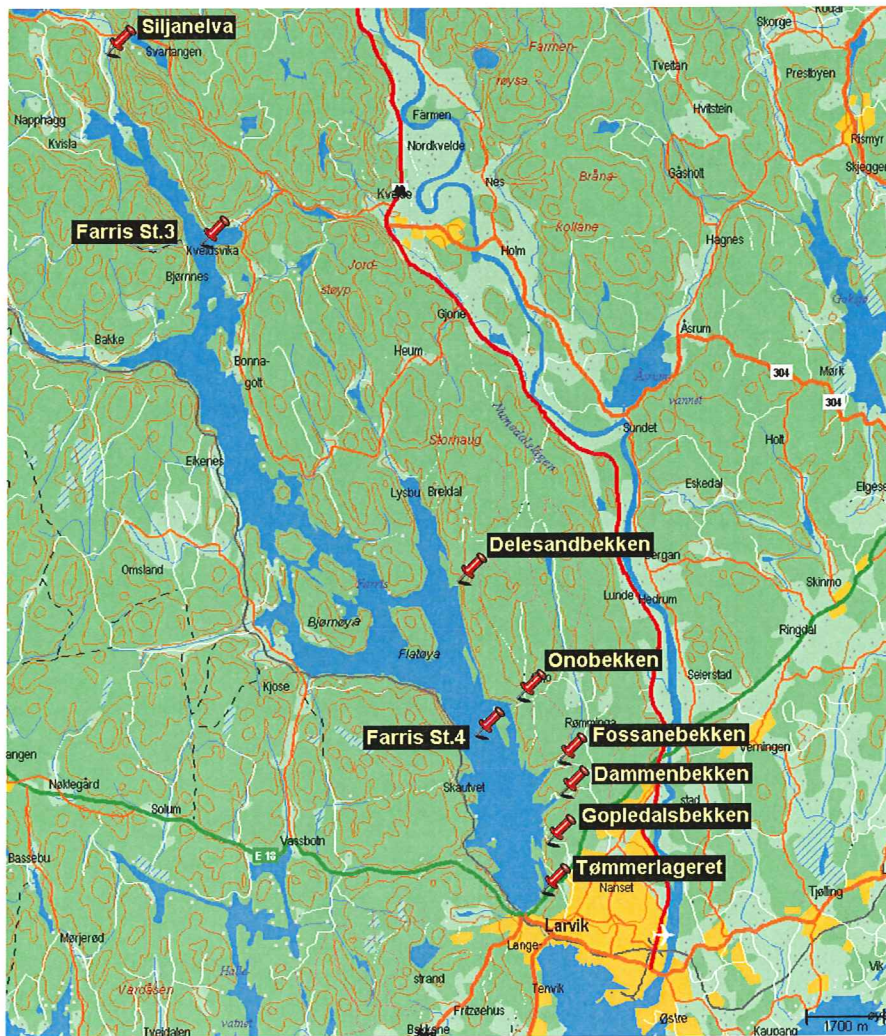




## Sammenstilling av overvåkingsdata fra Farrisvannet fra 1958 - 2001



Kartgrunnlag: Maponweb

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51


**Akvaplan-NIVA A/S**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| Tittel<br><b>Sammenstilling av overvåkingsdata fra<br/>Farrisvannet fra 1958 - 2001</b>   | Løpenr. (for bestilling)<br>4542-2002   | Dato<br>13.05.2002                  |
|   | Prosjektnr. Undernr.<br>O-22061   | Sider Pris<br>23                    |
| Forfatter(e)<br><br>Dag Berge   | Fagområde<br>Hydrologi  | Distribusjon<br>Fri                 |
|   | Geografisk område<br>Vestfold   | Trykket<br>NIVA                     |
| Oppdragsgiver(e)<br>Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV)  |   | Oppdragsreferanse<br>Sverre Mollatt |
| Sammendrag<br>Det er foretatt en enkel sammenstilling av vannkvalitetsdata fra Farrisvannet fra 1958-2002. Mht eutrofiering (algemengde, fosfor- og nitrogenkonsentrasjon) skjedde det en negativ utvikling av vannkvaliteten fram til førsten av 1990-årene. Deretter har det skjedd en bedring. De fleste årene ligger nå innsjøen i klasse 1 (meget god vannkvalitet) i hht SFTs vannkvalitetskriterier, men fortsatt kan det forekomme enkeltår hvor den befinner seg i klasse 2. Gjennom siste halvdel av 1990-åra har det skjedd en kraftig fargeøkning i Farris, men det har også vært perioder med høy farge tidligere. Vurderes hele perioden fra 1958-2001 viser regressjonsanalyse kun en svak økning som ikke er statistisk signifikant. Med klimaprognoiser om milde vintre og fuktige somrer, må man regne med hyppig forekomst av høy farge i Farris fremover. Dypvannet i Farris hadde god vannkvalitet i alle år både mht næringssalter og bakterier, og viste ingen tendens til utvikling i noen bestemt retning. Flere av de undersøkte bekkene var sterkt forurenset. Dette gjaldt særlig Gopledalsbekken, og avrenningen fra Tømmerlageret, samt Dammenbekken. Gopledalsbekken var sterkt forurenset med fosfor, nitrogen og bakterier. Avrenningen fra tømmerlaget var særlig kraftig forurenset med fosfor. Disse tre bekkene hadde dårlig til meget dårlig vannkvalitet i hht SFTs vannkvalitetssystem. De andre bekkene var mindre forurenset, men bar klart preg av menneskelige påvirkninger. Siljanelva hadde best vannkvalitet av de undersøkte tilløpene til Farris. Vannkvaliteten lå her i klasse "God" til "Mindre god". Samlet sett var det ingen klare trender mht økende/minkende forurensning i bekkene. Mht bakterier kan de se ut som om det skjer en økning i Fossanebekken og en minking i avrenningen fra tømmerlageret. Tømmerlageret er nå flyttet slik at avrenningen går ut av Farrisvannets nedbørfelt.