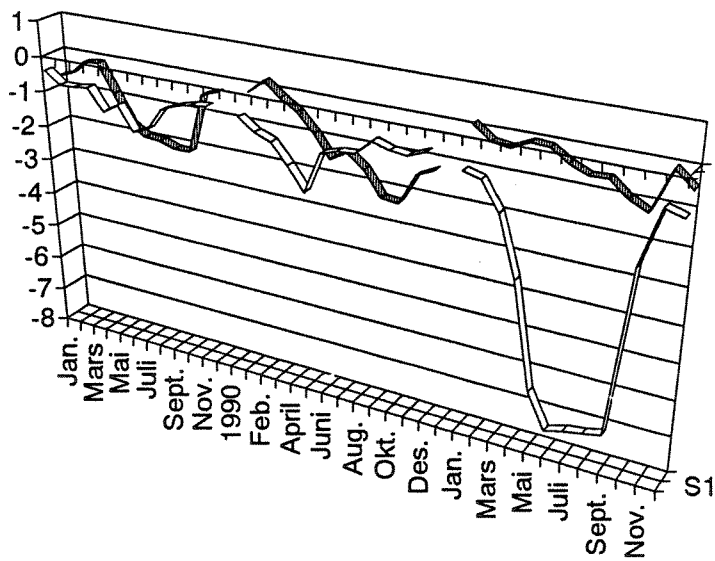


Fig. 9.4 Gorningen og Farrisvann. Vannstand i m under damkrone.

Skravert : Farrisvann

Hvitt : Gorningen

10. TEORETISK BEREGNING AV FORURENSNINGSTILFØRSLER

Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernavdelingen (v/Gunnar Kleven) har foretatt en teoretisk beregning av tilførslene av fosfor og nitrogen til Siljan-Farrisvassdraget i 1991. Arbeidet vil bli beskrevet i egen rapport fra Fylkesmannen.

I tabell 10.1 er resultatet av beregningene presentert:

Tabell 10.1 Teoretisk beregning av fosfor- og nitrogentilførsel til Farris-Siljanvassdraget i kg. pr. år (Etter MVAV).

Tilførsler av fosfor og nitrogen til Farris- Siljan-vassdraget.								
	Siljan, Telemark/Busk.		Oklungen, Telemark		Farris, Vestfold		Totale tilførsler	
Kilde:	Fosfor	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen
Naturlig tff.	2180	63775	6	280	1874	55686	4060	119741
Jordbruk	345	17084	30	1160	111	4661	486	22905
Befolkning	1251	10025	110	781	295	3732	1656	14538
Industri	0	0	0	0	200	850	200	850
Totalt	3776	90884	146	2221	2480	64929	6402	158034

Beregningene gjelder tilførsler til vassdraget fra de enkelte områder. Ved beregning av tilførslene til Farrisvann fra Siljanområdet, må det tas hensyn til retensjon i vassdragets innsjøer. Dette gjelder i første rekke fosfor. Retensjonen av nitrogen er erfaringsmessig liten og kan i denne sammenheng sees bort fra.

Fosforretensjonen i Goringen som vi antar har størst betydning i denne sammenheng, er ca. 35 %, dvs. at 35 % av fosforet som tilføres holdes tilbake i innsjøen. Dersom Siljan-verdien i tabell 10.1 gjelder tilførselen til Goringen, vil 65 % av dette, dvs. 2454 kg transporteres videre til Farrisvannet. Den totale tilførselen til Farrisvann blir da i henhold til dette:

ca. 5080 kg fosfor
" 158034 kg nitrogen

I "Vannbruksplan for Farrisvassdraget" (Åstebøl m.fl. 1987), blir fosfortilførselen til Farrisvann beregnet til ca. 5137 kg. Tilførselen av nitrogen ble ikke beregnet i denne rapport.

11. DISKUSJON

11.1. Bruken av Farris-Siljanvassdraget

Farrisvannet er råvannskilde for Vestfold interkommunale (VIV) og Larvik og Omegn (LOV) vannverk. Disse vannverk forsyner størsteparten av befolkningen i Vestfold fylke med drikkevann. Vannbehandlingen består av sandfilter, pH-justering med kalk og desinfisering med klor. Forutsetningen for en så enkel vannbehandling er en god og lite forurenset råvannskvalitet.

Opprettholdelse av god drikkevannskvalitet er i sterk konflikt med den øvrige bruk av vassdraget:

- resipient for kommunalt og i noen grad industrielt avløpsvann samt avrenning fra jordbruket.
- regulering og kraftverksinteresser
- rekreasjonsinteresser innbefattet båttrafikk og fiske.

For å tilfredsstille den doble sikring helsemyndighetene krever ved drikkevannsanlegg er det nødvendig at de forurensende aktiviteter ikke medfører en dårligere råvannskvalitet enn det som er angitt for vannkvalitet kl. 1, slik den er definert i Vannkvalitetskriterier for ferskvann (SFT 1989, TA630).

11.2. Hvor store forurensningstilførsler tåler vassdraget

Farris-Siljan-vassdraget er fra naturens side et næringsfattig eller oligotroft vassdrag og med et lavt innhold av salter. Denne vanntype reagerer meget raskt på forurensningstilførsler.

Med hensyn til eutrofiering eller økt biologisk produksjon er det vannets innhold av fosfor som er nøkkelementet i denne vanntype. I henhold til Vannkvalitetskriterier for ferskvann, vil total fosforkonsentrasjoner over 7 µg P/l i denne type innsjøer medføre biologiske forhold som er lite forenlig med drikkevannsinteressene. 7 µg P/l (totalfosfor) tilsvarer en mengde (som middel over sommern) målt som klorofyll a på ca. 2 µg kl.a/l. Med utgangspunkt i anerkjente erfaringsmodeller (Rognerud m.fl. 1979), tilsvarer dette følgende verdier for maks. fosforbelastning på de to undersøkte innsjøer.

Gorningen :	ca.	2,0	tonn totalfosfor/år
Farrisvann :	ca.	4,5	" " "

(Åstebøl m.fl. kom frem til en akseptabel belastning på 4,9 tonn fosfor/år).

Nitrogenet har mindre betydning i denne sammenheng, men ideelt sett burde konsentrasjonen være < 200 µg/l. På grunn av forurenset luft og nedbør er dette ikke mulig i vannforekomster i dette området.

Under forutsetning av at innsjøene skal være godt egnet som råvannskilder for vannverk, må konsentrasjonen av følgende stoffer (egenskaper) ikke overstige verdiene nedenfor:

- Organisk stoff som TOC: 3 mg C/l
- Fargetall: 15
- Jern: 0.1 mg Fe/l
- Mangan: 0.05 µg Mn/l
- Termotolerante koliforme bakterier: 0 pr. 100 ml
- Koliforme bakterier (37 °C) 3 pr. 100 ml

Dessuten må oksygenmetningen i innsjøens dyplag (bunnære vannmasser) være > 70 %. Surhetsgraden eller pH må være > 6.6 (og < 8.5).

11.3. Vassdragets forurensningsgrad og vannkvalitet

Middelverdien av måleresultatene fra overflatelagene over sommersesongen 1991 (tabell 11.1) viser at "grensekonsentrasjonene for kl. 1" er overskredet i alle tre innsjøer, både med hensyn til totalfosfor, klorofyll (algemengde) og nitrogen.

Tabell 11.1. Midlere konsentrasjoner i 1991 fra overflate blandprøver samt beregnet belastning med grunnlag i disse.

Konsentrasjon	Oppdalsvann	Gorningen	Farrisvann
Totalfosfor, µg P/l	9,8	10,7	8,7
Klorofyll a, µg/l	2,1	2,5	2,5
Totalnitrogen µg N/l	338	407	606
Tilførsler:			
Fosforbelastning, tonn/år	2,1	3,1	5,6
Nitrogenbelastning tonn/år	45,3	72,6	215,8

Belastningsberegningen ut fra måleresultatene er betydelig høyere enn de teoretisk beregnede (kap. 10). Dette kan skyldes flere ting:

- De teoretiske avrenningskoeffisientene for jordbruk og avløpsvann er satt for lavt i det lokale nedbørfelt for Farrisvann.
- Måleresultatene er for høye som følge av tilfeldigheter under prøvetakingen - flere observasjoner hadde vært ønskelig.

Imidlertid viser både de teoretiske belastningsberegninger (kap. 10) og beregningene ut fra måleresultatene, betydelig høyere verdier enn hva som er akseptabelt (kap. 11.2).

Det taes forbehold om at fosforkonsentrasjonen i Farrisvann var noe høyere enn normalt i 1991 pga. sterk nedtapping og lav vannstand i Gorningen - i så fall kan konsentrasjonen avta igjen når forholdene normaliseres

Konklusjon

- Oppdalsvann: Fosforkonsentrasjon og algemengde tilsvarer overgang fra tilstandsklasse 1 til tilstandsklasse 2. Næringssalttilførselen bør ikke øke.
- Gorningen: Trofigraden (algevekst) tilhører vannkvalitetsklasse II. Fosforreduksjoner på ca. 1.0 tonn/år er nødvendig hvis kl. I er ønskelig.
- Farrisvann: Ut fra måleresultatene må fosfortilførselen reduseres med ca. 1 tonn/år for at god råvannskvalitet skal oppnås, dvs. Vannkvalitetsklasse I.

På bakgrunn av tidsserieanalyser har det i løpet av de siste 20 år vært en viss økning i algevekst og vannets fosforkonsentrasjon. Med tanke på drikkevannsforsyningen bør en videre økning ikke tillates under noen omstendigheter. Det bør derimot iverksettes restriktive tiltak med sikte på å redusere fosfortilførselen som nevnt ovenfor.

Nitrogenkonsentrasjonen er høy, men denne har mindre betydning for økning i algeveksten.

Vannets innhold av organisk stoff og fargetall avtar fra Oppdalsvann til Farrisvann. Konsentrasjonene varierer med tiden, og i de senere år har fargetallene ved vannverkens råvannsinntak vært høyere enn helsemyndighetenes normer for god drikkevannskvalitet. Dette skyldes sannsynligvis mye nedbør og stor utvasking av humusstoffer. I løpet av 1991 avtok fargetallene noe slik at de nevnte normer igjen ble tilfredsstillende.

Bedømt ut fra måleresultatene i 1991 var råvannskvaliteten tilfredsstillende hva innhold av tarmbakterier angår. Analyseresultatene av vannmerkens råvann viser at bakterieinnholdet til tider kan være noe høyt, spesielt om høsten. LOV's råvann har et markert høyere bakterieinnhold enn VIV's råvann.

12. BEHOV FOR TILTAK

12.1. Forurensningsbegrensende tiltak

I Vannbruksplanen for Farrisvassdraget (Åstebøl m.fl. 1987) er en rekke forurensningsbegrensende tiltak anbefalt. Behovet for at disse tiltak gjennomføres blir ytterligere understreket gjennom resultatene av undersøkelsene i 1991. Spesielt vil vi fremheve følgende:

- Det biologiske kloakkrenseanlegget i Siljan må utvides til også å omfatte kjemisk felling. Dessuten antar vi at behovet for ytterligere tilknytning fortsatt er til stede.
- Boligavløpene i Farrisvannets lokale nedbørfelt må saneres. Det må sørges for at avløp fra septiktanker o.l. infiltreres i grunnen på en forsvarlig måte. I utsatte tilfeller bør tette tanker, eventuelt biologiske toalettmuligheter vurderes.
- Avløp fra eventuelle campingplasser må taes hånd om på en forsvarlig måte. Leirslåing langs vassdrag og innsjøer (50 evtl. 100 meters belte) må begrenses/ikke tillates.
- Båttrafikken, innbetattet husbåter/flåter på Farrisvannet, bør begrenses.
- Jordbruket må etterleve SFT's instruksjoner både med hensyn til bruk av gjødsel, driftsmåter (f.eks. buffersoner) og gjødsellagrenes /siloenes tilstand.
- Sjøpelfyllplasser bør ikke forekomme i nedbørfeltet. Anvendelse av bekkefar for henleggelse av avfall fra jordbruket og andre aktiviteter bør ikke forekomme.
- Tilførsel av næringssalter via Vassvikbekken er ifølge måleresultatene redusert siden 1982/1983, men fortsatt er det høye konsentrasjoner av fosfor og nitrogen i bekken. Barkfyllingen er ikke forenlig med drikkevannsinteressene.
- Tømmeropplaget i sydenden av Farrisvann er uheldig.

12.2. Drikkevannsinntak - vannbehandling

- LOV's råvann tilfredsstillende ikke normene for god råvannskvalitet hva bl.a. fargetall, turbiditet og bakterieinnhold angår. For i større grad å unngå påvirkninger fra forurensende aktiviteter i de sydlige områder, bør vanninntaket flyttes nordover til f.eks. de områder hvor VIV har sitt inntak.
- Som nevnt er råvannskvaliteten bakteriologisk sett tilfredsstillende ved VIV's vanninntak. Vi antar imidlertid at vannkvaliteten kan være enda bedre/stabilere lenger ute i hovedvannmassene og på et større dyp, f.eks. 50-60 m.
- Vannbehandlingen som i dag praktiseres (sandfilter, pH-justering og desinfisering), er normalt tilstrekkelig for å tilfredsstillende SIFF's normer for godt drikkevann. Under ugunstige nedbør- og klimatiske forhold har vannets innhold av organisk stoff og fargetallene vært i høyeste laget. Vi antar at slike episoder også vil kunne inntreffe i fremtiden. Sett i et slikt perspektiv bør ytterligere vannbehandlingstiltak vurderes.

13. FORSLAG TIL FORTSATT OVERVÅKING

13.1. Generelt

Overvåkingsresultatene fra 1990 (Skulberg 1991) og 1991 viser at Farrisvann begynner å bære preg av de forurensningstilførsler. Det bør derfor iverksettes en effektiv kontroll/overvåking av forurensende aktiviteter i nedbørfeltet og vannets kvalitet.

Overvåkingen bør omfatte:

- jevnlig kontroll med råvannskvaliteten slik det nå praktiseres
- overvåking av vannkvaliteten i innsjøens sentrale områder
- tiltaksrettet overvåking, dvs. overvåking av vannkvaliteten i tilløpsbekker og direkteutslipp. Dette både for å avsløre behovet for tiltak samt å kontrollere betydningen av iverksatte tiltak.

13.2. Overvåking av innsjøens sentrale områder

Undersøkelsene i 1991 viser bl.a. at fosforkonsentrasjonen i innsjøens overflatelag er betydelig høyere enn hva som tidligere er observert.

Vi vil derfor foreslå at undersøkelsene i Farrisvann, st. IV, fortsetter som i 1991, men med et prøvetakingsintervall på 3 uker i tidsrommet begynnelsen av mai til slutten av oktober. Dette gjelder overflate blandprøver.

Prøvene bør analyseres på de samme komponenter som i 1991, men med tillegg av aluminium, silisium og alkalitet. De sistnevnte komponenter er av betydning for å vurdere konkurranseforholdet mellom algearter (blågrønnalger - kiselalger).

Videre bør det på senvinter og ettersommer samles inn prøver fra vertikalserier (som i 1991). Det er meget vesentlig i denne sammenheng at oksygeninnholdet i de bunn-nære vannmasser måles.

13.3. Tiltaksrettet overvåking i elver/bekker/utslipp

De bekker som i første rekke synes aktuelle å overvåke er:

Vassvikbekken
 Omslandsbekken
 Siljanelva
 Breidalsbekken
 Dammenbekken
 Gopledalsbekken.

Dessuten vil vi foreslå at forholdene ved Kjose studeres noe nærmere (bekker/og grøfter).

Det bør taes månedlige prøver gjennom hele året. Parametervalg som i 1991.

13.4. Kontroll av iverksatte tiltak

Det må føres kontroll med at forskrifter og påbud med hensyn til kloakking, jordbruksavrenning osv. etterleves. Dette gjelder Vestfold så vel som Telemark fylke. I denne sammenheng vil det antakelig også være hensiktsmessig med en viss kontroll med vannets kvalitet.

Betydningen av barkfyllingen ved Vassvikbekken bør følges opp med undersøkelse av PAH, organisk stoff og næringssalter.

Retningelinjer i forbindelse med rekreative aktiviteter bør utarbeides, og det må påses at slike retningslinjer etterleves.

LITTERATUR

- Berge, D. og T.S. Traaen, 1985; Skogbruk og vannforurensning. En problemanalyse. NIVA-rapport O-84117. Løpenr. 1700. 44 sider.
- Gefo-NIVA-rapport 1985: Vannforsyningsplan for Vestfold. Forurensningssituasjonen i Farrisvassdraget.
- Gjessing, E. og H. Holtan, 1972: En limnologisk undersøkelse av Farrisvatn. NIVA-rapport O-118/69. 1972.
- Haveraaen, O. 1981: Virkning av hogst på vannmengde og vannkvalitet fra en østnorsk barskog. Meddelelser fra NISK 367.
- Holtan, Gj., 1985: Overvåking i Farris-Siljan-vassdraget 1982-1984. Del B. Fysisk-kjemiske, bakteriologiske og hydrologiske data. NIVA-overvåkingsrapport O-8000227. Løpenr. 1725. 74 sider.
- Holtan, Gj., Berge, D., Brettum, P. og J.E. Brittain, 1983: Rutineovervåking i Farris-Siljan-vassdraget 1982. NIVA-overvåkingsrapport O-8000227, Løpenr. 1481. 43 sider.
- Holtan, Gj., Berglind, L., Erlandsen, A.H., Knutzen, J., Lindstrøm E.-A., og M. Mjelde. 1984: Rutineovervåking, Farris-Siljanvassdraget 1983. Fagrapport om sedimenter, høyere vegetasjon og begroing. NIVA-overvåkingsrapport O-8000227. Løpenr. 1595. 38 sider.
- Rognerud, S., Berge, D. og M. Johannessen, 1979: Telemarkvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979. NIVA-rapport O-70112. Løpenr. 1147, 82 sider.
- Samdal, J., E., 1964; Vestfold Interkommunale Vannverk. Undersøkelse av vann fra Farris 1959-1963. NIVA-rapport O-57. 1964
- Skulberg, O. 1991: Farris. En hydrobiologisk undersøkelse i 1990. NIVA-rapport O-90087. Løpenr. 2621, 49 sider.
- Statens forurensningstilsyn 1991: Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til fjorder og vassdrag. Revidert utgave - november 1991. SFT-publikasjon 91-10, TA-774/1991, 53 sider.
- Statens forurensningstilsyn, 1989: Vannkvalitetskriterier for ferskvann. SFT-rapport 1989, TA630.
- Statens institutt for folkehelse, 1987: G2. Kvalitetsnormer for drikkevann. Veiledningsmateriale i G-serien fr SIFF, 72 sider.
- Trotter, D.M., Wong, M.P. and R.A. Kent, 1990: Canadian Water Quality Guidelines for Glyphosate. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa. Scientific series No. 170.
- Vestfold Fylkeskommune, 1989: Utkast til Fylkesplan for Vestfold 1988-91. Del 2.
- Åstebøl, S.O., Rosland, F., Malme, B., Holtan, G., og D. Berge, 1987: Vannbruksplan for Farrisvassdraget. Gefo-NIVA-rapport 1987.

Bilag 1



FYLKESMANNEN I VESTFOLD

MILJØVERNAVDELINGEN

NIVA
v./H. Holtan
Postboks 669, Korsvoll
0808 Oslo 8

Deres ref.

Vår ref. Jnr.693/91
Ark.731.74 Farris

Dato 22.03.1991

OVERVÅKING AV FARRIS 1991 - FORSLAG TIL PROGRAM.

Vi viser til telefonsamtale med Hans Holtan angående overvåking av Farris i 1991.

Farris har tidligere vært med i det statlige overvåkingsprogrammet. Rapporten konkluderte med at Farris var næringsfattig og i god økologisk balanse. NIVA anbefalte imidlertid at innsjøen ble undersøkt igjen etter en 3 - 5 års periode for å påvise eventuelle utviklingstendenser.

Oppblomstring av blågrønnalger sommeren 1989 styrket behovet for å få gjennomført en ny runde med undersøkelser.

I 1990 ble det gjennomført et undersøkelsesprogram i Farris (NIVA) for å belyse algeproblematikken og vurdere forurensningssituasjonen. Hensikten med undersøkelsen var primært å belyse algeutviklingen i Farris med tanke på hvordan algene direkte og indirekte påvirker vannkvaliteten.

Resultatene av denne undersøkelsen foreligger ennå ikke, men foreløpige beregninger konkluderer med at hele innsjøens vannmasser fortsatt viser akseptable verdier for konsentrasjonen av fosfor og nitrogenforbindelser (NIVA des. 1990).

Det antydes i den foreløpige rapporten (NIVA des. 1990) at konsentrasjonen av totalfosfor har økt noe sammenlignet med tidligere undersøkelser, mens det påvises en avtakende tendens i totalnitrogen. Imidlertid understrekes det i rapporten at materialet er lite, og at det derfor ikke bør trekkes konklusjoner på dette grunnlaget.

Problemstillinger

Farris er viktig pga. drikkevannsinteressene. Derfor bør eventuell eutrofieringsutvikling overvåkes. På grunn av naturlige årlige variasjoner i en innsjø bør overvåkingen gå over en årrekke. Farris er regulert for produksjon av elektrisk kraft. Som følge av reparasjoner har Farris vært regulert unormal lav om sommeren de siste to årene.

Overvåking av Farris bør ha et langsiktig perspektiv med flere prøvestasjoner i vassdraget. Den rutinemessige overvåkingen bør vesentlig konsentrere seg om vannkvalitet. Foruten å ha for høy konsentrasjon av P og N i deler av vassdraget, har fargetallet i selve Farris økt de senere årene. Årsaken til denne økingen bør kartlegges.

Tidligere undersøkelser viser at vassdraget er surt, særlig i de øvre delene av vassdraget. Eventuell øking i tilførsel av humusstoffer (drenering av myrområder og endret skogsdrift) samt fortsatt sur nedbør kan ha påvirket vannkvaliteten mht. surhet.

Det er påvist øking i antall koliforme bakterier i drikkevannsinntakene til VIV og Larvik kommune. Vannkvaliteten i lokale bekketilløp er i perioder dårlig.

Tidligere undersøkelser (Statlige program for forurensningsovervåking i 1983) påviste høye konsentrasjoner av PAH i sedimentet. I rapporten er det antydnet to mulige kilder, barkdeponiet og E 18. På grunn av drikkevannsinteressene er det viktig å følge, eventuelt å få klarlagt årsaken til de høye konsentrasjonene av PAH og om det har skjedd noen endring siden forrige undersøkelse.

Målsetting -Hva ønsker vi å oppnå med undersøkelsen i 1991?

Overvåkingen skal:

- a) belyse om det har skjedd en økt eutrofiering i forhold til tidligere undersøkelser. Er det behov for å redusere fosfortilførslene og eventuelt hvor mye.
- b) klarlegge årsaken til økt fargetall.
- c) belyse om det har skjedd en negativ utvikling i forsureningssituasjonen i vassdraget.
- d) klarlegge om barkdeponiet representerer fare for drikkevannsinteressene (strømforholdene).
- e) belyse om det har skjedd endringer i PAH - konsentrasjonen i sedimentene siden forrige undersøkelse og spredningsforholdene i vannmassene.
- f) klarlegge årsak til økingen av koliforme bakterier i vanninntakene til VIV og Larvik kommune.
- g) Overvåking av algesituasjonen vil foregå lokalt (Larvik kommune) i følgende områder: hovedvannmassene og i områdene nær drikkevannsinntakene.
Dersom det påvises store mengder blågrønnalger i Farris (vannblomst) kobles NIVA inn. I programmet ønsker vi derfor spesifisert hva som bør gjøres i slike situasjoner (målinger, antall prøvestasjoner m.m)

Forrige undersøkelse viste at ca. 80% av næringstilførslene var konsentrert til Oppedalsvann, Gorningen og Farris. Målinger viste at Gorningen var overbelastet med ca. 500 kg P/år. Fortsatt overbelastning kan resultere i "lekkasje" til Farris. Deler av under-

søkelsene i 1991 bør derfor konsentreres til Oppedalsvann og Gorningen.

Forslag til stasjoner

1. Oppedalsvann
2. Gorningen
3. Nordenden av Farris
4. Hovedvannmassene i Farris

Ut fra de spesifikke mål for overvåking ber vi NIVA sette opp et programforslag. Programmet skal inneholde forslag til:

- antall prøver, dyp og frekvens
- hvilke parametre
- kostnader
- tidsforbruk - ferdigstillelse av rapport.

Vi ber NIVA spesifisere opplegg og kostnader for hvert enkelt delmål.

I tillegg ønsker vi tilbud på et enklere oppfølgingsprogram for kommende år.

Det haster med å komme igang, og vi håper at et programforslag kan være ferdig innen d. 10. april.

Med hilsen

B. Strandli

Bjørn Strandli
fylkesmiljøvernssjef

Anne Skov

Anne Skov
fiskeforvalter

Saksbehandlere: Anne Skov og fylkesingeniør Werner Olsen

Gjenpart: V.I.V., Sverre Mollat, Seierstad, 3270 Nanset
Larvik kommune, byveterinær Utklev
Fylkeskommunen i Telemark v/ Planavdelingen
Fylkeskommunen i Vestfold v/Næringssjefen
Fylkesmannen i Telemark, miljøvernavdelingen

Bilag 2

Jnr. 693/91
Ark. 731.74 Farris

FORSLAG TIL UNDERSØKELSESPROGRAM

FOR

FARRIS – SILJANVASSDRAGET

i 1991/1992

v/Hans Holtan

1. INNLEDNING

Dette forslag til overvåkingsprogram for Farris-Siljan-vassdraget er utarbeidet etter oppdrag fra Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernavdelingen, i brev av 22. mars 1991. Programforslaget gjelder fra våren 1991 til våren 1992 samt et enklere oppfølgingsprogram for følgende år. Undersøkelsen er en videreføring av overvåkingsarbeidet som ble utført i 1982-1984 i regi av Statens forurensningstilsyn.

Sommeren 1989 ble det registrert betydelige mengder blågrønnalger i Farrisvannet. I 1990 ble det derfor igangsatt en undersøkelse som hadde som mål å belyse konsekvensene av dette for drikkevannskvaliteten. Resultatene av denne undersøkelse foreligger ikke ennå, men det antydes at konsentrasjonen av næringsalter har økt (NIVA-notat des. 1990).

2. FARRIS - SILJANVASSDRAGET

Farris-Siljanvassdraget har sitt utspring i Skrimfjellområdene 750 m. o h. og renner ut i havet ved Larvik (Fig. 1).

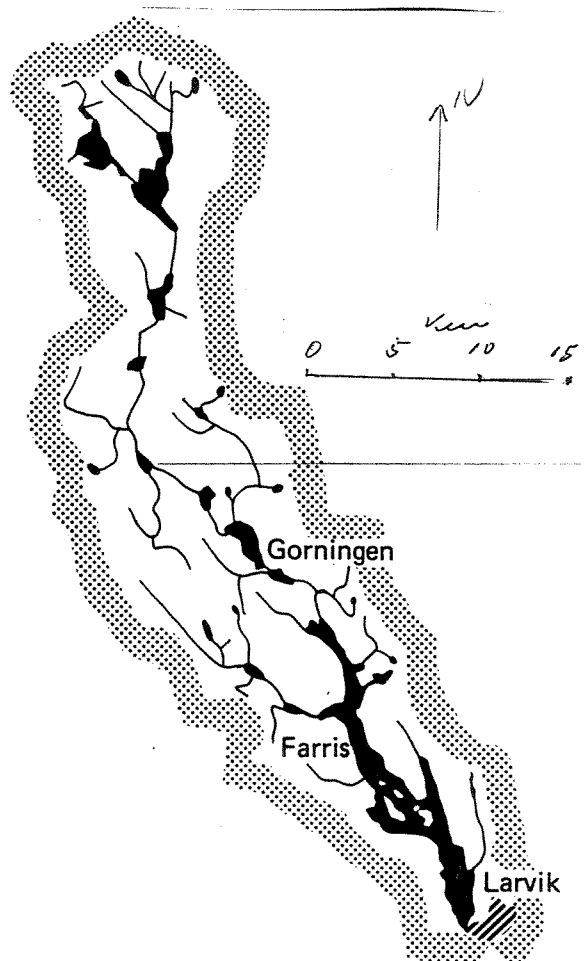


Fig. 1. Farris - Siljan-vassdraget.

På sin vei mot havet passerer vassdraget flere innsjøer bl.a. Oppdalsvann, Goringen og Farrisvann. Nedbørfeltet ved utløp Farrisvann er 493 km² og spesifikk avrenning ca. 21 l/s.km². Den midlere avrenning blir således ca. 10.4 m³/s eller ca. 328 mill. m³/år.

Berggrunnen - permiske eruptive - er kalkfattig. Nedenfor den marine grense, ca. 175 m o.h., er det en del marine leiravsetninger: For øvrig er berggrunnen i vesentlig grad dekket av et tynt lag bunnmorene. Arealfordelingen og antall bosatte i nedbørfeltet til de 3 innsjøer Oppdalsvann, Goringen og Farrisvann, går frem av tabell 1.

Tabell 1. Arealfordeling og befolkning

	<-----km ² ----->						Ca. antall personer
	Tot. areal	Jordbr.	Skog	Fjell, myr	Innsjø	Tettsted	
Oppdalsvann	196	3.5	142	32	18.5	0	350
Gorningen	260	6.0	192	36	20.3	0.7	2100
Farrisvann	493	10.6	383	50.0	48.0	1.4	3000

Ca. 70 % av befolkningen i nedbørfeltet bor ovenfor Gorningen og ca. halvparten bor i tettsteder.

I Vassvik ved den sydvestre enden av Farrisvann, er det en barkfyllingsplass og på motsatt side av sydenden ligger en bilvrakplass. Ved utløpet, Farriseidet, er det et tømmerlager/-tømmerinntak. For øvrig er det lite industri i området.

To store vannverk, Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) og Larvik og Omland Vannverk (LOV) som forsyner ca. 150000 mennesker med drikkevann, benytter Farrisvannet som råvannskilde. Porsgrunn og Skien benytter også i noen grad inn sjøen som vannkilde (reservevannkilde).

Vassdraget er i betydelig grad regulert for produksjon av elektrisk kraft.

3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

På grunn av drikkevannsinteressene er vassdraget og vannets kvalitet undersøkt ved flere anledninger siden 1960-årene. Nedenfor er disse undersøkelsene/rapporter listet opp:

- Vestfold Fylkeskommunes bilag nr. 11/1979 (til Fylkesplanen) "Farrisvassdraget" inneholder en oversikt over forskjellige undersøkelser utført i Farris og nedbørfeltet.
- Statens institutt for folkehelse (SIFF) har siden 1969 foretatt rutinemessige fysisk-kjemiske og bakteriologiske analyser av inntaksvannet til vannverkene og enkelte analyser av vannprøver fra tilløpselvene til Farris.
- Siljan kommune har siden 1977 hatt ansvaret for å overvåke vannkvaliteten i vassdraget oppstrøms og nedstrøms tettstedet Siljan.
- I forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåking (1982-1984) er følgende undersøkelser foretatt og rapportert:
 - * Rutineovervåking i Farris-Siljanvassdraget 1982, Fagrapport om bunndyr. LFI-NIVA-rapport 0-8000227/Overvåkingsrapport nr. 75/83.
 - * Rutineovervåking i Farris-Siljanvassdraget 1982. NIVA-rapport 0-8000227/Overvåkingsrapport 79/83.
 - * Rutineovervåking i Farris-Siljanvassdraget 1983. Fagrapport om sedimenter, høyere vegetasjon og begroing. NIVA-rapport 0-8000227/Overvåkingsrapport nr. 125/84.
 - * Overvåking i Farris-Siljanvassdraget 1982-1984. Del A. Hovedrapport. NIVA-rapport 0-8000227. Overvåkingsrapport 186/85. Løpenr. 1746. 62 sider.
 - * Overvåking i Farris-Siljanvassdraget 1982-1984. Del B. Fysisk-kjemiske, bakteriologiske og hydrologiske data. NIVA-rapport 0-8000227. Overvåkingsrapport 186/85. Løpenr. 1725. 74 sider.
 - * Undersøkelser i 1990 angående forekomst av blågrønnalger. NIVA-rapport under utarbeidelse.
- * Vannbruksplan for Farris-vassdraget. Gefa-NIVA-rapport 1987.

4. PROBLEMSTILLINGER

Da en stor del av befolkningen i Vestfold fylke får sitt drikkevann fra Farrisvannet, er det meget vesentlig at vannkvaliteten og forurensningstilførslene til vassdraget overvåkes regelmessig.

Vannkvaliteten i et vassdrag kan av naturlige årsaker variere fra år til annet på grunn av variasjoner i nedbør- og avrenningsforhold. Tilførsler av forurensninger fra jordbruksarealer, tettstedarealer, eventuelle fyllinger o.l., kan av samme grunn variere.

Med bakgrunn i innsjøens geografiske beliggenhet, grunnforholdene og aktivitetene i nedbørfeltet, kan vi skille mellom følgende problemstillinger:

- Tilførsel av næringsalter - eutrofieringsutvikling.
- Effekt av sur nedbør - forsuringsutvikling.
- Effekt av variasjoner i avrenning fra myr og skogområder, dvs. variasjoner i tilførsler av humusstoffer og endringer av vannets farge.
- Endringer av tilførsler og vannets innhold av tarmbakterier. I denne sammenheng er enkelte bekketilløp viktige.
- Avrenning fra barkdeponi og E18 m.m. med hensyn til tilførsler av miljøgifter, i første rekke PAH i sedimenter.

5. MÅLSETTING

Målet med undersøkelsen er trukket opp av miljøvernavdelingen i Vestfold på følgende måte:

Overvåkingen skal:

- a) belyse om det har skjedd en økt eutrofiering i forhold til tidligere undersøkelser. Er det behov for å redusere fosfortilførselene og eventuelt hvor mye.
- b) klarlegge årsaken til økt fargetall.
- c) belyse om det har skjedd en negativ utvikling i forsurenings-situasjonen i vassdraget.
- d) klarlegge om barkdeponiet representerer fare for drikkevannsinteressene (strømforholdene).
- e) belyse om det har skjedd endringer i PAH - konsentrasjonen i sedimentene siden forrige undersøkelse og spredningsforholdene i vannmassene.
- f) klarlegge årsak til økingen av koliforme bakterier i vanninntakene til VIV og Larvik kommune (LOV).
- g) overvåking av algesituasjonen vil foregå lokalt (Larvik kommune) i følgende områder: hovedvannmassene og i områdene nær drikkevannsinntakene.

Dersom det påvises store mengder blågrønnalger i Farris (vannblomst) kobles NIVA inn. I programmet skal det derfor spesifiseres hva som bør gjøres i slike situasjoner (målinger, antall prøvestasjoner m.m.).

6. UNDERSØKELSE SOPPLEG

6.1 Registrering av forurensningsaktiviteter

I hovedrapporten fra overvåkingen av vassdraget 1982-1984 (Del A Hovedrapport), er det gitt en detaljert redegjørelse for forurensningsaktiviteter og forurensningskilder i nedbørfeltet. Disse opplysninger må oppdateres slik at det klart fremgår hvilke aktivitetsendringer som har funnet sted. Vi antar at Miljøvern avdelingen holdes løpende orientert om dette og således lett kan fremskaffe de nødvendige data.

6.2 Opplodding av innsjøer

En rekke stoffer bl.a. fosfor, sedimenterer og holdes i noen grad tilbake (retensjon) i innsjøer. For å kunne beregne retensjonen, er kunnskap om vannets teoretiske oppholdstid i innsjøene nødvendig. Dette betyr at innsjøene må loddes opp og volumet bestemmes. Vi vil derfor foreslå at Oppdalsvann, Gorningen og Lakssjø loddes opp. Vi antar at dette kan skje ved lokal innsats. NIVA kan på bakgrunn av disse data tegne dybdekartet og beregne oppholdstiden.

6.3 Valg av prøvetakingsstasjoner

Tidligere oversikter over fordelingen av forurensende aktiviteter i nedbørfeltet samt undersøkelsesresultater, viser at forurensningstilførslene oppstrøms Gorningen i dag spiller en vesentlig rolle for forurensningssituasjonen i vassdraget.

På bakgrunn av dette foreslår Miljøvern avdelingen at det opprettes fire hovedstasjoner for innsamling av prøver, nemlig:

- St. 1 : Oppdalsvann
- " 2 : Gorningen
- " 3 : Nordenden av Farrisvann (Fig. 2)
- " 4 : Hovedvannmassene i Farris, dvs. de sentrale områder (Fig. 2)

For enkelte problemstillinger kan det bli nødvendig å anvende bistasjoner.

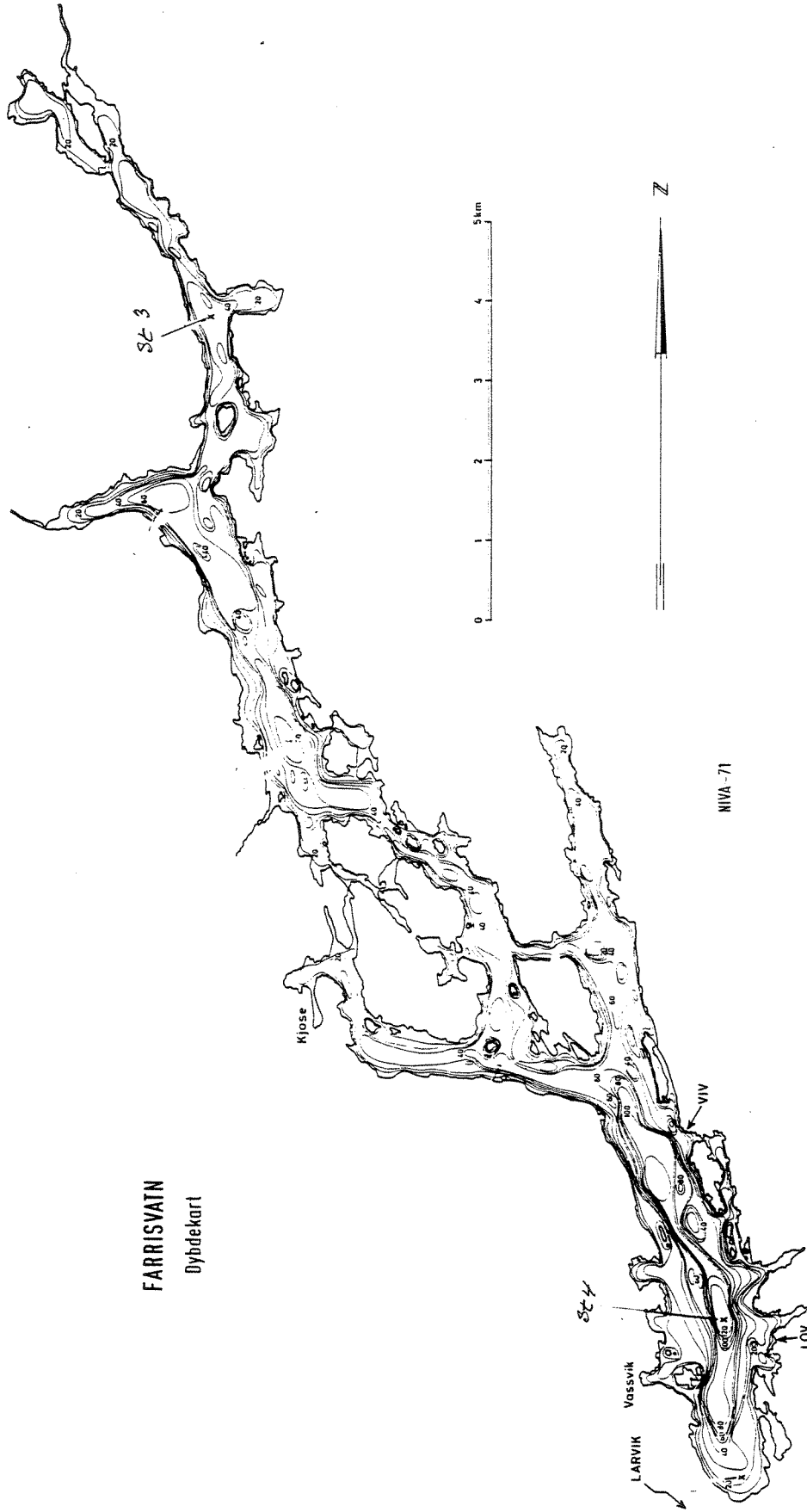


Fig. 1 Stasjon i forbindelse m / overvåking er nr. 5

6.4 Undersøkelse av eutrofiutviklingen

- Det samles inn prøver fra alle fire hovedstasjoner
- Prøvetakingsfrekvens: I tidsrommet mai til oktober samles det inn månedlige blandprøver fra overflatelagene.

I august/september og mars (fra isen) samles det dessuten inn en vertikalserie fra flere dyp på alle stasjoner. Dette for å belyse eventuelle vertikale og gradienter mot dypet, oksygenavtak o.l.

- Prøvetakingsdyp. Blandprøvene samles fortrinnsvis inn med en to meter lang Ramberghenter. Ruttnerhenter (hver meter) kan også anvendes. Blandprøvene omfatter overflatelaget fra overflate til sprangsjikt, dvs. fra 0 til 8 meter på st. 1, st. 2 og st. 3, 0 til 10 meter på st. 4.

Ved de vertikale prøveserier samles det inn prøver fra følgende dyp:

St. 1: 1 m, 15 m og 1 m fra bunnen
 St. 2: 1 m, 20 m og 1 m " "
 St. 3: 1 m, 20 m og 1 m " "
 St. 4: 1 m, 20 m og 50 m og 1 m fra bunnen

- Parametere. Blandprøvene analyseres på:
 - total P på ufiltret prøve
 - total P på filtret prøve (løst fosfor)
 - ortofosfat
 - total N
 - NO₃
 - klorofyll a
 - planteplanktonprøver (lagring)

Prøvene fra vertikalseiene analyseres på:

- oksygen
- total P (ufiltret)
- ortofosfat
- total N
- NO₃

Ved hver prøvetaking måles temperaturer i en vertikalserie (sprangsjiktets beliggenhet bestemmes) dessuten vannets siktedyp.

Plantep planktonprøvene (kvantitative prøver) samles inn ved hver blandprøveserie. Prøvene konserveres og lagres. Disse prøver vil ikke bli analysert uten at det gis signaler fra lokalt hold (Larvik kommune) om store forekomster av blågrønnalger.

6.5 Undersøkelse av fargetall-økningen

Vi antar at variasjoner i fargetallet kan ha sammenheng med variasjoner i nedbør og avrenningsforhold. Vi vil derfor foreta en statistisk bearbeidelse av fargetallene som vi antar foreligger ved vannverkene, dvs. foreta korrelasjonsberegninger av disse mot variasjoner i nedbør (avrenning).

Dessuten bør alle vannprøver fra de nevnte hovedstasjoner samt samtidig fra en stasjon oppstrøms (f.eks. utløp Sporevann, st. A) analyseres på:

- fargetall
- COD (KMnO₄-tall)
- TOC (total organisk karbon)
- turbiditet

I hvilken grad det vil bli nødvendig med ytterligere undersøkelser i denne sammenheng, kan vi ta stilling til når resultatene fra det foreslåtte arbeidet foreligger.