<br><br>Hovedkonklusjonen er at det har skjedd en bedring i Farris de siste 10 år mht eutrofiering, noe som må ses i sammenheng med tiltak i Siljan, samt tiltak i spredt bosetning i Farris nærrområder. Ved undersøkelsen i 2001 var imidlertid igjen algemengden over på 2 µg Kla/l, noe som vitner om at innsjøen fortsatt bør overvåkes. Likeledes er fargeøkningen en faktor som også bør holdes under oppsikt. |   |                                     |
| Fire norske emneord<br>1. Forurensningsovervåking<br>2. Vannkvalitet<br>3. Drikkevann<br>4. Farrisvannet  | Fire engelske emneord<br>1. Pollution monitoring<br>2. Water quality<br>3. Drinking water<br>4. Lake Farris |                                     |

  
Dag Berge

Prosjektleder

  
Dag Berge

Forskningsleder

  
Nils Roar Sælthun

Forskningsjef

Norsk institutt for vannforskning  
Oslo

O-22061

**Sammenstilling av overvåkingsdata fra  
Farrisvannet fra 1958 - 2001**

Oslo 13.05.2002  
-----  
Prosjektleder: Dag Berge

## ***Forord***

*Rapporten er en sammenstilling av overvåkingsdata fra Farrisvannet med tilløpsbekker. Oppdragsgiver har vært Vestfold Interkommunale Vannverk VIV, ved direktør Sverre Mollatt. Oppdraget ble avtalt i mars 2002.*

*Materialet som ligger til grunn er dels fra NIVA-undersøkelser og de siste 10 år fra løpende overvåking foretatt av VIV.*

*Dag Berge har vært prosjektleder for undersøkelsen og stått for bearbeiding av data, vurderinger og sammenstilling til rapport. Oppdragsgiver og medarbeidere takkes for godt samarbeid.*

*Oslo 13.05-2002*

*Dag Berge  
Prosjektleder*

## Innholdsfortegnelse

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Konkluderende sammendrag .....                         | 6  |
| 2     | Innledning .....                                       | 8  |
| 3     | Resultater og diskusjon.....                           | 9  |
| 3.1   | Surhet.....  | 9  |
| 3.2   | Farge.....   | 10 |
| 3.3   | Turbiditet .....                                       | 11 |
| 3.4   | Tilstand og utvikling mht eutrofiering.....            | 12 |
| 3.4.1 | Algemengde.....  | 12 |
| 3.4.2 | Total fosfor og total nitrogen i overflatelagene ..... | 13 |
| 3.4.3 | Farge i dypvannet .....                                | 14 |
| 3.4.4 | Fosfor i dypvannet.....                                | 15 |
| 3.4.5 | Nitrogen i dyplagene .....                             | 16 |
| 3.4.6 | Tarmbakterier i dypvannet.....                         | 17 |
| 3.5   | Tilløpselver og bekker.....                            | 18 |
| 3.5.1 | Total fosfor i tilløpsbekkene.....                     | 18 |
| 3.5.2 | Total nitrogen i bekkene .....                         | 20 |
| 3.5.3 | Tarmbakterier i innløpsbekkene .....                   | 21 |
| 4     | Referanser.....  | 23 |