6.6 Undersøkelse av forsuringssituasjonen

I den grad det måtte foreligge data, vil vi foreta en tidstrendanalyse av disse for å påvise eventuelle pH-endringer.

Dessuten bør det i slutten av oktober/november (høstsirkulasjonen) samles inn prøver fra 1 m dyp på alle hovedstasjoner samt på st. A. Disse prøver analyseres på:

- pH
- alkalitet (endepunktstitrering)
- " (titrering til pH 4.5)
- kalsium
- magnesium
- klorid
- sulfat

6.7 Undersøkelse av barkdeponiets betydning for drikkevannet

Undersøkelser av hvordan bekker og utslipp sprer seg ut i innsjøer kan gjøres ved bruk av sporstoffstudier. Fluoriserende stoffer som Rodamin eller Eosin brukes oftest som sporstoffer. Disse stoffer slippes ut i bekken og den fluoriserende effekt som kan måles, selv ved meget små konsentrasjoner, følges utover i vannmassene. Slike undersøkelser som bør gjennomføres ved ulike vind- og temperaturforhold, er meget tidkrevende og kostbare - det må måles på fluoriserende stoffer flere dager etter utslipp. Utslipp av slike stoffer som det her er snakk om i drikkevannskilder, krever dessuten helsemyndighetenes (både lokale og sentrale) godkjenning ved hvert forsøk, noe som blir meget tungvint og byråkratisk.

Det er videre visse faglige betenkeligheter med å bruke fargestoffer i denne sammenheng. Fargestoffene brytes nemlig ned i naturen. Om fargestoffer skal kunne brukes til å kartlegge utbredelsen av andre stoffer, vil være avhengig av om fargestoffet og det stoffet som skal undersøkes nedbrytes like fort og tilsettes i omtrent samme konsentrasjoner.

Det mest korrekte vil derfor være å analysere på stoffer fra barkfyllinger i vannprøver fra forskjellige stasjoner og dyp i innsjøen, dvs. bruke ekstraksjonsstoffer fra barkfyllinger som sporstoffer. Muligheten for slike analyser er i dag til stede. Følgende parametre anbefales analysert:

- fenoler
- TOC (totalt org. karbon)
- jern
- mangan

Prøvetakingssteder:

- avløp, barkfylling
- utløp bekk
- i innsjøen i nærheten av de to vannverksinntak: 2 prøver fra hvert sted, nemlig i inntaksdyp og ca. 1 m fra bunnen.

Denne prøvetaking utføres minst 4 ganger i løpet av året, nemlig sommer, høst, vinter og vår.

6.8 Undersøkelse av organiske mikroforurensninger

Ved analyser av sedimentene fra de sydlige områder av Farrisvann er det tidligere påvist et visst innhold av PAH-forbindelser. Disse undersøkelser bør gjentas, og vi vil foreslå at PAH-innholdet i sedimentene utenfor Vassvik-bekken og i innsjøens dypeste område (st. 4) undersøkes - prøvetaking august. Vi vil foreslå at sedimentenes innhold av lindan (PCB) analyseres på de samme prøver.

6.9 Undersøkelser av vannets innhold av tarmbakterier

Vannets innhold av tarmbakterier (termostabile koliforme bakterier) har økt i den senere tid. Det bør derfor foretas undersøkelser for å belyse årsaken til dette - økt tilførsler via bekker eventuelt pga. økt tilstrømming av måker.

Det bør regelmessig hver måned taes prøver fra de mest forurensede bekker:

- Gopledalsbekken
- Vassvikbekken
- Askedalsbekken
- Bekk ved Kjose
- Utløp bekk fra Oklungen
- " " " Siljan
- Tilløp Lysebufjorden
- Bekk ved Fossane
- " " Dammen
- Bjørndalsbekken

Dessuten bør det taes månedlige prøver fra 3 dyp (1 m, 20 m, 50 m) ved st. 4 i Farrisvann.

6.10 Undersøkelse i forbindelse med forekomst av blågrønnalger

Overvåking av algesituasjonen skal foregå lokalt (Larvik kommune) i områdene nær drikkevannsinntaket.

Ved signaler fra denne undersøkelse om økende forekomst av blågrønnalger, vil de innsamlede og lagrede planteplanktonprøvene (se pkt. 6.4) bli analysert. I hvilken grad ytterligere prøver bør tas og om gifttester skal foretas, bør diskuteres ut fra den aktuelle situasjon.

Vi vil imidlertid anbefale at eventuell blågrønnalgeforekomst i Goringen følges opp lokalt og samtidig med undersøkelsene i Farrisvann.

7. OMKOSTNINGER

Omkostningene med de foreslåtte undersøkelser avhenger i høy grad av hvor stor del av arbeidet som kan utføres lokalt. Det er derfor vanskelig å antyde noe eksakt prisoverslag før arbeidsfordelingen er diskutert.

Følgende kostnadsoverslag må betraktes som et foreløpig estimat.

- Registrering av forurensningsaktiviteter (pkt. 6.1)

Dette arbeidet antar vi best kan utføres av Miljøvern-avdelin/kommuner. Beregning av teoretisk forurensningstilførsler utføres av NIVA. Vi antar at dette medfører 4 dagsverk à kr. 4.800 kr. 19.000
- Opplodding av innsjøer (pkt. 6.2)

Selve opploddingen kan foretas av lokale krefter.
Tegning av dybdekart og beregning av volumer og oppholdstider gjøres av NIVA:
2 dagsverk à kr. 4.800.- " 12.000
- Undersøkelse av eutrofisituasjonen (pkt. 6.4)

Analyseutgifter blandprøver " 16.000
" vertikalserie " 13.000
Feltarbeid:(NIVA) 8 dgr. à 2 pers.+ reiseomk. " 85.000
- Undersøkelse av fargetall-økning (pkt. 6.5)

Analyseutgifter 57 prøver à kr. 420.- " 24.000
Feltarbeid (samtidig med øvrig prøvetak.)..... " 0
- Undersøkelse av forsuring (pkt. 6.6)

Analyseutgifter 5 prøver à kr. 615.- " 3.075
Feltarbeid: 1 dager à 2 pers. + reiseomk. (NIVA).. " 12.000
- Undersøkelse av barkfylling (pkt. 6.7)

Analyseutg. 24 prøver à kr. 1.565.- " 37.560
Feltarbeid: 4 dgr. à 2 pers.+ reiseomk. (NIVA) " 45.000
- Undersøkelse av org. mikroforurensning (pkt. 6.8)

Analyseutg. 4 prøver à 5.600.- " 22.400
Feltarbeid: 2 dgr. à 2 pers. + reiseomk. (NIVA)... " 23.000

- Undersøkelse av tarmbakterier (pkt. 6.9)

Vi antar at disse undersøkelser kan utføres av de lokale næringsmiddel-/veterinær-myndigheter som følgelig også må kostnadsberegne arbeidet.

- Undersøkelse av blågrønnalger (pkt. 6.10).

Denne undersøkelse er uviss og derfor vanskelig å kostnadsberegne på nåværende tidspunkt.

- Bearbeidelse av data - rapportering

Vi antar 4 ukeverk for selve rapporteringen (NIVA).....	ca.	100.000
Maskinskrivning, tegnearb. trykking	"	50.000
	<u>ca. kr.</u>	<u>150.999</u>

- Sum omkostninger

Analyseutgifter	kr.	116.035
Registrering av forur.kilder	"	19.200
Opplodding	"	12.000
Feltarbeide	"	165.000
Rapportskriving	"	150.000
	<u>kr.</u>	<u>462.235</u>
		=====

Vi antar at mye av registrerings- og feltarbeidet kan utføres lokalt. I så fall vil de totale omkostninger bli kraftig redusert.

8. FREMDRIFT

Det forutsettes at arbeidet starter umiddelbart (mai 1991). Vi antar at rapporten da vil være ferdig i juni 1992.

9. OPPFØLGINGSPROGRAM

Endelig oppfølgingsprogram vil vi kunne ta standpunkt til når hovedundersøkelsen er gjennomført.

Vi antar imidlertid at eutrofiutviklingen kan følges ved at det tas månedlige prøver i sommersesongen på to stasjoner (st. 2 og st. 4). Analyseprogram og antall prøver vil bli som foreslått i pkt. 6.4.

Analyseomkostningene med dette vil bli ca. kr. 10.000 (1991-kroner). I tillegg kommer feltarbeide og rapportering.

Antar vi ett ukeverk for rapportering vil dette ut fra NIVA priser bli ca. kr. 25.000.- + maskinskrivning og diverse omkostninger.

Kan feltarbeidet utføres lokalt vil de årlige omkostninger med den foreslåtte oppfølgingsundersøkelse bli omkring 40.000 - 50.000 kroner.

Vi forutsetter at forekomst av blågrønnalger følges opp lokalt; likedan vannets innhold av tarmbakterier. Vi går ut fra at fargetallene følges opp ved vannverkene.

Bilag 3



FYLKESMANNEN I VESTFOLD

MILJØVERNAVDELINGEN

NIVA v. H. Holtan
postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
J. nr.:	4220/91
Sak nr.:	90087/87/173
Mottatt:	10.10

Deres ref.

Vår ref. 2500/91
731.73 Farris

Dato 09.10.1991

(HOL)
GHO
WAG
SKU

UNDERSØKELSE AV FARRIS-SILJANVASSDRAGET I 1991

Vi viser til telefonsamtale med Hans Holtan d. 27. september og forslaget til undersøkelsesprogrammet for Farris-Siljan - vassdraget i 1991.

NIVA's forslag med omkostninger innebar at NIVA gjennomførte hele overvåkingen med feltarbeid, analysering og rapportering. I forslaget var det skissert hvilke undersøkelser som burde gjennomføres etter oppdrag fra fylkesmannen i Vestfold.

Etter gjennomgang og diskusjon i arbeidsgruppen for Farris (fylkeskommunen, VIV og Larvik kommune) er vi kommet fram til følgende:

1. Registrering av forurensningsaktiviteter trekkes ut (pkt. 6.1)
2. Oppplodding av innsjøer trekkes ut (pkt. 6.2)
3. Feltarbeid og analysering gjennomføres lokalt av Larvik kommune og VIV. (pkt. 6.4, 6.8, 6.9)
4. Forsurdelen trekkes ut (pkt. 6.6)
5. Til undersøkelse av fargetalløkingen er det engasjert en egen person. Innhenting og bearbeiding av data skulle være avsluttet pr. idag.
6. Undersøkelse av barkfylling utsettes til 1992 (pkt. 6.7)
7. Undersøkelse av blågrønnalger. Feltarbeid og bearbeiding utføres lokalt dersom det er mistanke om vannblomst. Pr. 9.10 har det ikke vært antydning til vannblomst, og denne delen trekkes derfor ut (pkt. 6.10).

Undersøkelsesopplegg/status

- ./.. Vedlagt følger en oversikt over undersøkelsesprogrammet som er gjennomført lokalt, med prøvetakingsfrekvens, antall prøvestasjoner og parametre. En siste runde gjennomføres i november.

Disse data vil sammen med data om forurensningsaktiviteter bli sendt til NIVA for bearbeiding og rapportering i slutten av november. Fargetallsundersøkelsen skal også inngå i rapporten.

Data om dybdeforhold, beregninger av volum i de ulike innsjøene og oppholdstid foreligger i tidligere rapporter.

NIVA'S engasjement i overvåking av Farris-Siljanvasdraget 1991

Vi ber NIVA komme med en pris og tidsramme for sin del av engasjementet i Farrisovervåkingen 1991:

- Bearbeiding av data og rapportering. Rapporten skal gi en vurdering av dagens situasjon når det gjelder vannkvalitet og nødvendige tiltak.

Årets undersøkelse skal danne grunnlag for oppfølging i 1992, og vi ønsker derfor også at rapporten vurderer et slikt opplegg. Av hensyn til oppfølgingen i 1992 som vi ønsker å sette igang i løpet av mai måned, må vi ha rapporten ferdig innen 1. mars 1992.

Dersom det er uklarheter fra vår side, ber vi dere ta kontakt så fort som mulig, slik at vi snarest kan få ferdig en aksept på tilbudet fra NIVA.

Med hilsen

Werner Olsen

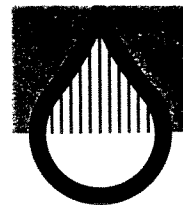
Werner Olsen (e.f.)
fylkesingeniør

Anne Skov

Anne Skov
fiskeforvalter

Saksbehandler: Anne Skov

Bilag 4



Fylkesmannen i Vestfold
Miljøvern avdelingen
Stoltenberggt. 38
3100 TØNSBERG

Postadresse
Postboks 69 Korsvoll
0808 Oslo 8
Telefon (02) 23 52 80
Brekkeveien 19
Postgiro 0813 5196712
Bankgiro 6094.05.11421
Telex 74 190 niva n
Telegramadresse Niva, Oslo
Telefax (02) 39 41 89

Deres ref.	Deres brev av	Vår ref.	Dato
2500/91 731.73 Farris	9.10.1991	HOL/LID J.nr. 4220/91 S.nr. 90087/87173	18. oktober 1991

UNDERSØKELSE AV FARRIS-SILJANVASSDRAGET I 1991

Vi viser til Deres brev av 9.10. 1991 hvor vi blir bedt om pris og tidsramme for å

- bearbeide data og utarbeide rapport for Farrisovervåkingen i 1991. Rapporten skal gi en vurdering av dagens situasjon når det gjelder vannkvalitet og nødvendig tiltak. På bakgrunn av rapporten skal det også antydes hvilke overvåkingsundersøkelser det bør legges opp til i 1992. Videre forutsettes det at rapporten skal være ferdig innen 1. mars. 1992. Som retningsgivende for arbeidets omfang er det lagt ved en oversiktstabell som viser hvilket observasjonsmateriale som skal rapporteres.

Under forutsetning av at alle analyse-, observasjons- og registreringsdata er oss i hende innen utløpet av november 1991, vil rapporten kunne utarbeides innen 1. mars 1992. Med data menes her:

- kjemiske data og felldata.
- klorofyll og eventuelle biologiske data
- bakteriologiske data
- vannføringsdata for 1991
- innsjødata (Oppdalsvann, Gorningen, Lakssjø) inklusiv volum og teoretisk oppholdstid
- data om endringer i forurensningsaktiviteten siden forrige gang slike ble rapportert. Det må gå klart fram i hvilke områder av nedbørfeltet eventuelle endringer har funnet sted. Større punktkilder bør avmerkes på kart.
- stasjoner, arealer osv. må være entydig beskrevet og fortrinnsvis avmerket på enkle kartskisser.
- Vi antar at de fleste analyser er utført i henhold til Norsk Standard. Hvis ikke må de være beskrevet.
- Prøveserien som er planlagt gjennomført i mars 1992, kan selvfølgelig ikke bli med i rapporten.

Under forutsetning av at dataene foreligger på en ryddig og oversiktlig form, vil rapporten kunne utarbeides innenfor et beløp på kr. 90.000.

Med hilsen
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Hans Holtan

Bilag 5



FYLKESMANNEN I VESTFOLD
MILJØVERNAVDELNINGEN

HOL
DAG
MER
OVE

NIVA v. Holtan
Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

NORSK INSTITUTT FOR VANNEFORSKNING	
J. nr.	4937/91
Sak nr.	90087/87173
Meno	5.12
Vår ref. 2628/91	Dato 2.12.91

731.73 Farris

UNDERSØKELSE AV FARRIS-SILJANVASSDRAGET I 1991

Vi viser til vårt brev av 9. oktober og Deres brev av 18. oktober 1991 angående pris og tidsramme for bearbeiding og rapportering av Farrisovervåkingen i 1991.

4 220/91

Rapporten skal ut fra årets analyse-, observasjons- og registreringsdata gi en vurdering av dagens situasjon mht. vannkvalitet og nødvendige tiltak. På bakgrunn av dette skal rapporten også gi en tilråding om hvilke overvåkingsundersøkelser det eventuelt bør legges opp til i 1992.

NIVA har kommet med tilbud for bearbeiding av data og utarbeiding av rapport for Farris-Siljanvassdraget innenfor et beløp på 90.000 kroner. Under forutsetning av at nødvendig data er sendt NIVA innen 1.12.91, skal rapporten være utarbeidet innen 1. mars 1992. Nødvendige data er beskrevet i NIVA sitt brev.

Fylkesmannen i Vestfold aksepterer prisrammen på kr. 90.000 og tidsrammen pr. 1. mars 1992. Pengene vil bli utbetalt når rapporten foreligger.

Når det gjelder innsjødata om Oppdalsvann, Gorningen og Lakssjø viser vi til NIVA-rapportene "Overvåking av Farris-Silja vassdraget 1982-1984, Del A og B" (NIVA-rapportene 0-8000227).

Vi takker foreløpig for godt samarbeid og ser fram til resultatet av årets undersøkelser.

Med hilsen

B. Strandli
Bjørn Strandli
fylkesmiljøvernssjef

Werner Olsen
Werner Olsen
fylkesingeniør

Kopi av brevet er sendt:
Vestfold Interkommunale Vannverk V/Mollat
Larvik kommune, Næringsmiddelstilsynet

Bilag 6

Tabell 2. Farris-Siljanvassdraget - innsjøer. Analyseresultater fra vertikalserier.

Parameter m dyp	4. september 1991						28. august 1991							
	St. I Oppdalsvann		St. II Gorningen		St. III Farris N		St. IV Farris S		St. III Farris N		St. IV Farris S			
	1	15	1 m fra bunnen	1	20	1 m fra bunnen	1	20	1	20	1	20	50	115
pH	6,50	5,65	5,60	6,30	5,55	5,45	6,65	6,05	5,80	6,65	6,00	6,05	6,05	6,20
Fargetall	25	35	40	30	40	60	10	15	20	10	10	15	15	20
Turbiditet, FTU	0,50	0,57	0,65	0,33	0,51	1,40	0,37	0,31	0,27	0,37	0,25	0,22	0,22	2,20
Tot.fosfor, µg P/l	6,5	6,0	8,5	6,0	7,5	10,0	5,0	7,0	5,5	7,0	5,0	6,0	6,0	15,0
Ortofosfat, µg P/l	2,5	2,5	2,5	3,5	3,0	4,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	3,0	3,0	9,0
Tot.nitrogen, µg M/l	378	503	480	365	405	395	513	588	585	568	620	588	588	610
Nitrat, µg N/l	239	405	413	152	193	205	370	464	450	424	509	520	520	522
TOC, mg C/l	5,19	3,21	5,46	5,98	5,94	5,96	3,28	1,69	3,49	3,11	3,23	3,33	3,33	

Tabell 3. Farris-Siljanvassdraget - innsjøer. Temperatur og oksygenresultater.

m dyp	St. I Oppdalsvann			St. II Gorningen			St. III Farris N			St. IV Farris S		
	11/6 1991			11/6 1991			29/5 1991			28/8 1991		
	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂
0	13,0	10,0	98,0	14,2	10,4	104,7	10	11,0	100,7	18,6	9,2	101,3
1	12,8	10,0	97,7	13,8	10,0	99,8	10	10,9	99,8	18,6	9,2	101,3
2	12,8	10,0	97,7	13,6	10,1	100,4	9,8	10,9	99,3	18,6	9,1	100,2
3	12,6	10,0	97,2	13,6	10,2	101,4	9,4	10,9	98,4	18,6	9,1	100,2
4	12,1	10,0	96,2	13,0	10,1	99,0	9,1	11,0	98,6	18,5	9,1	100,0
5	12,0	10,2	97,8	12,0	10,3	98,8	8,9	11,0	98,0	18,5	9,1	100,0
7	8,9	10,6	94,5	9,0	10,6	94,7	8,0	11,1	96,8	18,5	9,0	98,9
10	7,5	10,6	91,3	7,1	10,7	91,2	7,0	11,3	96,1	12,8	9,2	89,8
12	7,2	10,5	89,7	6,5	10,8	90,7	6,8	11,3	95,6	9,6	9,5	86,1
15	6,9	10,6	89,9	6,2	10,8	90,0	6,2	11,3	94,2	7,3	10,0	85,7
17	6,8	10,6	89,7	6,1	10,8	89,8	6,0	11,4	94,5	6,9	10,2	86,5
20	*6,6	*10,5	*88,4	5,9	10,8	89,3	5,9	11,4	94,3	6,6	10,4	87,5
25				5,8	10,8	89,1	5,8	11,2	92,4	6,5	10,4	87,3
30				5,5	10,8	88,4	5,3	11,2	91,2	6,4	10,3	86,3

* = 19 m

Tabell 4. Farris - Siljanvassdraget. innsjøer. Bakteriologiske analyseresultater

Dato 1991	Sted	Dyp, m	Termostabile kolif.bakt. filter pr. 100 ml	Koliforme bakt. 37°C, filter pr. 100 ml	Tot.bakt. 20 °C pr. ml
11/6	St. I Oppdalsv.	6	0	0	35
"	St. II Gorningen	5	0	0	39
29/5	St. IV Farris S	1	0	0	68
26/6	"	1	0	0	19
24/7	"	1	1	16	-
28/8	"	1	0	0	-
25/9	"	1	0	95	-
23/10	"	1	0	12	26
29/5	St. IV Farris S	20	0	0	21
26/6	"	20	0	0	10
24/7	"	20	0	0	-
28/8	"	20	0	0	-
25/9	"	20	1	53	-
23/10	"	20	0	8	52
29/5	St. IV Farris S	50	0	0	21
26/6	"	50	0	0	8
24/7	"	50	0	0	-
28/8	"	50	0	0	-
25/9	"	50	0	51	-
23/10	"	50	0	23	32

Tabell 5. Tilløpsbekker Farris 1991. Totalfosfor i $\mu\text{g P/l}$.

St. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Månedssnedbør i mm
Dato	Vassvikb.	Tyskh.b	Kleppb.	Omsl.b.	Sandv.b	Vrangh.b	Lyseb.b	Breid.b	Onob.	Fossaneb.	Dammenb	Gopleb.	
29/5	9	-	8	-	9	9	8	13	9	8	7	15	0,0
16/6	183	8	8	18	-	11	14	24	8	8	18	14	92,7
24/7	95	12	14	21	11	11	19	15	18	10	13	17	76,2
28/8	68	-	8	12	9	11	10	80	12	8	22	15	28,6
25/9	89	5	4	10	5,5	5,5	12	12	11	11	14	21	102,0
23/10	155	4,5	7	10,5	7,5	8,5	6,5	9,5	4,5	10	13	46	88,6
Middel	99,8	7,4	8,2	14,3	8,4	9,3	11,6	25,6	10,4	9,2	14,5	21,3	

Stasjoner i bekker/elver:

- | | | | |
|--------|-----------------------------|---------|-----------------|
| St. 1: | Vassvikbekken | St. 7: | Lysebobekken |
| St. 2: | Tyskhusbekken | St. 8: | Breidalsbekken |
| St. 3: | Kleppanebekken | St. 9: | Onobekken |
| St. 4: | Omslandsbekken | St. 10: | Fossanebekken |
| St. 5: | Bekk ved Sandviksrørningen | St. 11: | Dammenbekken |
| St. 6: | Vranghølen (elv fra Siljan) | St. 12: | Gopledalsbekken |

Tabell 6. Tilløpsbekker Farris 1991. Total nitrogen i µg N/l.

St. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Månedss -nedbør i mm
Dato	Vassvikb.	Tuykh.b	Kleppb.	Omsl.b.	Sandv.b	Vrangh.b	Lysebob.	Breid.b	Onob.	Fossaneb.	Dammenb	Gopleb.	
29/5	660	-	373	-	358	370	500	750	380	550	680	1250	0,0
26/6	1570	495	490	423	-	420	415	2070	563	448	435	1280	92,7
24/7	1350	500	680	1000	400	530	420	308	555	412	465	1422	76,2
28/8	3345	-	530	568	530	353	633	950	540	483	473	898	28,6
25/9	1975	768	735	1760	283	400	1090	1660	2120	1838	585	2338	102,0
23/10	2110	937	902	1320	590	458	505	1280	675	623	708	1535	88,6
Middel	1835	675	618	1014	432	422	594	1170	806	726	558	1454	

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

St. 7: Lysebobecken
 St. 8: Breidalsbekken
 St. 9: Onobekken
 St. 10: Fossanebekken
 St. 11: Dammenbekken
 St. 12: Gopledalsbekken

Tabell 7. Tilløpsbekker. Farris 1991. Bakteriologiske analyseresultater.

St. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Månedssnedbør
Dato	Vassv.b.	Tyskh.b.	Klepp.b	Omsl.b.	Sandv.b	Vrangh.b	Lysebob.	Breid.b	Onob.	Fossaneb.	Dammenb	Gople.b	i mm
Koliforme bakterier, 37 °C, filter/100 ml													
29/5	4	-	2	-	70	17	0	9	13	8	-	1600	0,0
24/7	1230	60	78	1770	238	272	95	170	44	170	380	910	76,2
28/8	>1600	-	46	23	13	11	23	49	11	33	221	542	28,6
Koliforme bakterier, 37 °C, rørmotoden/100 ml													
26/6	918	33	31	221	-	33	70	130	0	49	542	>1600	92,7
25/9	918	49	23	221	23	348	348	>1600	348	918	918	>1600	102,0
23/10	79	79	17	221	22	22	23	109	11	240	345	278	88,6
Termostabile koliforme bakterier, filter/100 ml													
29/5	4	-	0	-	21	0	-	9	13	2	-	79	0,0
24/7	290	2	4	220	2	11	48	122	3	18	290	90	76,2
28/8	>340	-	11	8	8	7	0	49	8	33	21	12	28,6
Termostabile koliforme bakterier, rørmotoden/100 ml													
26/6	542	8	8	33	-	7	21	27	-	11	39	>1600	92,7
25/9	109	7	8	130	23	348	348	1600	348	130	918	918	102,0
23/10	27	49	4	172	17	11	0	109	11	34	345	130	28,6

Bilag 7

Tab 1 : Månedlig tilslig ved utløp av Farrisv. Benevning: Mill, m³

AR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	TOTALT	GJ.SNITT	MAX	MIN
1960	46,80	15,30	11,10	62,05	32,70	17,30	75,00	13,05	28,10	41,10	87,00	54,50	484,00	40,33	87	11,1
1961	20,80	16,10	52,70	22,25	23,85	5,80	4,65	14,55	38,85	118,25	132,63	8,40	458,83	38,24	132,63	4,65
1962	30,90	15,20	6,00	64,90	99,70	13,50	15,70	82,90	28,90	13,45	51,50	16,00	438,65	36,55	99,7	6
1963	0,70	-0,70	-0,10	65,40	83,50	15,20	9,50	84,30	42,20	38,60	54,84	13,10	406,54	33,88	84,3	-0,7
1964	3,00	1,10	5,00	28,10	35,00	20,00	17,50	11,60	23,60	70,80	31,00	50,80	297,50	24,79	70,8	1,1
1965	30,90	6,10	5,60	70,30	50,30	18,10	34,10	19,20	103,00	18,70	7,50	5,30	369,10	30,76	103	5,3
1966	5,10	5,90	21,40	36,40	107,80	23,65	2,15	22,40	24,60	69,55	54,35	60,00	433,30	36,11	107,8	2,15
1967	7,00	13,50	83,60	74,90	97,20	26,10	3,10	13,80	28,60	92,00	110,10	14,40	564,30	47,03	110,1	3,1
1968	2,90	8,40	39,80	71,30	42,30	17,10	6,40	1,30	39,70	77,10	40,80	14,60	361,70	30,14	77,1	1,3
1969	12,30	8,90	1,20	100,50	72,40	6,20	2,80	9,80	16,20	16,90	28,90	6,40	282,50	23,54	100,5	1,2
1970	4,80	3,00	3,70	35,30	80,10	7,10	24,60	6,70	50,80	47,00	108,70	38,80	410,60	34,22	108,7	3
1971	18,40	15,10	12,90	50,50	53,20	2,80	7,10	10,70	1,10	6,70	9,60	41,00	229,10	19,09	53,2	1,1
1972	4,80	4,70	22,60	93,40	57,00	15,20	25,00	31,80	2,40	10,10	13,00	30,20	310,20	25,85	93,4	2,4
1973	17,10	18,20	20,30	30,20	37,80	11,30	10,00	9,00	15,60	16,70	3,20	4,60	194,00	16,17	37,8	3,2
1974	33,20	51,20	28,90	37,20	9,10	7,70	6,80	-0,20	69,00	79,90	58,50	27,40	408,70	34,06	79,9	-0,2
1975	72,40	7,10	5,20	29,30	46,10	10,30	-2,80	-3,00	28,80	30,90	38,10	27,10	289,50	24,13	72,4	-3
1976	13,00	-3,40	8,70	29,90	18,30	-0,40	-5,60	-8,30	1,10	95,60	46,60	24,30	219,80	18,32	95,6	-8,3
1977	5,90	6,80	45,40	19,70	128,30	29,70	-0,90	0,80	10,30	20,50	75,60	28,80	370,90	30,91	128,3	-0,9
1978	16,10	8,10	38,30	58,40	78,80	16,50	44,40	16,30	8,00	14,60	10,70	4,80	315,00	26,25	78,8	4,8
1979	-3,00	0,70	9,80	63,70	93,05	22,05	2,95	12,70	3,45	23,10	44,30	27,10	299,90	24,99	93,05	-3
1980	11,00	-1,00	-2,05	52,00	25,70	31,60	15,70	14,55	19,82	74,28	16,55	13,35	271,50	22,63	74,28	-2,05
1981	8,75	0,30	2,90	12,35	27,50	34,50	12,90	-2,60	22,10	73,05	45,30	9,90	246,95	20,58	73,05	-2,6
1982	6,69	-0,94	33,25	94,55	59,24	4,11	3,65	-0,45	23,65	71,50	75,60	44,45	411,65	37,42	94,55	-0,94
1983	37,53	9,35	35,12	63,80	118,50	1,00	-0,55	-5,70	32,00	41,90	8,25	1,15	342,35	28,53	118,5	-5,7
1984	18,00	7,75	4,65	53,72	48,80	27,30	2,25	10,35	6,10	113,00	52,60	78,40	422,92	35,24	113	2,25
1985	15,95	3,50	10,05	34,40	88,50	2,28	14,00	71,65	42,65	17,90	26,40	9,20	336,48	28,04	88,5	2,28
1986	7,48	6,37	8,50	42,92	112,28	6,90	-5,80	10,00	25,45	25,70	71,20	41,73	352,73	29,39	112,28	-5,8
1987	7,65	1,82	3,77	87,70	67,50	30,65	4,25	11,16	39,84	124,92	54,08	12,60	445,94	37,16	124,92	1,82
1988	62,25	45,05	13,90	94,30	94,35	10,45	48,29	63,64	55,80	56,09	8,19	4,80	557,11	46,43	94,35	4,8
1989	9,74	15,02	57,84	73,10	0,02	-4,43	-4,96	8,61	-2,27	16,10	61,29	11,73	241,79	20,15	73,1	-4,96
1990	22,43	120,86	29,56	29,61	4,08	5,88	22,95	1,86	10,43	12,59	43,39		303,64	27,60	120,86	1,86

Tab. 3 ; Farrisv., LOV. Konduktivitet , mS / m ,målt av KNT

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT
1960													
1961													
1962 x						3.12	3.15	3.16	3.12		3.17		
1963 x		3.14		3.15				3.10			3.18		
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970							3.50				3.10		
1971 x													
1972 x			3.10										
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978									6.60				6.60
1979													
1980	4.60												4.60
1981													
1982													
1983													
1984													
1985													
1986													
1987								4.62			6.35		5.48
1988		3.80			3.72			3.88			3.61		3.75
1989													
1990													

x Analysen utförd ved NIVA

Tab. 4: Farrisv. VIV . pH målt ved VIV

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX	MIN
1960															
1961															
1962 x						6.4	6.3	6.3	6.3		6.2				
1963 x		6.3		6.3											
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971 x							6.24				6.17				
1972 x			6.20												
1973															
1974															
1975															
1976															
1977															
1978															
1979	6,20	6,20	6,20	6,30	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,00	5,50	6,13	6,30	5,50
1980	5,60	5,50	5,80	5,60	5,80	5,80	6,30	5,90	6,00	5,80	5,90	5,90	5,83	6,30	5,50
1981	6,30	6,50	6,60	6,50	6,20	6,52	6,69	6,61	6,65	6,66	6,85	7,07	6,60	7,07	6,20
1982	6,68	6,19	6,40	6,36	6,41	6,39	6,38	6,27	6,13	6,13	6,20	6,29	6,32	6,68	6,13
1983	6,25	6,33	6,35	6,30	6,28	6,35	6,35	6,30	6,19	6,15	6,19	6,23	6,27	6,35	6,15
1984	6,29	6,27	6,26	6,29	6,33	6,23	6,19	6,14	6,13	6,10	6,16	6,20	6,22	6,33	6,10
1985	6,25	6,24	6,21	6,23	6,21	6,12	6,15	6,10	6,10	6,04	6,16	6,16	6,16	6,25	6,04
1986	6,19	6,22	6,20	6,22	6,18	6,18	6,19	6,21	6,14	6,10	6,23	6,33	6,20	6,33	6,10
1987	6,36	6,26	6,27	6,28	6,27	6,19	6,20	6,13	6,15	6,12	6,16	6,49	6,24	6,49	6,12
1988	6,66	6,42	6,10	6,38	6,26	6,24	6,20	6,09	6,17	6,04	6,00	6,18	6,23	6,66	6,00
1989	6,32	6,34	6,48	6,58	6,50	6,56	6,52	6,61	6,53	6,53	6,76	6,28	6,50	6,76	6,28
1990	6,44	6,62	6,61	6,58	6,65	6,67	6,41	6,38	6,24	6,37	6,47	6,60	6,50	6,67	6,24

x Analyser udtaget ved NIVA

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX	MIN
1960															
1961															
1962															
1963				6,50									6,50	6,5	6,5
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969				6,20							5,80	6,38	6,13	6,38	5,8
1970			6,00	6,05	5,90	5,92	6,00	5,92	6,18	6,08	6,38	6,56	6,10	6,56	5,9
1971	6,38	6,33	6,38	6,47	6,30	6,23	6,28	6,40	6,38	6,18	6,34	6,35	6,34	6,47	6,18
1972	6,33	6,46	6,25	6,50	6,35	6,34	6,25	6,25	6,10	6,23	6,30	6,35	6,31	6,5	6,1
1973	6,44	6,40	6,25	6,38	6,45	6,40	6,40	6,35	6,35	6,27	6,40	6,43	6,38	6,45	6,25
1974	6,42	6,40	6,59	6,35	6,46	6,35	6,42	6,30	6,30	6,45	6,35	6,35	6,40	6,59	6,3
1975	6,45	6,47	6,33	6,34	6,28	6,25	6,33	6,25	6,26	6,28	6,28	6,35	6,32	6,47	6,25
1976	6,44	6,36	6,44	6,30	6,30	6,38	6,35	6,29	6,20	6,12	6,19	6,40	6,31	6,44	6,12
1977	6,30	6,33	6,23	6,23	6,24	6,24	6,20	6,20	6,13	6,03	6,28	6,30	6,23	6,33	6,03
1978	6,30	6,20	6,28	6,23	6,21	6,26	6,14	6,04	6,24	6,36	6,38	6,57	6,27	6,57	6,04
1979	6,55	6,39	6,28	6,37	6,50	6,45	6,43	6,20	6,24	6,34	6,56	6,25	6,38	6,56	6,2
1980	6,48	6,53	6,38	6,29	6,29	6,34	6,41	6,34	6,33	6,26	6,37	6,48	6,38	6,53	6,26
1981	6,48	6,23	6,37	6,26	6,43	6,39	6,50	6,29	6,36	6,36	6,46	6,52	6,39	6,52	6,23
1982	6,50	6,56	6,49	6,46	6,53	6,54	6,59	6,52	6,62	6,21	6,39	6,38	6,48	6,62	6,21
1983	6,47	6,46	6,60	6,47	6,44	6,36	6,53	6,33	6,29	6,12	6,24	6,40	6,39	6,6	6,12
1984	6,36	6,33	6,36	6,39	6,37	6,26	6,23	6,26	6,34	6,22	6,21	6,34	6,31	6,39	6,21
1985	6,29	6,27	6,29	6,31	6,39	6,31	6,25	6,18	6,23	6,19	6,30	6,49	6,29	6,49	6,18
1986	6,41	6,30	6,43	6,44	6,13	6,28	6,31	6,10	6,21	6,08	6,26	6,34	6,27	6,44	6,08
1987	6,30	6,30	6,29	6,17	6,33	6,21	6,00	5,98	6,05	6,16	6,10	6,14	6,17	6,33	5,98
1988	6,03	6,10	6,05	6,08	6,18	6,18	6,20	6,20	6,25	6,11	6,29	6,46	6,18	6,46	6,03
1989	6,25	6,53	6,25	6,20	6,31	6,21	6,32	6,23	6,40	6,06	6,55	6,31	6,30	6,55	6,06
1990	6,10	6,08	6,15	6,27	6,28	6,25	6,51	6,36	6,53	6,28	6,28	6,60	6,31	6,6	6,08

Tab. 7 ; Farrisv. VIV .,Fargetall målt ved VIV

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX	MIN
1960															
1961															
1962 *						22		21			17				
1963 *		23	24	19		21		26		22	27	25			
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971 *							14								
1972 *			15				14				16				
1973															
1974															
1975															
1976															
1977															
1978															
1979	9,69	15,00	10,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	5,00	5,00	5,00	6,72	15,00	5
1980	5,00	6,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	9,08	10,00	5
1981	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10
1982	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10
1983	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10
1984	11,00	10,00	11,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,17	11,00	10
1985	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	12,00	15,00	10,58	15,00	10
1986	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	14,00	15,00	14,92	15,00	14
1987	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	13,00	12,00	12,00	10,00	12,00	9,60	10,00	12,80	15,00	9,6
1988	12,00	11,00	20,00	17,00	19,00	20,00	19,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	18,17	20,00	11
1989	20,00	18,00	17,00	18,00	19,00	18,00	16,00	15,00	15,00	15,00	18,00	16,00	17,08	20,00	15
1990	14,00	16,00	16,00	15,00	14,00	16,00	15,00	15,00	14,00	13,00	11,00	10,00	14,08	16,00	10

* analyser utført ved NIVA (utførte prøver)

Tab. 9 ; Farrisv. LOV . Fargetall ,Pt / l, målt av KNT

AR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX.	MIN:
1960															
1961															
1962															
1963															
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971															
1972															
1973															
1974															
1975															
1976															
1977															
1978															
1979															
1980									15,00				10,83	15	7,5
1981					7,50	10,00			16,67	20,00	20,70	17,10	16,95	20,7	7,5
1982	12,50	15,83	15,00	16,25	18,33	18,00	17,50	15,56	15,00	12,78	15,00	13,75	15,62	20,56	12,5
1983	20,56	17,50	17,86	17,50	15,00	15,00	14,17	13,30	15,00	12,50	13,13	14,29	14,97	17,14	12,5
1984	14,50	14,44	16,43	16,00	15,00	17,14	15,63	15,00	15,63	12,50	18,13	19,00	14,94	19	10
1985	16,00	15,00	13,75	13,57	15,00	14,29	15,83	13,75	10,00	15,00	14,29	16,25	16,25	18,75	10
1986	18,75	17,50	12,50	14,17	18,33	14,17	18,00	16,00	17,50	17,50	20,00	22,50	16,74	22,5	12,5
1987	18,00	15,00	14,00	15,83	16,00	17,00	15,00	15,00	16,25	16,25	20,00	18,33	20,90	28,75	14
1988	18,75	25,00	25,00	28,75	20,00	22,50	15,00	20,00	18,75	18,75	20,00	15,00	20,26	26,67	13,75
1989	25,00	20,00	26,67	23,75	20,00	21,25	19,17	19,00	22,50	17,00	13,75	15,00	13,24	19	10
1990	15,00	19,00	18,75	14,17	12,50	12,50	14,00	10,00	10,00	10,00	11,25	11,67			

Tab . 10: Farrisv. VIV Turbiditet , FTU, målt ved VIV

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX.	MIN
1960															
1961															
1962						0.4		0.3			0.8				
1963		1.3	0.9	0.5	0.7	0.5		1.3		1.4	1.1	0.7			
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971							0.8				0.6				
1972			0.5												
1973															
1974															
1975															
1976															
1977															
1978															
1979	0.27	0.28	0.26	0.24	0.32	0.35	0.32	0.29	0.27	0.27	0.31	0.30	0.29	0.35	0.24
1980	0.33	0.32	0.28	0.30	0.36	0.28	0.31	0.28	0.25	0.27	0.28	0.28	0.30	0.36	0.25
1981	0.28	0.26	0.24	0.23	0.27	0.27	0.27	0.23	0.22	0.23	0.30	0.33	0.26	0.33	0.22
1982	0.37	0.33	0.37	0.37	0.38	0.41	0.41	0.44	0.42	0.38	0.35	0.43	0.39	0.44	0.33
1983	0.43	0.41	0.37	0.41	0.41	0.55	0.52	0.42	0.39	0.45	0.47	0.52	0.45	0.55	0.37
1984	0.59	0.46	0.47	0.41	0.46	0.41	0.42	0.38	0.28	0.35	0.41	0.44	0.42	0.59	0.28
1985	0.49	0.43	0.43	0.40	0.56	0.33	0.34	0.35	0.34	0.32	0.33	0.34	0.39	0.56	0.32
1986	0.35	0.32	0.37	0.30	0.46	0.46	0.44	0.46	0.38	0.32	0.40	0.41	0.39	0.46	0.3
1987	0.37	0.49	0.38	0.33	0.43	0.42	0.37	0.26	0.36	0.51	0.56	0.34	0.40	0.56	0.26
1988	0.61	0.53	0.48	0.43	0.50	0.47	0.45	0.47	0.30	0.26	0.26	0.28	0.42	0.61	0.256
1989	0.27	0.24	0.26	0.27	0.32	0.38	0.32	0.23	0.22	0.22	0.41	0.35	0.29	0.41	0.22
1990	0.33	0.35	0.35	0.30	0.28	0.24	0.25	0.28	0.21	0.16	0.18	0.18	0.26	0.35	0.16

Tab. 12 ; Farrisv. LOV. Turbiditet ,FTU, målt av KNT

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX	MIN
1960															
1961															
1962															
1963															
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971															
1972															
1973															
1974															
1975															
1976															
1977															
1978			0,24	1,01	1,37	0,92	0,86	1,36	1,70	5,32	10,56	0,95	2,43	10,56	0,24
1979	1,76	2,96	0,92	1,60	2,00	3,26	1,32	0,66	0,67	0,96	0,76	0,55	1,45	3,26	0,55
1980	0,58	1,13	0,71	0,53	0,56	0,50	0,56	0,57	0,58	0,35	0,46	0,53	0,59	1,13	0,35
1981	0,37	0,53	0,63	0,48	0,58	0,49	0,40	0,46	0,97	0,54	0,63	0,59	0,56	0,97	0,37
1982	0,53	0,69	0,51	0,68	0,70	0,49	0,70	0,52	0,60	0,50	0,57	0,58	0,59	0,7	0,49
1983	0,73	0,81	0,66	0,68		0,84	0,75	0,67	0,57	0,60	0,70	0,39	0,67	0,84	0,39
1984	0,49	0,43	0,42	0,69	0,59	0,74	0,73	0,58	0,56	0,66	0,66	0,56	0,59	0,74	0,42
1985	0,62	0,54	0,51	0,48	0,65	0,81	0,59	0,53	0,55	0,55	0,92	0,74	0,62	0,92	0,48
1986	0,58	1,09	0,94	1,24	0,83	0,69	1,78	1,00	1,34	1,62	0,52	0,50	1,01	1,78	0,5
1987	0,88	0,62	0,53	0,71	1,20	0,61	0,71	0,68	0,64	0,84	1,16	0,84	0,79	1,2	0,53
1988	0,87	1,25	1,09	1,09	1,00	1,38	1,05	1,33	2,07	1,11	1,34	3,48	1,42	3,48	0,87
1989	1,60	1,26	2,37	1,50	1,17	1,36	1,50	2,73	0,97	0,73	3,69	0,60	1,62	3,69	0,6
1990	0,82	1,15	0,80	0,72	0,53	0,49	0,59	0,83	0,62	0,66	0,56	0,98	0,69	0,98	0,49