## 1 Konkluderende sammendrag

I rapporten presenteres en enkel sammenstilling av overvåkingsdata fra Farrisvannet fram til og med 2001. Noen data går helt tilbake i 1950-åra. Undersøkelsene var i starten nok så sporadiske, man foretok en grundig undersøkelse i 1982-83, og fra og med 1991 har innsjøen vært overvåket regelmessig.

Midlere pH varierer fra 6,4 til 6,7 i ulike år. Det er ikke noen tendens til øking eller minking i pH ved innsjøens hovedstasjon. Det er ikke noen forsuringsfare i Farris.

De siste 10 årene har det vært en kraftig fargeøkning i Farris og fargen lå i 2001 på 35 mg Pt/l mens den til sammenlikning i 1993 var helt nede i 10 mg Pt/l i middel. Fargen har imidlertid vært høy også i 60-70-åra da man målte midlere farge opp i mot 30 mg Pt/l som middel over sommerhalvåret i flere år. En regressjonsanalyse over middelverdiene over hele perioden det finnes data fra (1958-2001) viser kun en svak ikke-signifikant økning, mens økningen har vært sterkt signifikant i 1990-åra. Man må forvente at med klimaprognoser om økt innslag av milde vintre og fuktige somrer, vil det komme mange år med høy farge i Farris i tiden fremover. De siste 4 år har fargen ligget over kravet til drikkevann på 20 mg Pt/l. Fargen er gjennomgående noe høyere ved den nordre stasjonen enn den søndre, noe som har sammenheng med at det skjer en fargereduksjon gjennom innsjøen. Dypvannet har omtrent samme farge som overflatevannet og overveiende de samme år-til-år variasjoner.

Turbiditeten i Farris varierer fra 0,4-0,6 FTU i overflatelagene. Det er ingen klare endringer i turbiditeten over tid. Turbiditeten i nordenden av innsjøen er noe høyere enn ved den søndre. Dypvannet har noe lavere turbiditet enn overflatelagene.

Med hensyn til eutrofiering skjedde det en forverring av tilstanden fram mot første halvparten av 1990-årene. Som følge av godt tiltaksarbeide både i Siljan og i nærområdet rundt Farris, har denne trenden snudd og vannkvaliteten har bedret seg. De aller fleste årene har nå innsjøen vært i beste vannkvalitetsklasse i hht SFTs klassifisering både mht fosforkonsentrasjon og algemengde. Nitrogen har vist samme utviklingsforløpet, men konsentrasjonsnivået ligger her høyere og varierer mellom de 2 dårligste vannkvalitetsklasser i SFTs vannkvalitetssystem. Nitrogenkonsentrasjonen utgjør imidlertid ikke noe problem i Farris hverken for algeveksten eller for drikkevannskvaliteten.

Fosforkonsentrasjonen i dypvannet var gjennomgående lav, og noe lavere enn i overflatelagene. Det er ikke i noen av vertkalseriene funnet økende konsentrasjon mot bunnen av hverken total fosfor eller ortofosfat. Konsentrasjonene tilfredsstiller SFTs krav til beste vannkvalitetsklasse. Det kan ikke spores noen økende eller avtakende trend over tid mht fosforkonsentrasjon i dypvannet.

Fargen i dypvannet var svært lik fargen i overflatelagene, og det var ingen økning mot dypet.

Konsentrasjonen av total nitrogen var noe lavere i dypet enn i overflatelagene, og det har her vært en avtakende trend helt siden 1982. Årsaken til dette er uklar. Konsentrasjonsnivået ligger rundt 500 µg N/l (SFTs klasse III: Mindre god).