Tab.14 ; Farrisv. LOV. Jern ,mg Fe /l, målt ved KNT

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX,	MIN.
1960															
1961															
1962															
1963															
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971															
1972															
1973															
1974															
1975															
1976															
1977															
1978															
1979								0,078		0,153	0,142		0,124	0,153	0,078
1980			0,034			0,078			0,053		0,069	0,095	0,074	0,095	0,053
1981	0,061	0,216	0,042	0,054	0,232	0,252	0,042	0,108	0,054		0,024	0,052	0,103	0,252	0,024
1982		0,179	0,238		0,380	0,176	0,050	0,272	0,204			0,060	0,195	0,38	0,05
1983	0,076	0,129	0,170	0,196		0,254	0,254		0,110		0,095		0,161	0,254	0,076
1984	0,063	0,038	0,075	0,126	0,065	0,112	0,165	0,390	0,076	0,367	0,033	0,077	0,132	0,39	0,033
1985														0	0
1986														0	0
1987		0,084		0,035	0,200	0,168		0,472			0,104	0,288	0,193	0,472	0,035
1988	0,410	0,248	0,196		0,23	0,170		0,381	0,140	0,080	0,210	0,280	0,235	0,41	0,08
1989		0,210		0,980	0,310	0,480	0,185	0,230	0,170	0,310	0,120		0,333	0,98	0,12
1990	0,200	0,140		0,610				0,002	0,088				0,208	0,61	0,002

Tab. 16: Farrisv. ,LOV. Mangan ,mg Mn/l , målt ved KNT

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	IGJ.SNITT
1960													
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970													
1971													
1972													
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978													
1979													
1980													
1981													
1982					0,018			0,020					0,019
1983													
1984													
1985													
1986													
1987					0,018			0,016				0,039	0,024
1988		0,005			0,008			0,008	0,002	0,032	0,016		0,012
1989		0,016		0,013	0,010	0,012		0,012			0,010		0,012
1990	0,013	0,017							0,073				0,034

Tab. 23 Farrisv., VIV. Sulfat , mg SO4 / l, målt av SIFF

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT
1960													
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970	0,00				0,00		0,00			0,00			0,00
1971	0,00												0,00
1972													
1973		7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00		7,00
1974	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,92
1975	7,00	8,00	7,00	8,00	7,50	9,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	8,00	7,46
1976	7,50	7,50	7,00	7,00	8,00	7,50	7,50	7,00	7,00	7,50	8,00	8,00	7,46
1977	7,50	8,50	8,50	8,00		7,50	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,95
1978	8,00	9,00	8,00	7,50	7,50		8,00	8,00	7,50	7,00	9,00	8,00	7,95
1979	8,00	7,50	8,00	7,50	8,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,96
1980	7,50	7,50	8,00	7,50	7,50	7,00	8,00		7,50	7,00	6,00	7,00	7,32
1981	8,00	7,00	7,00	7,00	6,00	7,50	6,50	7,00	7,00	7,00	6,50	6,50	6,92
1982	7,00	7,00	6,50	7,00	7,00	6,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,92
1983	7,00	7,00	7,00	5,50	7,00	6,50	7,00	6,50	7,00	7,00	7,00	6,50	6,75
1984	6,50	6,50	6,50	7,00	6,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,50	7,00	7,00	6,83
1985	6,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,50	6,00	6,50	6,00	6,50	6,50	6,00	6,63
1986	6,50	6,00	6,00	5,00	6,50	6,50	6,50	6,50	7,00	6,50	6,40	6,00	6,28
1987		6,00		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	5,00	5,00	5,70
1988	5,10	6,00	9,00	5,00	7,00	5,40	5,00	5,50	5,20	10,00	5,00	4,30	6,04
1989													
1990													

Tab. 24: Farrisv., VIV. Klorid , mg Cl / l , målt av SIFF

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT
1960													
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970	3,00			3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	3,30
1971	3,00	5,00	4,00	4,00	3,00		4,00	5,00	3,00	2,00	4,00	3,00	3,64
1972	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	2,00	3,42
1973		3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	9,00	3,80		3,88
1974	4,20	3,40	4,70	3,30	4,00	3,90	4,50	4,50	3,90	3,90	4,20	4,40	4,08
1975	4,00	4,20	4,20	4,10	4,20	4,10	4,10	3,80	4,00	4,00	4,00	4,20	4,08
1976	4,20	4,10	4,20	4,20	4,20	4,20	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,20	4,15
1977	4,20	4,00	4,20	4,20		4,00	3,90	4,00	4,00	3,90	4,00	4,10	4,05
1978	3,90	4,10	4,00	3,40	4,00		4,10	3,80	4,50	3,90	3,80	3,80	3,94
1979	3,70	3,50	3,50	3,70	3,50	3,60	3,60	3,60	3,90	3,70	3,70	4,90	3,74
1980	3,50	3,70	3,40	3,40	3,40	3,20	3,40		3,30	3,30	3,40	3,50	3,41
1981	3,50	3,40	3,50	3,40	3,70	3,50	3,60	3,50	3,40	3,50	3,40	3,70	3,51
1982	3,60	3,60	3,40	3,40	3,80	3,70	3,50	3,70	3,50	3,50	3,70	3,90	3,61
1983	3,80	3,80	3,80	3,90	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,81
1984	3,80	3,80	3,80	3,70	3,90	3,80	3,60	3,90	3,80	3,80	3,90	3,90	3,81
1985	4,80	3,80	3,80	3,90	3,70	3,80	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,40	3,77
1986	3,60	3,50	3,40	3,60	4,00	3,40	3,30	3,40	3,40	3,40	3,30	3,60	3,49
1987		3,60	3,00	4,00	4,00	3,60	3,40	4,20	4,00	4,00	4,00	3,10	3,72
1988	4,50	3,90	2,80	2,90	2,80	2,90	2,80	2,90	3,50	2,80	3,80	3,50	3,26
1989													
1990													

Tab. 26: Farrisv. VIV. Alkalitet ,meqv. /l, målt av SIFF

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT
1960													
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970	0,20			0,00	0,00	0,20	0,30	0,00	0,20	0,20	0,00	0,30	0,14
1971	0,20	0,05	0,10	0,20	0,10		0,00	0,30	0,10	0,00	0,10	0,10	0,11
1972	0,10	0,10	0,30	0,00	0,40	0,10	0,10	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,13
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978													
1979													
1980													
1981													
1982	0,09	0,12	0,14	0,15		0,07	0,27	0,19	0,14	0,10	0,09	0,14	0,14
1983	0,11	0,06	0,10	0,18	0,10	0,18	0,14	0,13	0,10	0,09	0,08	0,07	0,11
1984	0,08	0,17	0,13	0,07	0,10	0,09	0,08	0,07	0,08	0,11	0,18	0,09	0,10
1985	0,20	0,16	0,15	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,08
1986	0,06	0,06	0,05	0,05	0,22	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06
1987			0,05	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	0,05	0,05	0,04
1988	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
1989													
1990													

Tab. 28: Farrisv., LOV. Kimtall (20 °C), antall / ml, målt ved KNT

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT
1960													
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970													
1971						202,00	206,80	68,60	67,75	47,00	71,00	100,00	109,02
1972		243,60	188,00	265,00	448,00	240,50	88,50	111,00	52,50	55,80	235,00	467,00	217,72
1973	520,00	585,50	303,50	467,00	414,30	135,50	103,00	141,00	212,50	102,50	215,30	400,00	300,01
1974	500,00	500,00	467,00	425,00	334,00	169,30	64,40	53,25	45,20	84,50	273,30	433,00	279,08
1975	400,00	500,00	500,00	420,00	271,50	70,20	183,00	89,25	57,60	66,50	118,75	382,00	254,90
1976	386,00	153,30	88,20	128,80	107,00	87,75	53,50	38,75	47,50	74,75	290,20	175,50	135,94
1977	64,75	76,50	81,00	287,30	228,80	55,75	60,50	30,30	79,00	42,50	86,60	144,00	103,08
1978	76,00	63,75	23,25	172,30	94,40	44,00	22,00	51,50	29,00	25,60	29,75	30,00	55,13
1979	9,40	5,50	9,25	124,40	31,50	22,50	114,80	33,00	164,80	25,38	151,00	126,40	68,16
1980	37,70	39,00	22,63	118,30	51,80	45,67	32,78	36,00	24,20	38,40	102,14	65,86	51,21
1981	32,90	21,50	13,10	30,86	41,00	28,70	27,63	28,63	38,40	29,71	103,20	50,43	37,17
1982	16,00	10,25	9,90	40,67	28,00	28,20	33,00	36,89	31,44	36,13	78,11	98,00	37,22
1983	132,00	42,75	46,25	50,86	46,00	20,00	34,38	36,60	21,43	28,22	30,78	41,00	44,19
1984	38,00	17,33	5,71	16,30	47,67	22,57	15,25	27,30	28,88	11,30	32,13	41,43	25,32
1985	17,40	9,33	8,88	19,00	51,80	9,00	13,67	19,63	11,63	11,25	60,88	29,40	21,82
1986	19,44	7,75	10,14	6,00	45,70	15,33	19,67	43,14	21,71	11,63	31,34	27,57	21,62
1987	8,00	3,75	4,89	3,38	14,86	42,29	11,22	6,22	6,56	18,25	37,11	17,00	14,46
1988	74,63	103,10	44,43	28,14	18,25	12,56	7,57	4,38	3,38	13,00	8,11	13,67	27,60
1989	5,75	18,29	15,40	11,75	10,38	5,00	8,00	39,89	22,50	2,88	30,50	20,80	15,93
1990	60,70	53,75	49,25	32,13	22,25	15,00	9,50	20,25	19,25	13,30	12,25	16,50	27,01

Tab. 30: Farrisv. Viv. Kimtall , antall / ml , målt ved VIV.

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ. SNITT
1960													
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970													
1971													
1972													
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978													
1979	0,0	17,0	7,0	30,0	35,0	19,0	9,0	20,0	10,0	9,0	67,0	69,0	24,3
1980	54,0	28,0	22,0	38,0	36,0	15,0	16,0	13,0	21,0	26,0	71,0	63,0	33,6
1981	48,0	36,0	34,0	56,0	44,0	17,0	26,0	40,0	64,0	54,0	79,0	81,0	48,3
1982	58,0	50,0	41,0	52,0	37,0	15,0	18,0	20,0	29,0	31,0	49,0	48,0	37,3
1983	57,0	53,0	34,0	37,0	35,0	29,0	13,0	18,0	18,0	29,0	53,0	51,0	35,6
1984	46,0	41,0	34,0	44,0	43,0	29,0	23,0	32,0	40,0	39,0	54,0	76,0	41,8
1985	55,0	39,0	20,0	26,0	23,0	3,0	10,0	23,0	18,0	31,0	82,0	67,0	33,1
1986	44,0	23,0	24,0	19,0	40,0	23,0	20,0	32,0	29,0	41,0	74,0	68,0	36,4
1987	61,0	32,0	30,0	26,0	46,0	27,0	14,0	17,0	32,0	37,0	43,0	39,0	33,7
1988	66,0	276,0	60,0	31,0	19,0	10,0	21,0	26,0	23,0	36,0	48,0	51,0	55,6
1989	62,0	54,0	45,0	36,0	35,0	11,0	16,0	15,0	16,0	17,0	40,0	41,0	32,3
1990	82,0	97,0	51,0	65,0	34,0	20,0	27,0	32,0	56,0	66,0	108,0	22,0	55,0

Tab. 32: Farrisv. VIV. Koliforme bakt. (37°C), antall / 100ml, målt ved VIV

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT
1960													
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970													
1971													
1972													
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978							0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1979	0,012	0,280	0,000	0,000	0,000	0,000	0,940	0,850	0,420	0,280	6,000	3,000	0,982
1980	5,000	2,000	2,000	2,000	2,000	0,000	3,000	17,000	0,000	2,000	2,000	1,000	3,167
1981	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	3,300	1,000	0,375
1982	0,000	0,080	0,100	3,000	0,200	0,100	0,100	0,500	0,630	1,000	2,000	2,000	0,809
1983	11,000	3,000	0,500	0,070	0,000	0,070	0,100	0,000	0,230	0,870	0,570	1,480	1,491
1984	7,000	0,780	0,000	0,070	0,070	0,070	0,500	0,340	0,130	0,350	5,170	9,000	1,957
1985	2,610	0,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,190	0,070	0,548	1,130	0,770	0,449
1986	0,806	0,140	0,350	0,133	0,550	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,226	0,317
1987	0,225	0,071	0,000	0,100	0,000	0,270	0,065	0,320	0,000	2,230	0,900	0,194	0,365
1988	0,375	0,790	1,740	1,300	0,680	0,530	0,800	2,450	3,300	5,940	4,630	2,840	2,115
1989	3,387	3,030	1,810	0,700	1,260	1,360	1,387	0,290	0,600	0,256	3,670	2,130	1,657
1990	4,258	12,360	1,970	0,033	0,065	0,660	4,258	3,677	1,866	0,226	2,430	4,130	2,994

Tab. 33: Farrisv., LOV. E-Coliforme bakt. , antall /100 ml , målt ved KNT

ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX	MIN
1960															
1961															
1962															
1963															
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971															
1972															
1973															
1974															
1975															
1976															
1977								0,00	0,00	0,00	1,00	6,50	1,50	6,50	0,00
1978	3,50			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		2,00	0,61	3,50	0,00
1979	2,00						2,00	0,00	0,00	0,00	3,50	2,00	1,36	3,50	0,00
1980	1,40		0,00		0,00	1,50	0,40	0,00	2,00	12,30	4,86	4,00	2,65	12,30	0,00
1981	2,33			1,60	0,50	1,00	4,57	0,00	0,60	2,80	10,80	4,50	2,87	10,80	0,00
1982		5,00	2,25	1,00	5,00	1,70	3,25	1,60	0,86	4,50	7,22	12,63	4,09	12,63	0,86
1983	20,22	6,43	3,25	6,50	7,67	2,00	1,00	2,25	10,00	4,75	5,29	12,33	6,81	20,22	1,00
1984	17,89	1,00	2,00	5,00	0,00	1,20	0,40	3,50	4,30	3,44	6,13	10,00	4,57	17,89	0,00
1985	2,78	1,33	2,00	0,47	3,75	1,00	0,00	0,90	1,22	7,67	3,17	10,00	2,86	10,00	0,00
1986	3,00	0,50	1,00	0,00	3,57	0,00	0,66	0,00	0,00	2,00	8,50	8,67	2,54	8,67	0,00
1987	1,75				0,00	0,00	0,67	1,00	2,63	3,57	4,14	1,60	1,71	4,14	0,00
1988	11,13	6,00	1,00	3,25	2,00	1,00	2,25	3,43	2,83	6,00	3,71	2,00	3,72	11,13	1,00
1989	0,00	3,60	5,33	1,00	0,00	0,00	0,00	1,25	0,80	1,00	0,00	2,00	1,25	5,33	0,00
1990	5,71	7,88	1,71	2,50									4,45	7,88	1,71

Tab. 34 Farrisv. VIV. E-coliiforme bakt. (44°C), antall / 100ml , målt ved VIV															
ÅR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	GJ.SNITT	MAX	MIN
1960															
1961															
1962															
1963															
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971															
1972															
1973															
1974															
1975															
1976															
1977															
1978	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	1,00	0,00
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,58	0,33	0,09	0,58	0,00
1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,50	0,06	0,50	0,00
1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,01	0,10	0,00
1984	0,00	2,10	0,07	0,00	0,00	0,50	0,34	0,00	0,27	0,13	8,00	15,00	2,20	15,00	0,00
1985	2,48	0,18	0,13	0,07	0,16	0,00	0,00	0,00	0,20	0,42	1,80	1,00	0,54	2,48	0,00
1986	2,61	0,54	0,10	0,00	15,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,80	0,19	1,68	15,81	0,00
1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,43	0,07	0,08	0,43	0,00
1988	1,00	0,90	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,10	0,20	0,87	1,87	1,00	0,51	1,87	0,00
1989	0,58	0,64	0,13	0,03	0,03	0,07	0,32	0,10	0,07	0,03	0,47	0,26	0,23	0,64	0,03
1990	3,16	8,11	0,77	0,00	0,07	0,17	0,39	0,07	0,50	0,84	0,67	1,81	1,38	8,11	0,00

Fig. 1. Månedlig tilsig - gjennomsnitt maks. og min. i mill. m³ ved utløp Farrisv.

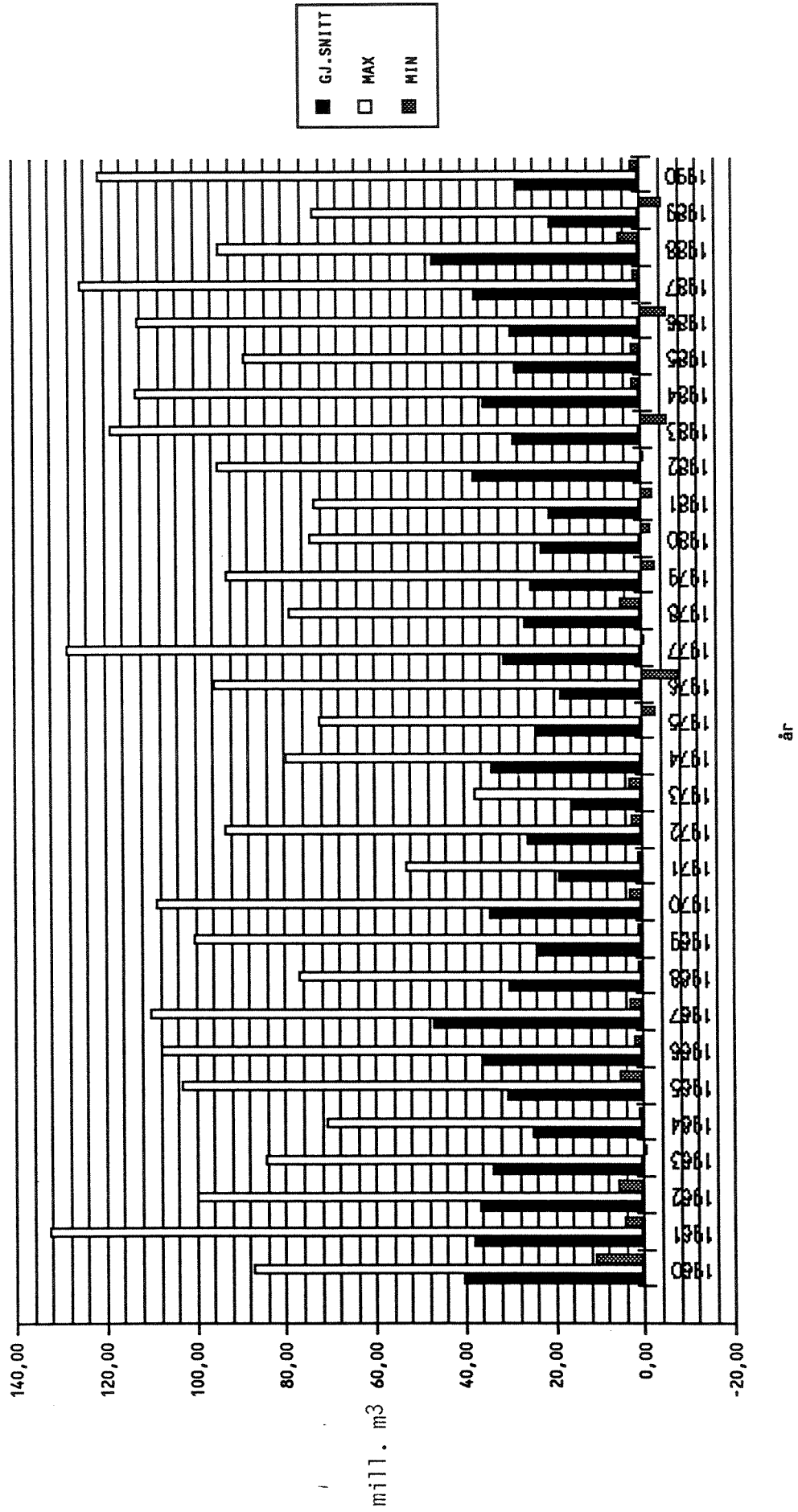
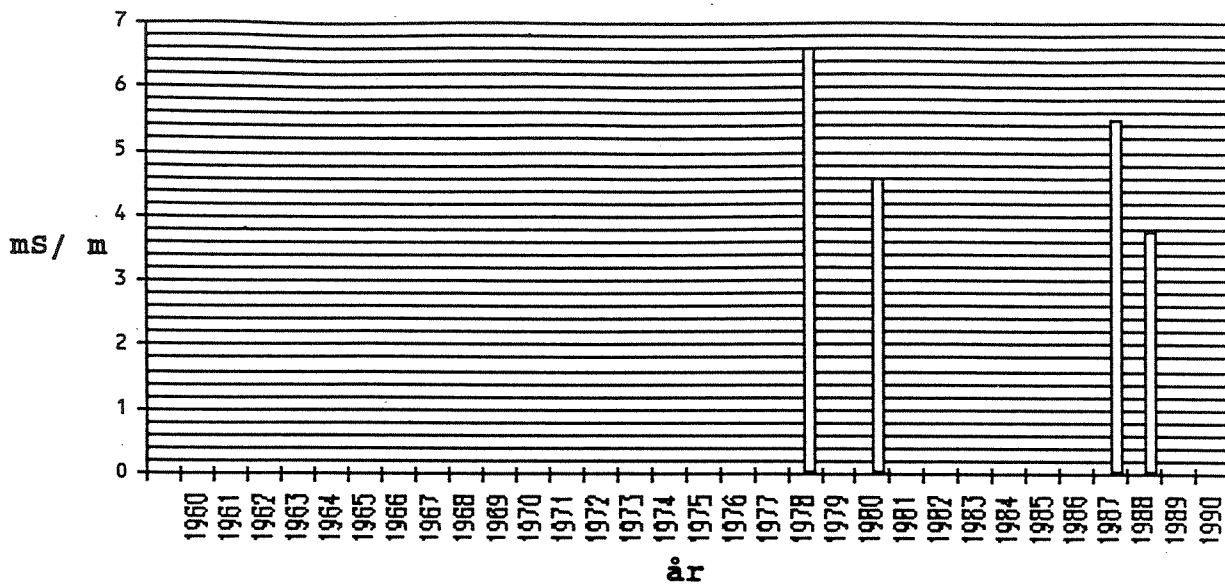


Fig. 2. **Konduktivitet ; års-middel verdier målt av KNT.**



**Konduktivitet ; årlige max.- ,min.- og middel-
verdier målt av SIFF**

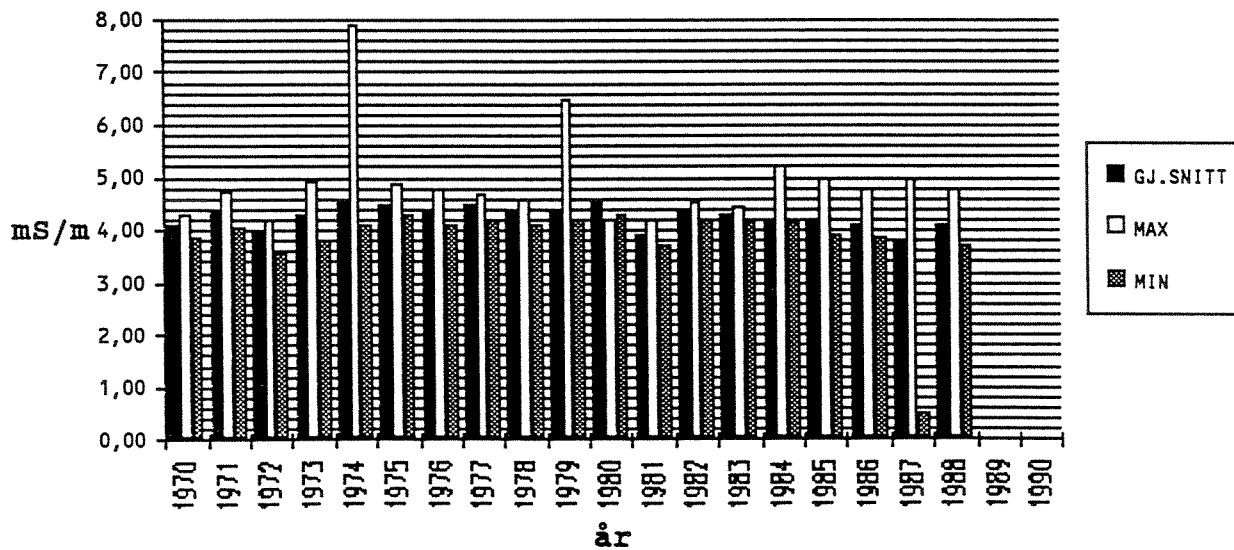
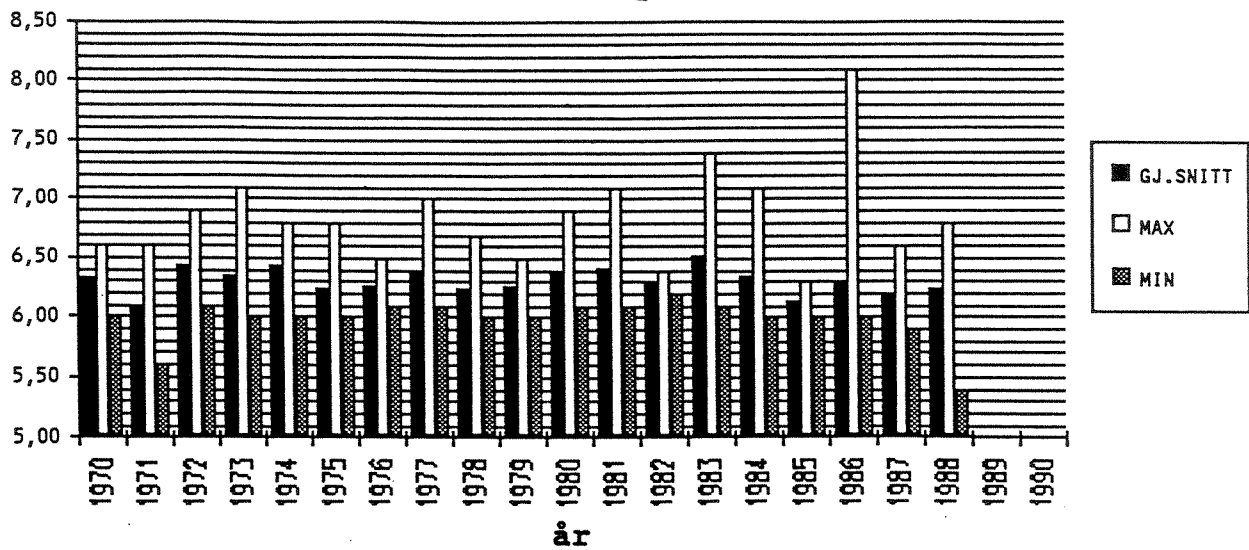
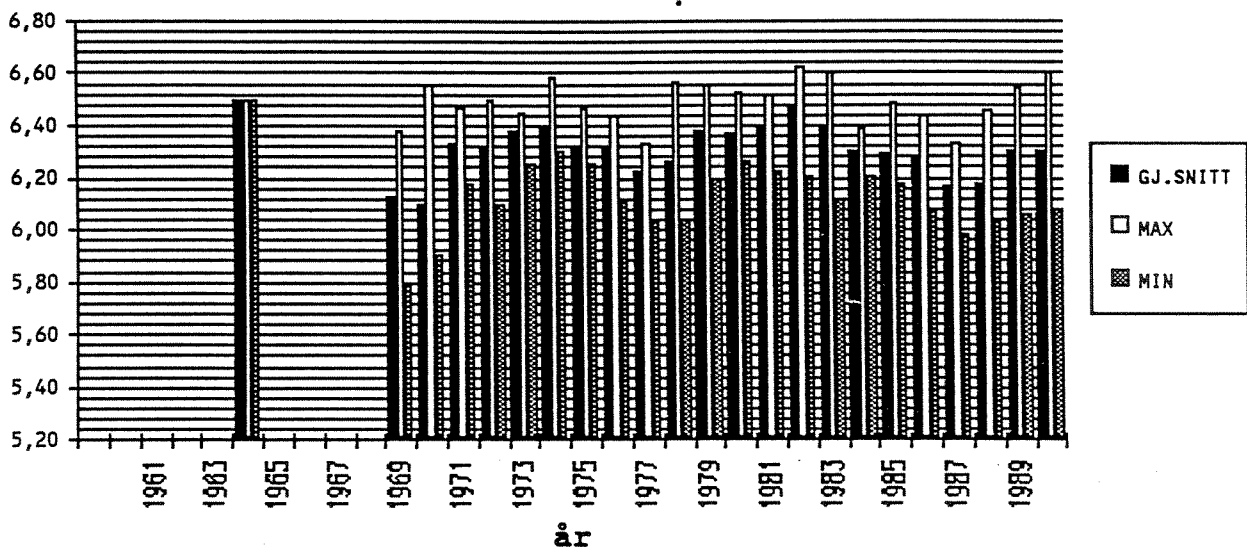


Fig.3. pH ; årlige max.- ,min.- og middel-verdier målt av SIFF



pH ; årlige max.- ,min.- og middel-verdier målt av KNT.



pH ; årlige max.- ,min.- og middel-verdier målt ved VIV.

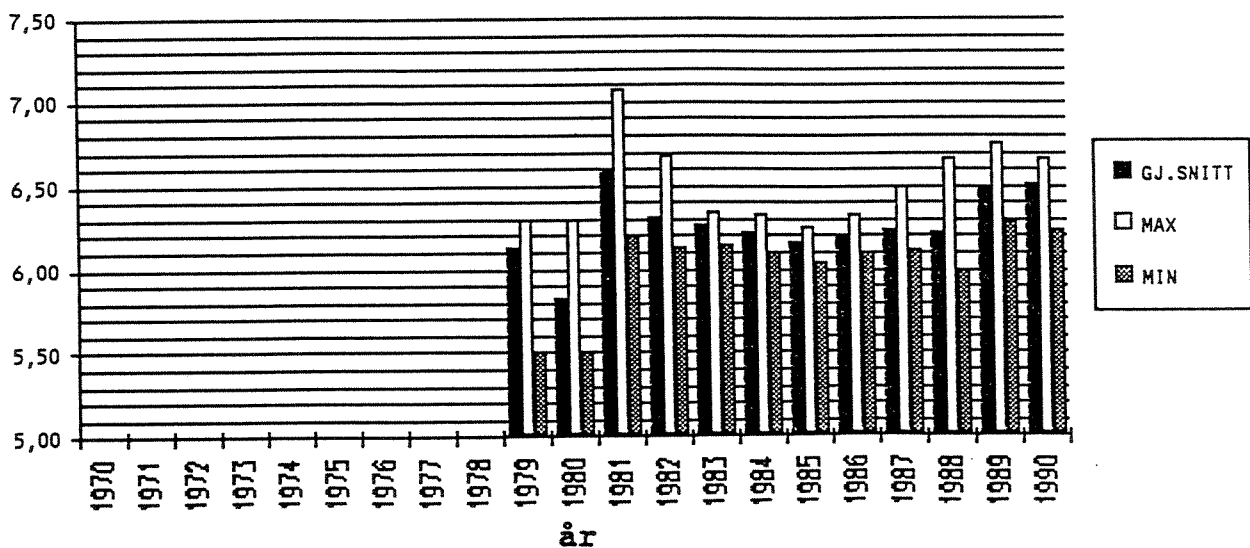
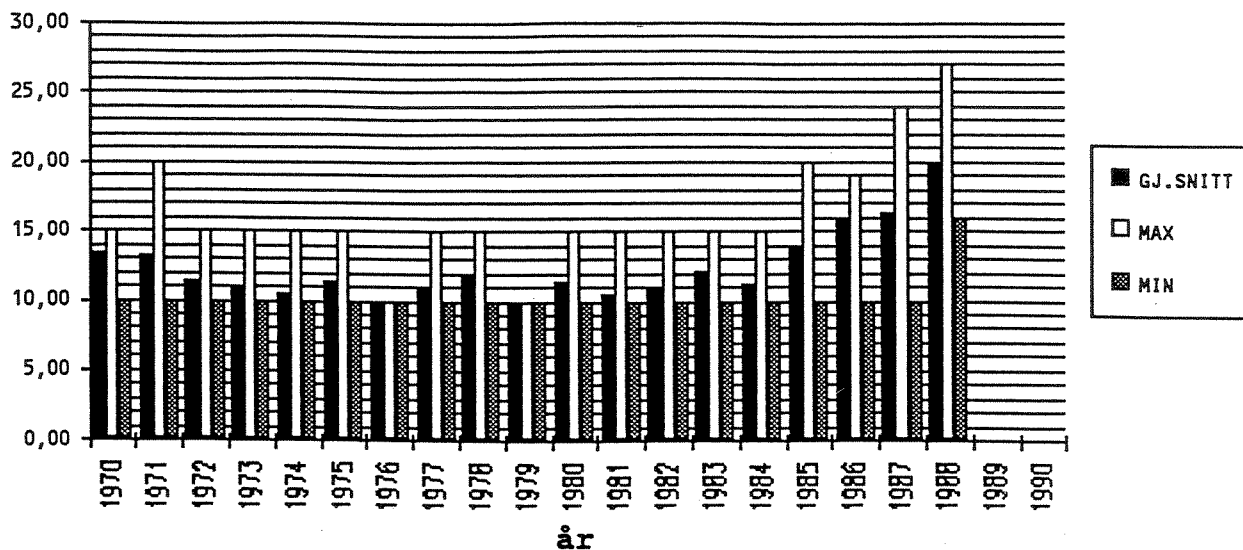
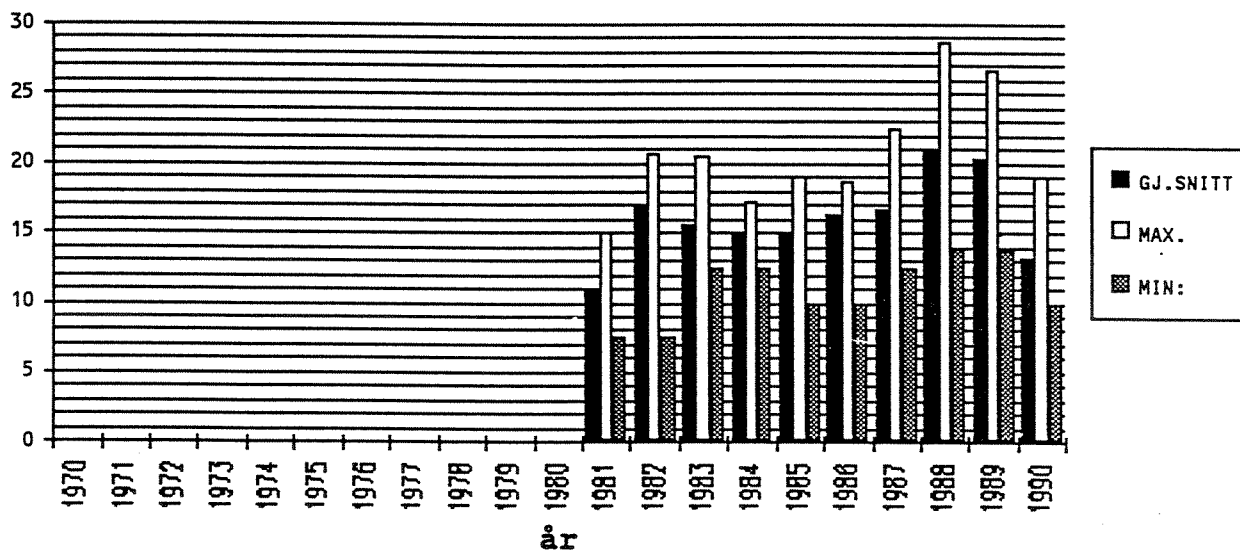


Fig. 4. Fargetall ; årlige max.-, min.- og middel-verdier målt av SIFF



Fargetall ; årlige max.-, min.- og middel-verdier målt av KNT



Fargetall ; årlige max.-, min.- og middel-verdier målt ved VIV

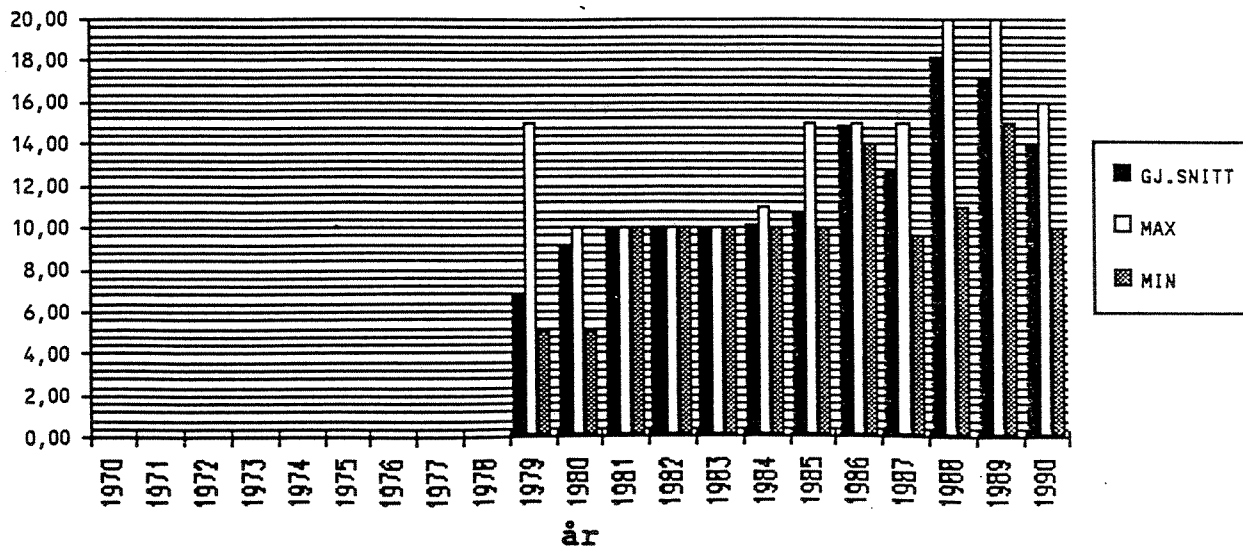


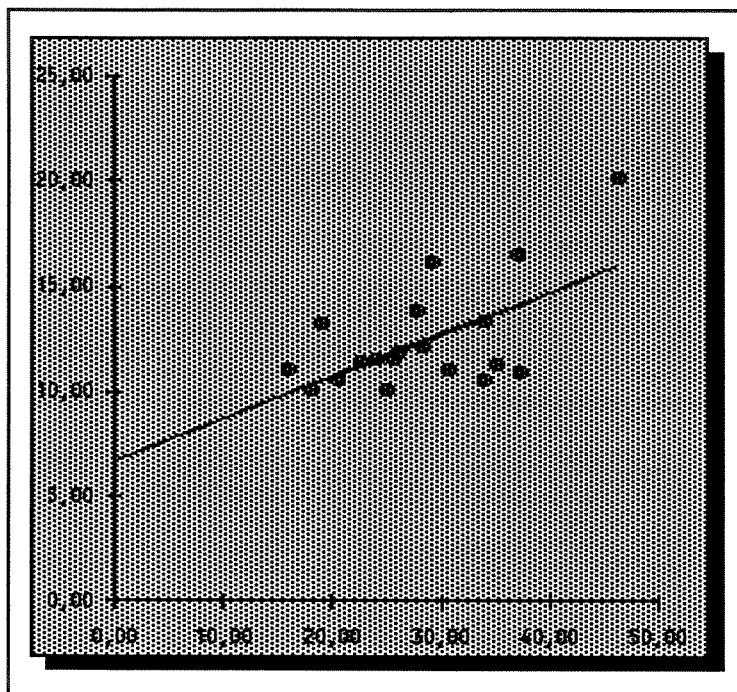
Fig. 5.

Korrelasjonsanalyse av årlige middel vannføringer og fargetall målt av SIFF

$$y = 0,2x + 6,72$$

r: 0,356096

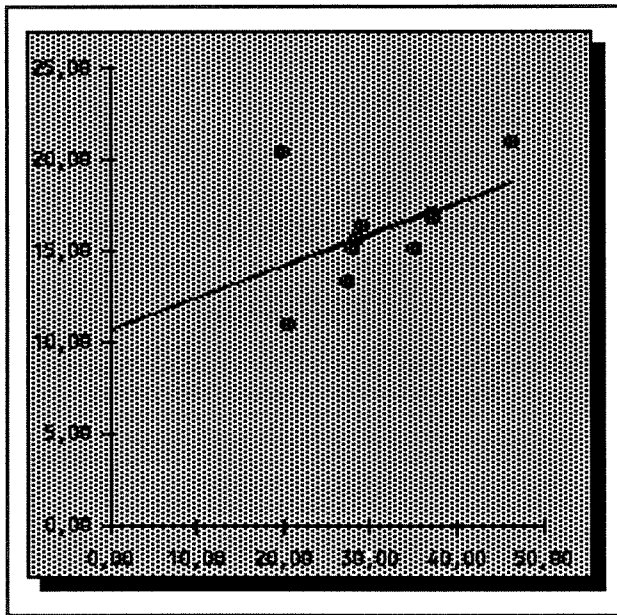
F: 9,401435



År	x : Vannføring	y : Fargetall	reg. linje		
	0,00		6,72		
1970	34,22	13,30	13,56	a:	0,20
1971	19,09	13,18	10,54	b:	6,72
1972	25,85	11,42	11,89	r:	0,36
1973	16,17	11,00	9,95	F:	9,40
1974	34,06	10,42	13,53		
1975	24,13	11,42	11,54		
1976	18,32	10,00	10,38		
1977	30,91	10,91	12,90		
1978	26,25	11,82	11,97		
1979	24,99	10,00	11,72		
1980	22,63	11,36	11,24		
1981	20,58	10,42	10,83		
1982	37,42	10,83	14,21		
1983	28,53	12,08	12,43		
1984	35,24	11,25	13,77		
1985	28,04	13,75	12,33		
1986	29,39	16,00	12,60		
1987	37,16	16,36	14,15		
1988	46,43	20,04	16,01		

Fig. 6.