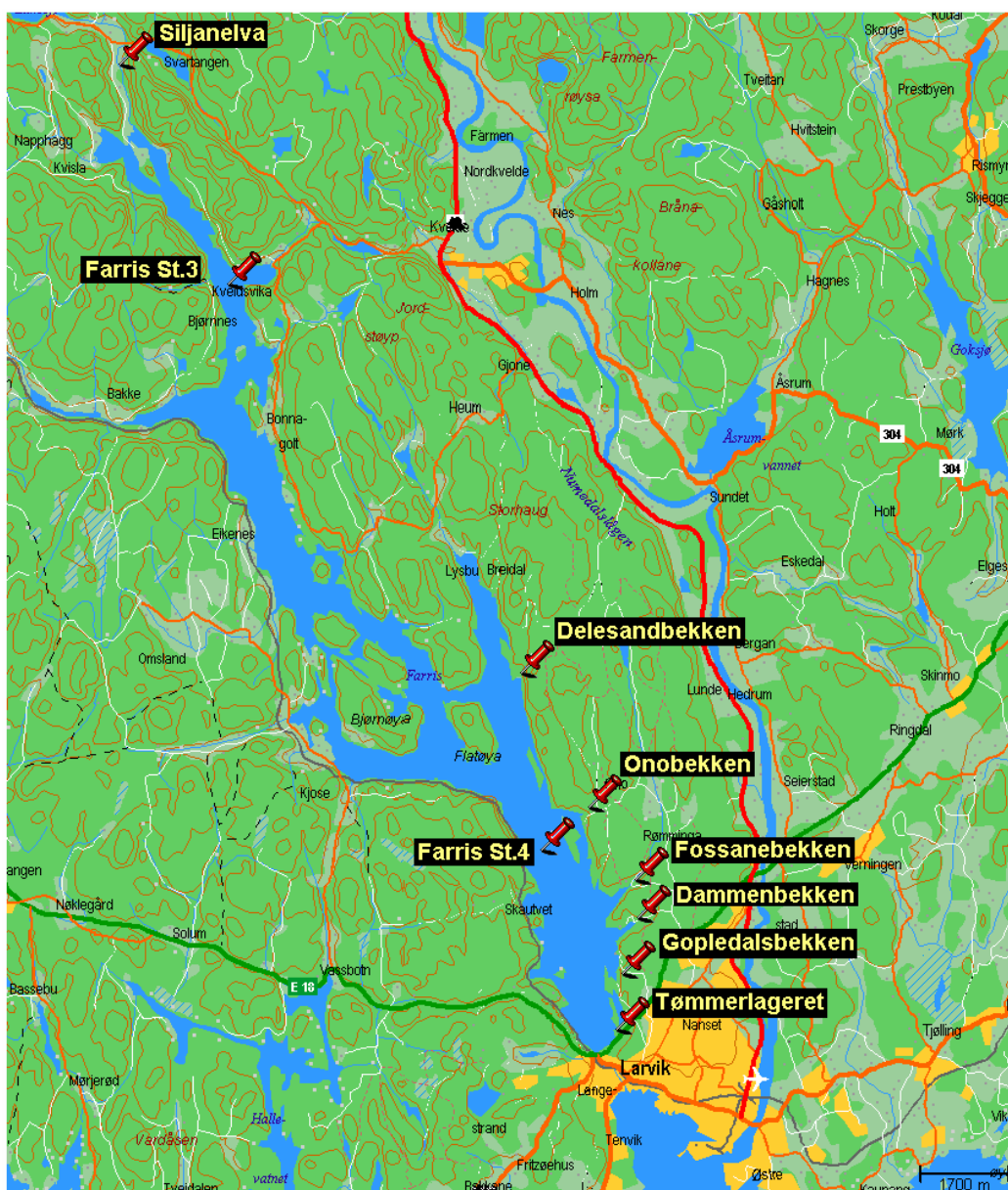
Av innløpsbekkene var Gopledalsbekken, bekken fra Tømmerlageret og Dammenbekken mest forurenset. Gopledalsbekken var sterkt forurenset med fosfor nitrogen og bakterier. Avrenningen fra tømmerlaget var særlig kraftig forurenset med fosfor. Disse tre bekkene hadde dårlig til meget dårlig vannkvalitet i hht SFTs vannkvalitetssystem. De andre bekkene var mindre forurenset, men bar klart preg av menneskelige påvirkninger. Siljanelva hadde

best vannkvalitet av de undersøkte tilløpene til Farris. Vannkvaliteten lå her i klasse "God" til "Mindre god". Samlet sett var det ingen klare trender mht økende/minkende forurensning i bekkene. Mht bakterier kan de se ut som om det har skjedd en økning i Fossanebekken og en minking i avrenningen fra tømmerlageret. Tømmerlageret er flyttet slik at avrenningen herfra nå går ut av Farrisvannets nedbørfelt.