Korrelasjonsanalyse av årlige middel vannføringer og fargetall målt ved KNT



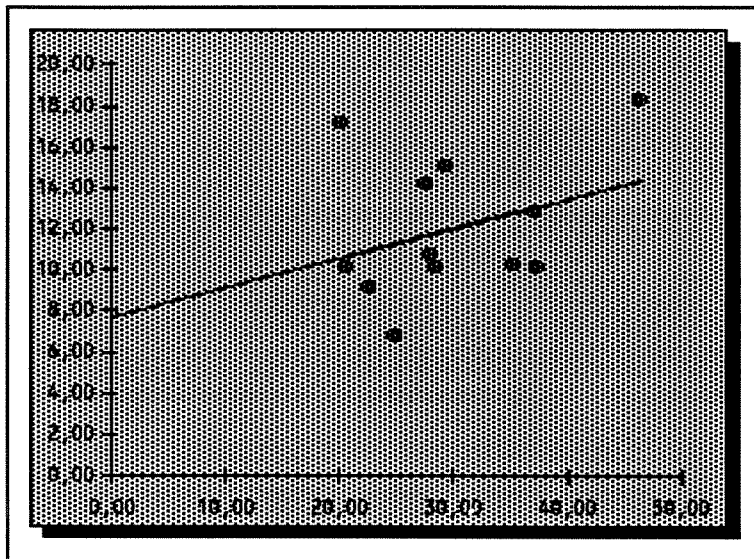
$$y = 0,17x + 10,67$$

r: 0,22208
F: 2,28384

År	x : Vannføring	y : fargetall	reg.-linje			
	0,00		10,67		a:	0,17
1981	20,58	10,83	14,25		b:	10,67
1982	37,42	16,95	17,18		r:	0,22
1983	28,53	15,62	15,63		F:	2,28
1984	35,24	14,97	16,80			
1985	28,04	14,94	15,55			
1986	29,39	16,25	15,78			
1987	37,16	16,74	17,13			
1988	46,43	20,90	18,74			
1989	20,15	20,26	14,18			
1990	27,60	13,24	15,47			

Fig. 7.

Korrelasjonsanalyse av årlige vannføringer og fargetall målt av VIV

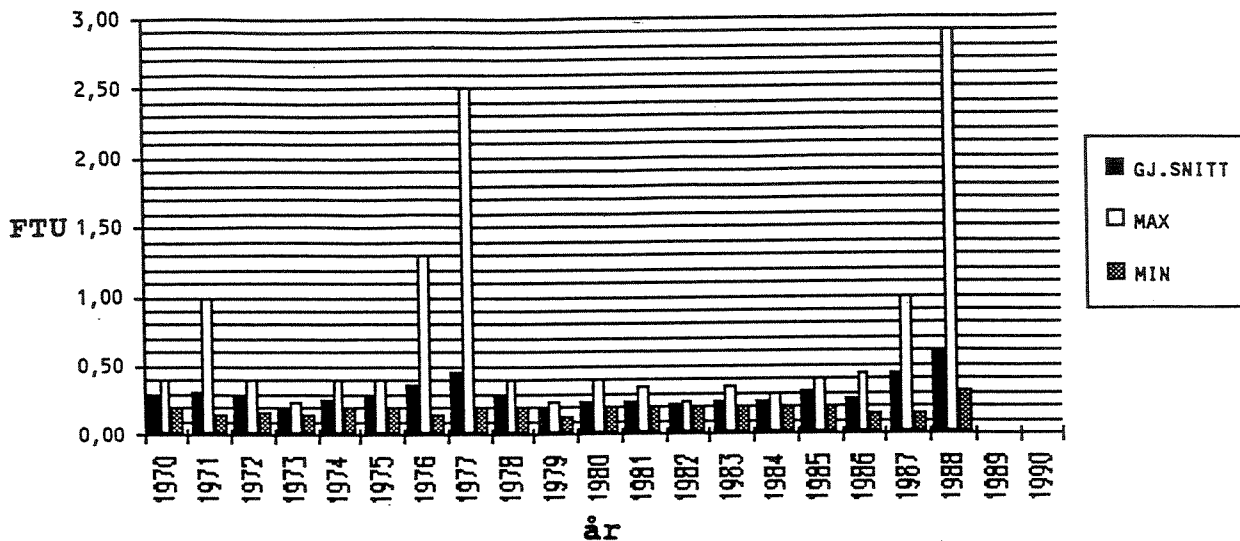


$$y = 0,14x + 7,66$$

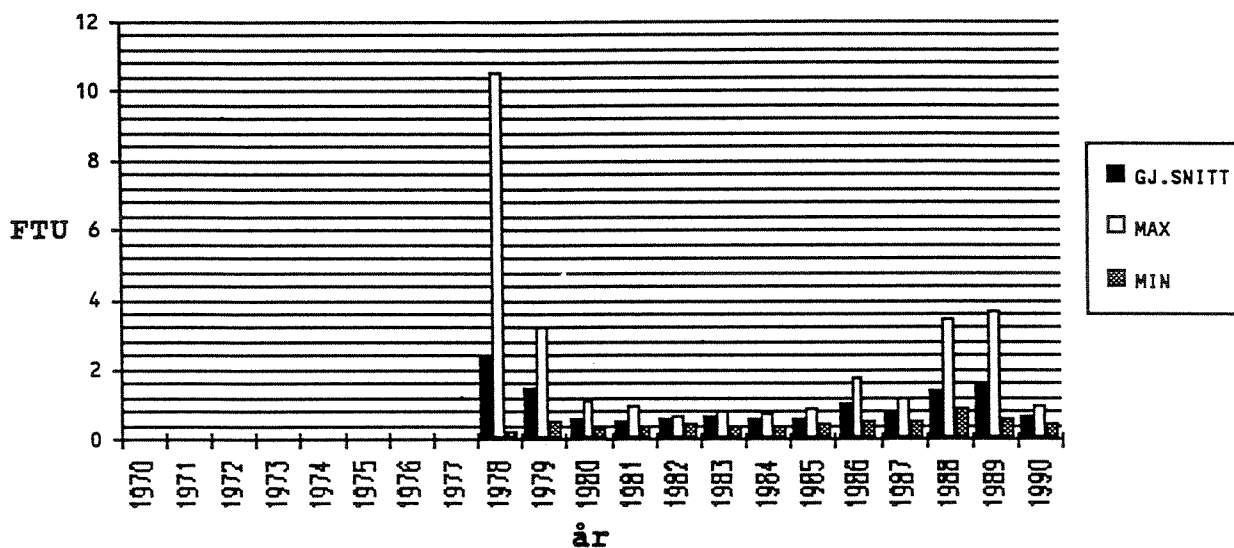
r: 0,108004
F: 1,210813

År	x : vann føring	y: farge tall	reg- linje			
	0,00		7,66			
1979	24,99	6,72	11,27	a:	0,14	
1980	22,63	9,08	10,93	b:	7,66	
1981	20,58	10,00	10,63	r:	0,11	
1982	37,42	10,00	13,06	F:	1,21	
1983	28,53	10,00	11,78			
1984	35,24	10,17	12,75			
1985	28,04	10,58	11,71			
1986	29,39	14,92	11,90			
1987	37,16	12,80	13,02			
1988	46,43	18,17	14,36			
1989	20,15	17,08	10,57			
1990	27,60	14,08	11,64			

Fig. 6. Turbiditet, årlige max.-, min.- og middel-verdier
målt av SIFF



Turbiditet ; årlige max.- ,min.- og middel-verdier
målt av KNT.



Turbiditet ; årlige max.- ,min.- og middel-verdier
målt ved VIV

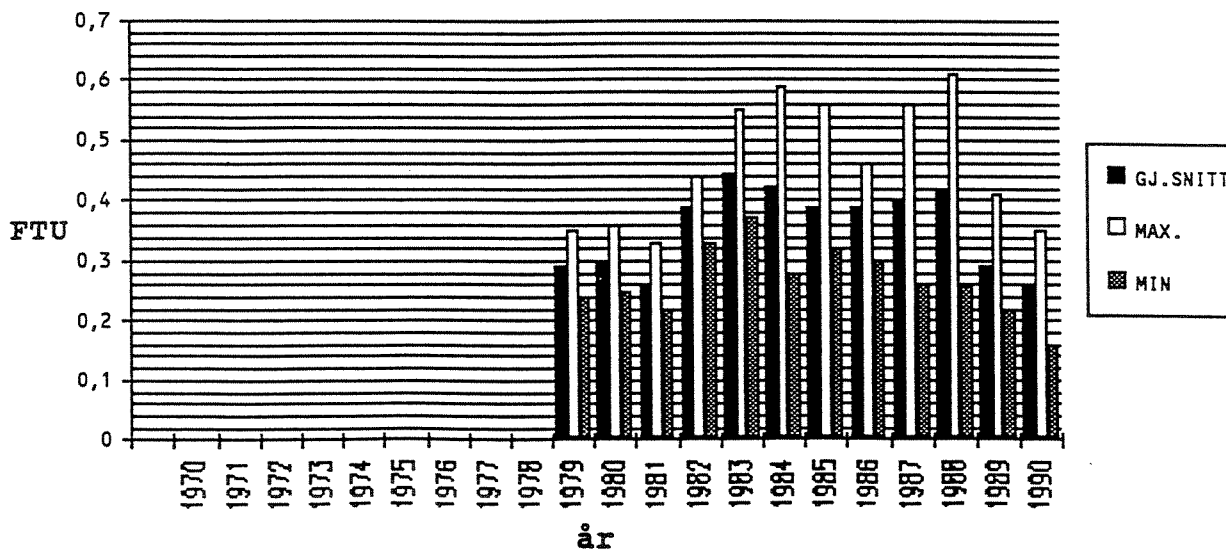
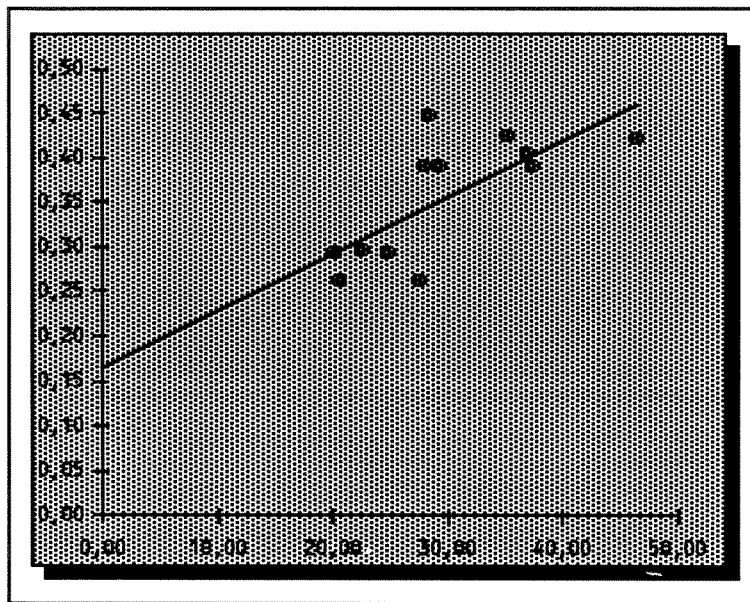


Fig. 9.

Korelasjonsanalyse av årlige vannføringer og turbiditet målt av VIV



$$y = 0,01x + 0,17$$

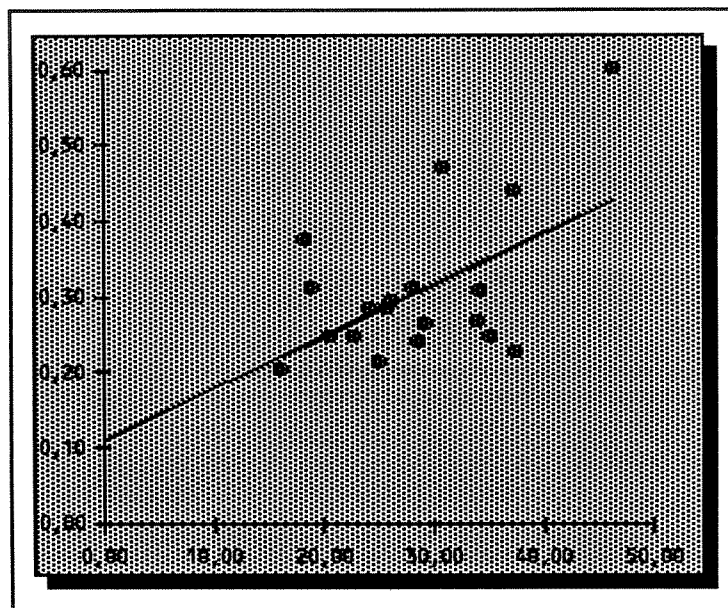
r: 0,515351

F: 10,63348

År	x : vann føring	y : turbidite	reg.- linje			
	0,00		0,17			
1979	24,99	0,29	0,32		a:	0,01
1980	22,63	0,30	0,31		b:	0,17
1981	20,58	0,26	0,30		r:	0,52
1982	37,42	0,39	0,40		F:	10,63
1983	28,53	0,45	0,35			
1984	35,24	0,42	0,39			
1985	28,04	0,39	0,34			
1986	29,39	0,39	0,35			
1987	37,16	0,40	0,40			
1988	46,43	0,42	0,46			
1989	20,15	0,29	0,29			
1990	27,60	0,26	0,34			

Fig. 10.

Korrelasjonsanalyse av årlige vannføringer og turbiditet målt av SIFF



$$y = 0,01x + 0,11$$

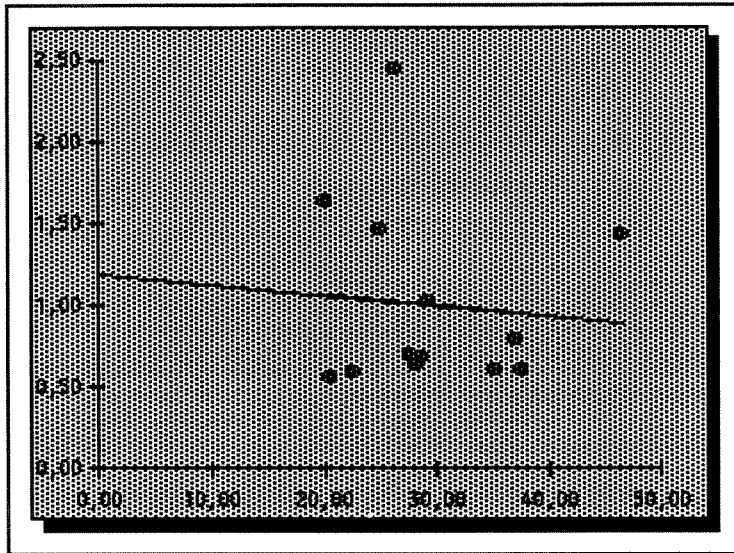
r: 0,274801

F: 6,441836

År	x:vann- føring	y : turb	reg.- linje			
	0,00		0,11			
1970	34,22	0,31	0,35	a:	0,01	
1971	19,09	0,31	0,24	b:	0,11	
1972	25,85	0,28	0,29	r:	0,27	
1973	16,17	0,20	0,22	F:	6,44	
1974	34,06	0,27	0,34			
1975	24,13	0,28	0,28			
1976	18,32	0,38	0,24			
1977	30,91	0,47	0,32			
1978	26,25	0,29	0,29			
1979	24,99	0,21	0,28			
1980	22,63	0,25	0,27			
1981	20,58	0,25	0,25			
1982	37,42	0,23	0,37			
1983	28,53	0,24	0,31			
1984	35,24	0,25	0,35			
1985	28,04	0,31	0,30			
1986	29,39	0,26	0,31			
1987	37,16	0,44	0,37			
1988	46,43	0,60	0,43			

Fig. 11.

Korelasjonsanalyse av årlige vannføringer og turbiditet målt ved KNT



$$y = -0,01x + 1,19$$

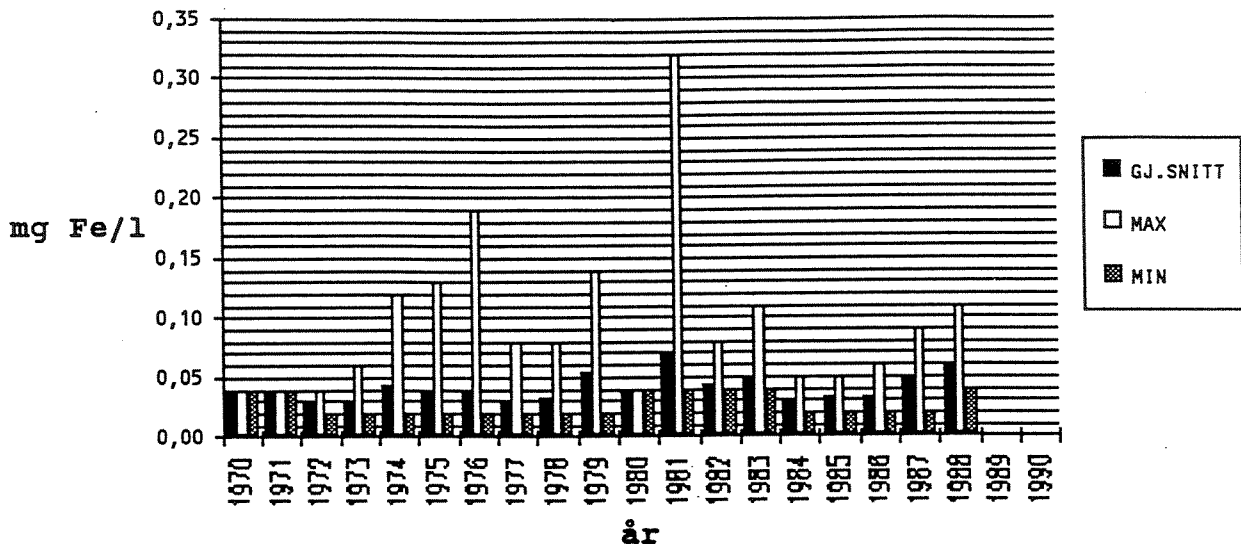
r: 0,006943

F: 0,076912

År	x:vann- føring	y : urbidite	reg.- line			
	0,00		1,19			
1978	26,25	2,43	1,02	a:	-0,01	
1979	24,99	1,45	1,03	b:	1,19	
1980	22,63	0,59	1,05	r:	0,01	
1981	20,58	0,56	1,06	F:	0,08	
1982	37,42	0,59	0,95			
1983	28,53	0,67	1,01			
1984	35,24	0,59	0,97			
1985	28,04	0,62	1,01			
1986	29,39	1,01	1,00			
1987	37,16	0,79	0,96			
1988	46,43	1,42	0,90			
1989	20,15	1,62	1,06			
1990	27,60	0,69	1,02			

Fig. 12.

Jern ; årlige max.- ,min.- og middel-verdier målt av SIFF



Jern ; årlige max.- ,min.- og middel-verdier målt ved KNT

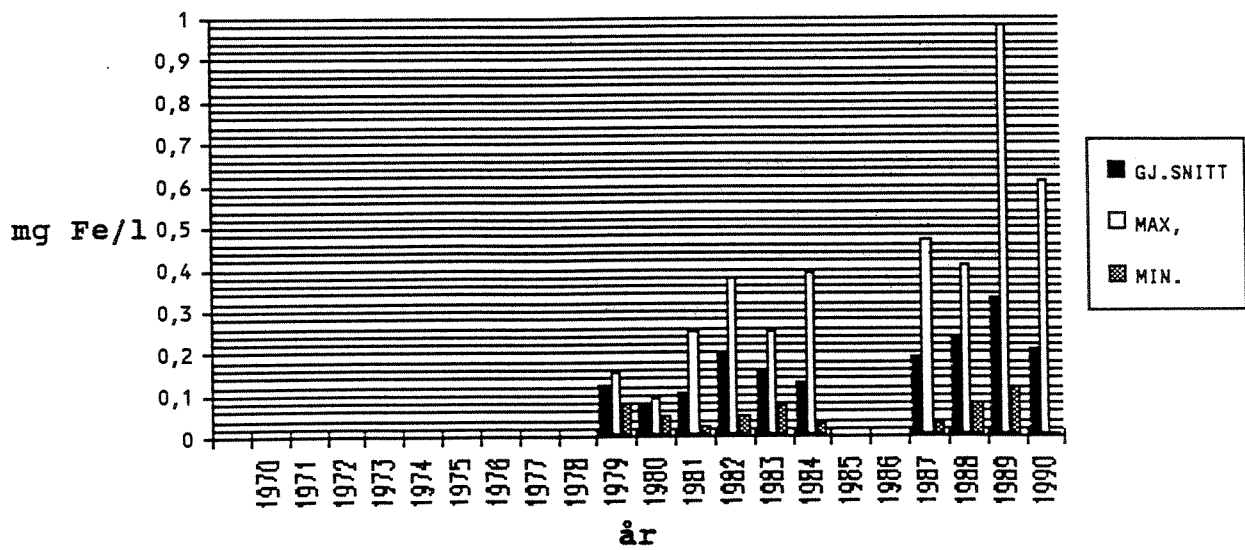
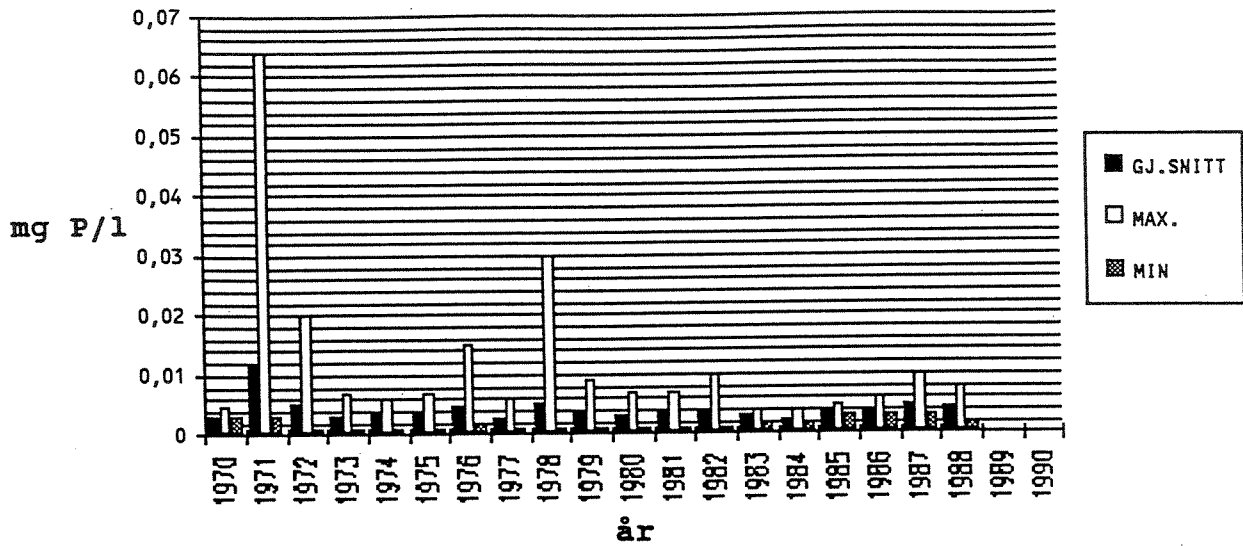


Fig. 13.