Hovedkonklusjonen er at det har skjedd en bedring i Farris de siste 10 år mht eutrofiering. Ved undersøkelsen i 2001 var imidlertid igjen algemengden over på 2 µg Kl<sub>a</sub>/l, noe som vitner om at innsjøen fortsatt bør overvåkes. Likeledes er fargeøkningen en faktor som også bør holdes under oppsikt.

## 2 Innledning

Farrisvannet er drikkevannskilde for omlag 200 000 mennesker; Vestfold interkommunale vannverk, for Larvik og omegn vannverk og for Porsgrunn vannverk, og således en av landets viktigste innsjøer. Vestfold interkommunale vannverk har drevet regelmessig overvåking av innsjøen og utvalgte tilløp siden 1991. Før dette ble innsjøen grundig undersøkt i 1982-83 i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåking. Både mellom disse undersøkelsesperiodene, og tidligere, ble det også foretatt enkeltstående undersøkelser. I 1993 ble det utarbeidet en tiltaksplan for innsjøen, hvor tiltakene nå delvis er gjennomført. I forbindelse med å ta stilling til hvor omfattende rensing man skal legge opp til ved det moderniserte rensianlegget følte man behov for å sammenstille de eksisterende vannkvalitetsdataene for innsjøen og tilløp. De aktuelle prøvetakingsstasjonene som omhandles er gitt i fig.2.1.



Figur 2.1 Farrisvatn med prøvetakingsstasjoner som inngår i overvåkingen (Kartgrunnlag: Maponweb)



Hensikten med sammenstillingen er å fastsette vannkvaliteten i innsjøen og innløpene mht eutrofiering, samt en del sentrale drikkevannsparemetre, som farge, turbiditet, bakterier, etc., samt å se om det har skjedd noen bedring som følge av iverksatte tiltak i slutten av 1990-åra.

Datagrunnlaget har vesentlig vært samlet inn i perioden april-november hvert år. Da april og november stort sett er utenfor algevekstperioden i denne innsjøen, er sammenstillingen basert på utregnede middelerdier for perioden mai-oktober ulike år. Mht til å beskrive forholdene i dypvannet er det vurdert materiale fra slutten av sommerstagnasjonen, august/september de ulike år. Vurderingene er hovedsakelig basert på sammenstilling av følgende data:

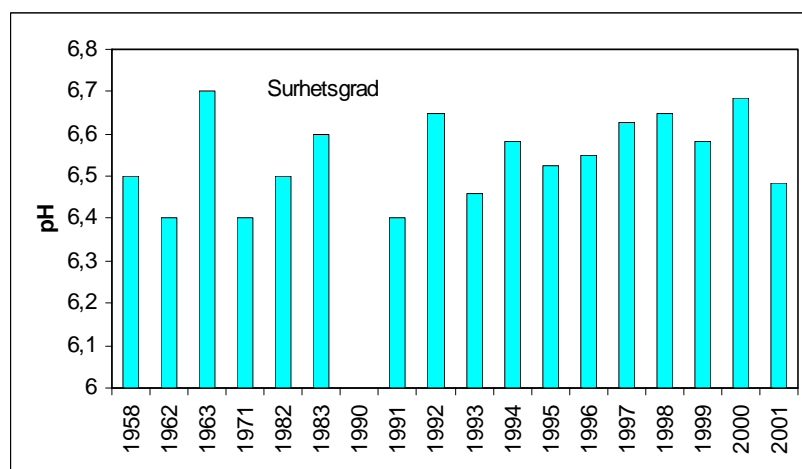
- 1) Generell vannkjemi: pH, farge, turbiditet
- 2) Eutrofiering: Algemengde som klorofyll-a, total fosfor, total nitrogen
- 3) Bakteriologisk forurensning: Termotolerante koliforme bakterier (TKB).

Det er ikke utarbeidet noe samlede primærdata for det rapporterte materialet. Dataene fra Farrisvassdraget burde vært samlet i en database med GIS-funksjonalitet slik at oversikter over vannkvalitet fra ulike steder i vassdraget lett kunne tas ut og illustreres grafisk.