Fosfor ; årlige max.- ,min.- og middel-verdier
målt av SIFF



Fosfor ; års-middel verdier målt ved KNT.

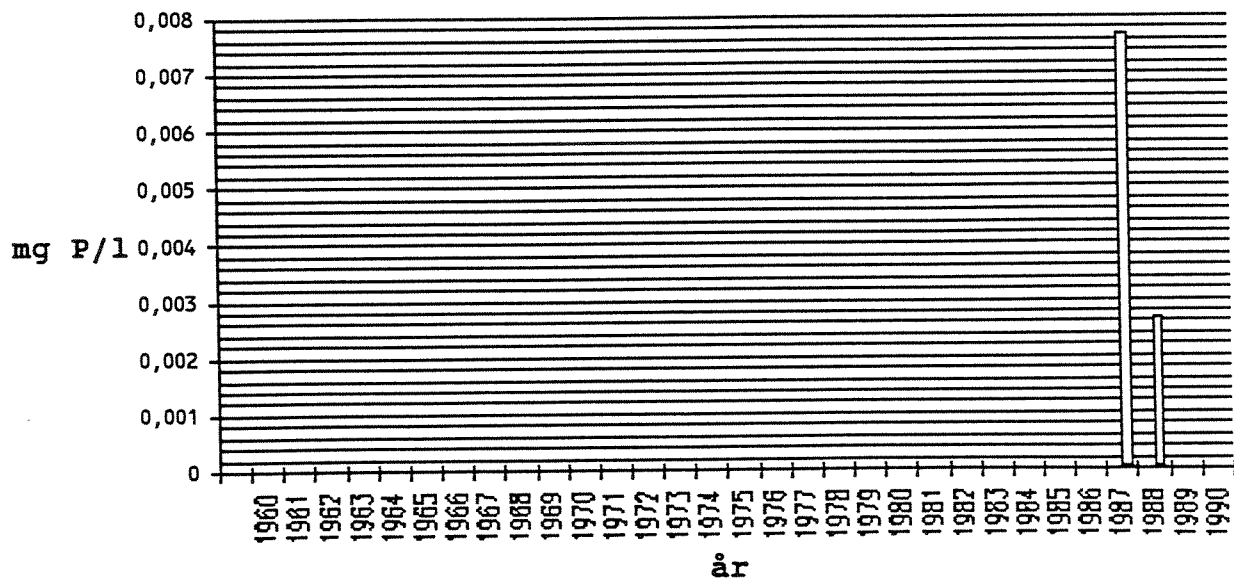
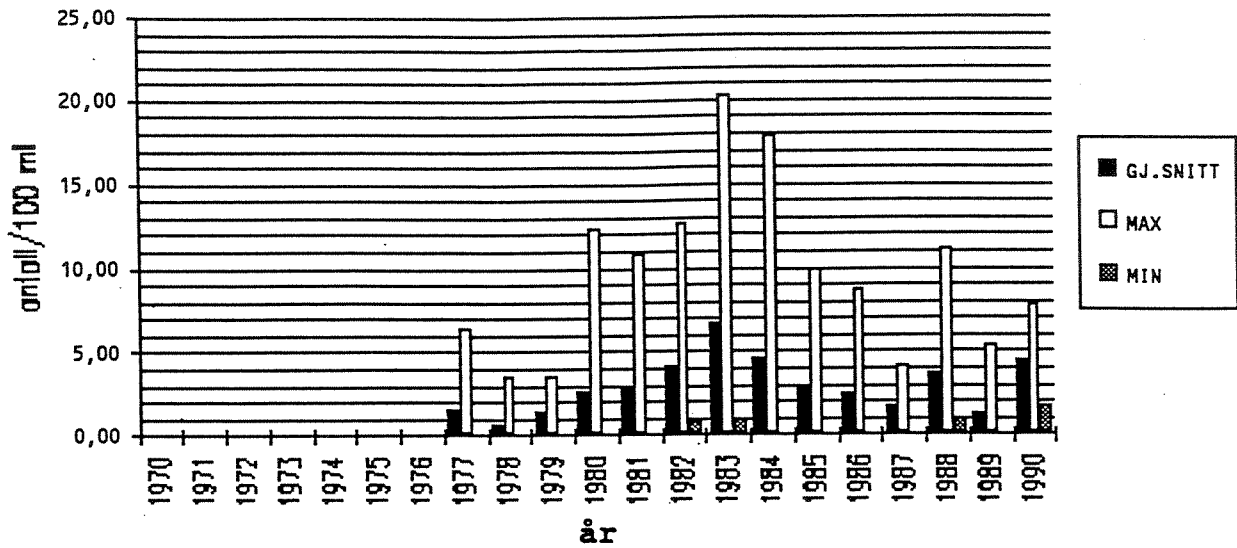
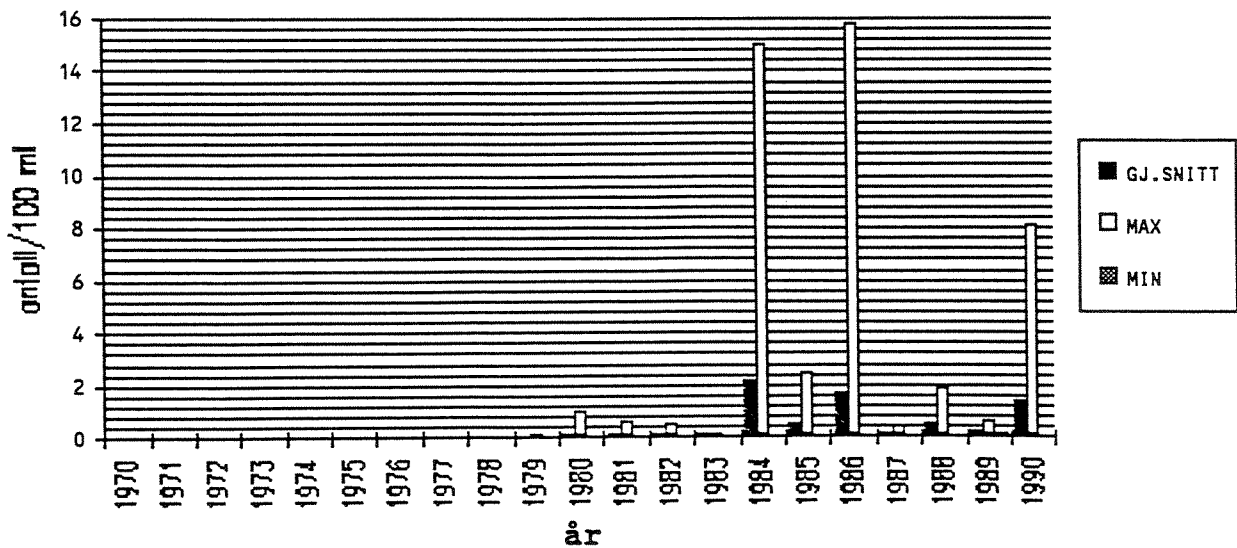


Fig. 14.

E-Coliforme bakterier ; årlige max.- ,min.- og
middel-verdier målt ved LOV



E-Coliforme bakterier ; årlige max.- ,min.- og
middel-verdier målt ved VIV



Bilag 8

Berge, D. og T.S. Traaen 1985: Skogbruk og vannforurensning.
En problemanalyse. NIVA-rapport - 0-84117. Løpenr. 1700.

*"The logger who roads carefully and stays
out of stream channels will stay out of
most water problems."*

Patric og Aubertin (1977)

1. KONKLUSJONER.

1. Snauhogst i et nedbørfelt medfører øket avrenning i størrelsesorden 100-300 mm pr. år.
2. Snauhogst medfører øket utvasking av mineralsalter, spesielt nitrat og kalium. Høyt nitratinnhold er registrert i grunnvannet flere år etter hogst.
3. Snauhogst langs bekker og mindre elver fører til øket innstråling, høyere sommertemperatur i vannet og større temperatursvingninger. Dette kan gi negative effekter for bunnfauna og laksefisk. Begroingen, spesielt trådformede grønnalger, kan øke.
4. Skogsbilveier, tømmerfleper og bruk av skogsmaskiner medfører øket erosjon. Der dette skjer nær bekker og elver kan transport av finkornet sediment redusere gyteområder for fisk og virke negativt for bunnfaunaen.
5. Ved avvirkning i nedbørfelt som har bekker og elver med gyte- og oppvekstområder for fisk, vil en 10-30m bred buffersone langs bekken i vesentlig grad bidra til å opprettholde livsmiljø og næringstilgang for bunndyr og fisk. En buffersone langs strandsonen i tjern og innsjøer vil også ha en gunstig virkning.
6. Gjødsling med nitrogengjødsel medfører utlekking av nitrat og ammonium i avrenningen. Kortvarige pH-senkinger grunnet ionebytte er observert. En mer langvarig forsurening grunnet øket nitrifisering kan forekomme. Gjødsling i kombinasjon med flatehogst og/eller herbicidbehandling øker nitratavrenningen ytterligere.

Grunnvannet kan få øket nitratinnhold i flere år. Det bør derfor vises aktsomhet ved gjødsling i nedbørfelt til drikkevannskilder. Man bør unngå gjødsling på vannflater.

7. Gjødsling med ammoniumnitrat i forsurede områder kan forsterke de negative effektene av forurenset nedbør ved ytterligere pH-senking og frigjøring av aluminium. Behovet for nitrogengjødsling i slike områder er trolig lite grunnet tilførsler med nedbøren. Hvis gjødsling allikvel er aktuelt i forsurede områder, bør bruk av ammoniumnitrat kombineres med kalking.
8. Gjødsling med fullgjødsel på tørrlagt myr fører til øket utvasking av nitrogen og fosfor. Ved vanlige driftsmessige doser er utvaskingen av fosfor relativt beskjeden, men kan gi merkbare konsentrasjonsøkninger i et par år etter gjødsling. Med de små arealene som grøftes og gjødsles vil dette neppe representere noen stor forurensningsfare.
9. Grøfting er rapportert å medføre såvel økede som reduserte flommer. Innholdet av organisk stoff i avrenningen kan øke. pH kan stige eller synke, avhengig av jordsmonn og grøftedybde. Forsurning grunnet sulfidoksydasjon kan opptre ved grøfting av gjengroingsmyrer. På tørrlagt og plantet myr vil avrenningen avta etter hvert som skogen vokser til.
10. Det mest anvendte sprøytemiddelet i skogbruket i dag er glyfosat, et systemisk middel som griper inn i syntesen av aromatiske aminosyrer i grønne planter. Glyfosat er svært lite giftig for dyr og heterotrofe mikroorganismer, og normal dosering synes ikke å medføre noen fare for annet enn planter. Stoffet nedbrytes dessuten raskt, og viser liten tendens til avrenning. Det hersker imidlertid en viss usikkerhet mht. til opptak i fisk, og man bør derfor unngå å oversprøyte fri vannoverflater. En usprøytet buffersone på 50m rundt drikkevannskilder, som helsemyndighetene foreskriver, bør opprettholdes.
11. Fløting og lagring av tømmer i vann synes ikke å medføre de store forurensningsproblemer slik dette gjøres i Norge i dag. Under flytende lagringsplasser vil imidlertid barkavfall kunne virke stressende på bunnfaunaen, samt at vannkvaliteten i det bunnære sjikt kan preges av utlekking av organiske syrer, med nedsatt pH og oksygeninnhold, samt øket farge på vannet. Vanning av tømmerlagre på land kan medføre avrenning av sure og oksygenkrevende stoffer, som kan være skadelige om de kommer ut i et lite vassdrag på

lavvannsføring. Lagringsplassens nærhet til drikkevannsinntak bør vurderes. Sunket og synkende tømmer kan skape problemer for fiske og båttrafikk.

12. Tatt i betrakning de store arealene som benyttes i skogbruket og omfanget av virksomheten, må man kunne si at forurensningen til vann fra skogbruket er beskjeden, og i de fleste tilfeller ubetydelig. Enkle forholdsregler vil som regel kunne hindre konflikter med andre brukerinteresser, så som drikkevannsforsyning, fiske og rekreasjon.

Bilag 9

VIV 1989		Råvann	Rent vann	Orerød	Baggerød	Norm
Surhetsgrad 1)	pH	6.59	7.22	7.52	7.53	7.5-8.5
Turbiditet	FTU	.39	.33	.34	.37	< 0.5
Ledningsevne	mS/m	3.96	4.89	5.05	5.18	-
Farge	mg Pt/l	18.50	15.25	15.00	15.42	< 15
Alkalitet	mmol/l	.05	.12	.11	.12	0.6-1.0
Organisk karbon	mk C/l	4.15	3.92	3.67	3.70	< 3
Kalsium	mg Ca/l	2.21	4.17	4.23	4.28	15-25
Magnesium	mg Mg/l	.50	.49	.50	.50	< 10
Mangan	mg Mn/l	.02	.02	.02	.02	< 0.05
Jern	mg Fe/l	.05	.05	.05	.05	< 0.1
Ammonium	mg N/l	.0073	.0396	.03	.0237	< 0.08
Nitrat	mg N/l	.46	.47	.47	.48	< 2.5
Klorid	mg Cl/l	3.68	4.66	4.11	4.18	< 100
Sulfat	mg SO4/	5.24	5.34	5.24	5.16	< 100
Tot. fosfor	mg P/l	.003	.0036	.0037	.0034	< 0.007
Aluminium	mg Al/l	.09	.07	.08	.07	-

Verdiene er gjennomsnitt av månedsverdier.

1) VIVs målinger for pH på de samme prøvene viser:

Råvann - 6,5 Orerød - 8,4

Rent vann - 8,4 Baggerød - 8,7

RENT VANN 1989

Mikrobiologiske analyser

	Antall prøver			
	Totalt	God	God med merknad	Ikke god
Seierstad vannverk	1211	1205	6	-
Orerød basseng	60	60	-	-
Midtås basseng	92	82	10	-
Frodeåsen basseng	167	164	3	-
Baggerød pumpestasjon	82	81	1	-
Nett analyser	735	727	8	-

VIV 1990		Råvann	Rent vann	Orerød	Baggerød	Norm
Surhetsgrad	pH	6,45	8,18	8,13	8,35	7.5-8.5
Turbiditet	FTU	,40	,38	,37	,38	< 0.5
Ledningsevne	mS/m	4,02	5,20	5,22	5,35	-
Farge	mg Pt/l	12,75	11,17	10,25	12,08	< 15
Alkalitet	mmol/l	,05	,14	,13	,14	0.6-1.0
Organisk karbon	mk C/l	3,74	3,56	3,51	3,41	< 3
Kalsium	mg Ca/l	2,33	4,44	4,55	4,60	15-25
Magnesium	mg Mg/l	,56	,73	,72	,72	< 10
Mangan	mg Mn/l	,02	,02	,02	,02	< 0.05
Jern	mg Fe/l	,05	,04	,04	,04	< 0.1
Ammonium	mg N/l	,0058	,03967	,04042	,0305	< 0.08
Nitrat	mg N/l	,51	,50	,49	,51	< 2.5
Klorid	mg Cl/l	3,98	4,53	4,63	4,63	< 100
Sulfat	mg SO ₄ /l	5,13	5,05	5,20	5,05	< 100
Tot. fosfor	mg P/l	,0045	,0045	,00425	,0045	< 0.007
Aluminium	mg Al/l	,05	,06	,05	,05	-
Kadmium	mg Cd/l		<0.001			< 0,001
Bly	mg Pb/l		<0.0025			< 0,005
Kobber	mg Cu/l		,10			<1.0 (henstand)
Sink	mg Zn/l		,13			< 0,3
Nikkel	mg Ni/l		< 0.02			-

Verdiene er gjennomsnitt av månedsverdier.

RENT VANN 1990
Mikrobiologiske analyser

	Antall prøver			
	Totalt	God	God med merknad	Ikke god
Seierstad vannverk	1266	1264	2	-
Orerød basseng	60	60	-	-
Midtås basseng	100	95	5	-
Frodeåsen basseng	199	193	6	-
Baggerød pumpestasjon	91	90	1	-
Nett analyser	736	728	8	-

VIV 1991	Råvann	Rent vann	Orerød	Baggerød	Norm
Surhetsgrad pH	6,36	8,03	8,35	8,41	7.5-8.5
Turbiditet FTU	,38	,35	,32	,33	< 0.5
Ledningsevne mS/m	5,54	7,75	8,16	8,04	-
Farge mg Pt/l	14	12	11	12	< 15
Alkalitet mmol/l	,04	,23	,22	,23	0.6-1.0
Organisk karbo mk C/l	3,28	3,24	3,17	3,26	< 3
Kalsium mg Ca/l	2,59	6,52	6,70	6,83	15-25
Magnesium mg Mg/l	,65	,66	,65	,65	< 10
Mangan mg Mn/l	,01	,01	,01	,01	< 0.05
Jern mg Fe/l	,03	,03	,02	,02	< 0.1
Ammonium mg N/l	,0053	,0405	,0385	,02633	< 0.08
Nitrat mg N/l	,49	,49	,49	,50	< 2.5
Klorid mg Cl/l	4,15	4,60	4,64	4,64	< 100
Sulfat mg SO4/l	4,73	4,85	5,15	5,05	< 100
Tot. fosfor mg P/l	,0073	,00675	,00725	,007	< 0.007
Aluminium mg Al/l	,10	,09	,09	,10	-
Kadmium mg Cd/l		0			< 0,001
Bly mg Pb/l		0			< 0,005
Kobber mg Cu/l		0			<1.0(henstan
Sink mg Zn/l		0			< 0,3
Nikkel mg Ni/l		0			-

Verdiene er gjennomsnitt av månedsverdier.

RENT VANN 1991
Mikrobiologiske analyser

	Antall prøver			
	Totalt	God	God med merknad	Ikke god
Seierstad vannverk	1294	1292	2	-
Orerød basseng	96	96	-	-
Midtås basseng	98	98	-	-
Frodeåsen basseng	184	179	5	-
Baggerød pumpestasjon	116	116	-	-
Nett analyser	830	824	6	

Bilag 10



Fritzøe

BARKPRODUKTER AS

POSTADRESSE: POSTBOKS 53, 3251 LARVIK

TELEFON: 034/92 024

BANKGIRO: 6276.05.07992

POSTGIRO: 0804 3581741

Statens Forurensingstilsyn
Postboks 8100 Dep.
0032 OSLO 1
Att: Siviling. Hilde Grøn

Larvik, 5. februar 1991

Kompostering av bark og avløp i 1990:

		1989	1990
a. <u>Kompostering:</u>	m ³	12800	4150
b. <u>Gjødsel:</u>			
Urea	46,0 % N kg:	36140	11640
Superfosfor	p9 9,0 % P kg:	31500	14550
Forbruk N	kg N/m ³	1,30	1,29
Forbruk P	kg P/m ³	0,22	0,31

c. Måling i bekk:

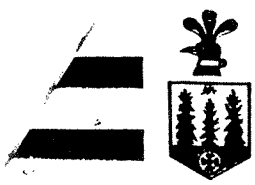
Det er foretatt 6 målinger i 1990. Analysene er utført av Fritzøe Fiber A/S v/laboratoriet. (Vannmengde) og PFI (COD/total P). Analysetall for 1990 vedlegges til orientering.

Middelverdiene	COD Mg 02/1	P Mg/1
1982	255	1,3
1983	157	1,5
1984	160	1,3
1985	143	1,4
1986	151	1,4
1987	162	1,4
1988	123	1,4
1989	102	1,4
1990	98	0,55

Både enkeltverdiene de seneste 9 år og middelverdiene viser en klar tendens i resultatene:

- COD nivået er vesentlig redusert fra 82 til 88 og ytterligere redusert frem til 90. I perioden 83 til 87 var nivået tilnærmet konstant.

- P nivået har holdt seg konstant fram til 89 i området 1,3-1,4 mg/l, og at 1990 viser kun 0,55 mg/l P.



LABORATORIERAPPORT

ANALYSETALL BEKK FRA BARKHAUG SKY 1990.

Dato	Mengde		COD		Tot.P.
16.01.90	150	l/min	74	mg O ₂ /l	0,47 mg/l
07.05.90	30	"	100	"	0,72 "
22.06.90	40	"	97	"	0,48 "
07.08.90	50	"	120	"	0,84 "
22.10.90	60	"	110	"	0,36 "
18.12.90	150	"	85	"	0,45 "
<hr/>					
	80	"	98	"	0,55 "

Sentrallaboratoriet

1991-02-01

Atle T. Olsen

Atle T. Olsen
Laboratorieleder

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2083-6