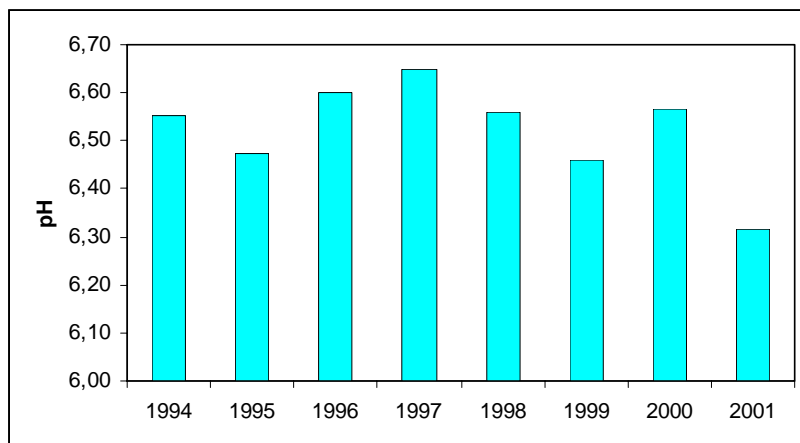
### 3 Resultater og diskusjon

#### 3.1 Surhet

Fig.3.1 viser midlere pH verdier i sommerhalvåret ved hovedstasjonen i Farrisvannet fra 1958 og fram til i dag, mens fig.3.2 viser pH ved stasjon 3 i nordenden av innsjøen. Man kan ane en liten økning i pH, noe som er i tråd med redusert nedfall av forsurende komponenter i nedbøren. Det er i tillegg foretatt kalking i deler av nedbørfeltet fra tid til annen. Økningen i pH er imidlertid ikke statistisk signifikant. pH verdien er i et nivå som gir gunstige livsvilkår for akvatisk liv. Det er ingen tegn til forsuringsproblemer i Farris. pH er litt lavere i nordre del av innsjøen, noe som må ses i sammenheng med at denne delen av innsjøen er mer direkte påvirket av innstrømmende vann fra det noe surere Siljanvassdraget. Den nordre stasjonen er imidlertid heller ikke preget av forsurening. Det skal bemerkes at man har data fra en mye kortere periode fra den nordre stasjonen enn den søndre stasjonen.



Figur 3.1 Farrisvatn stasjon 4 (søndre del). Midlere pH i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for.



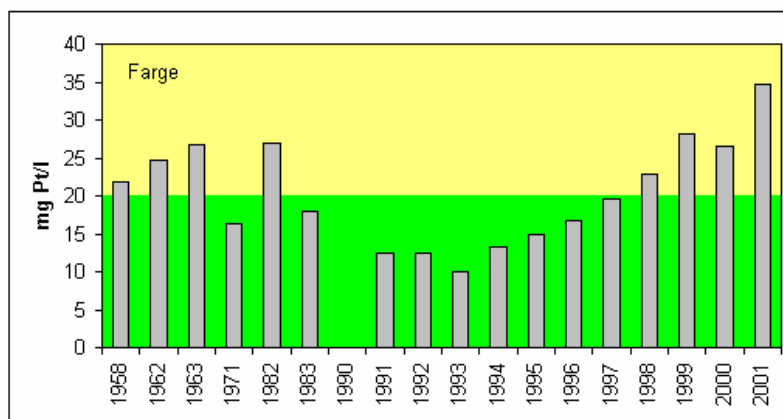
Figur 3.2 Farrisvatn stasjon 3 (nordre del). Midlere pH i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for.

### 3.2 Farge

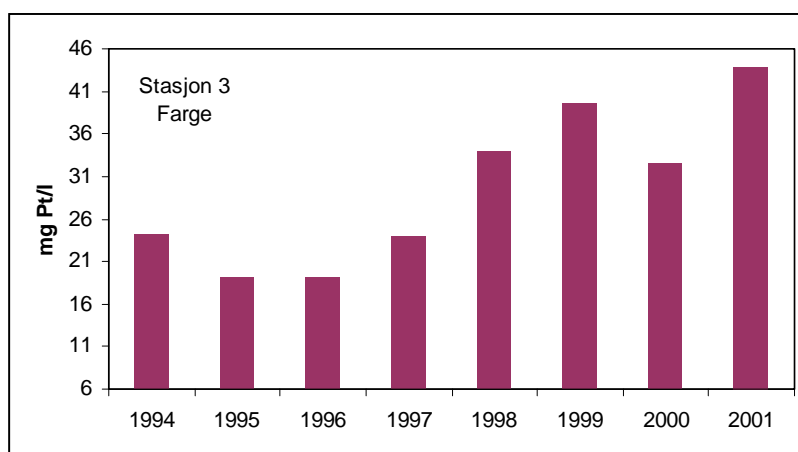
Fig.3.3 viser utviklingen i farge målt som mg Pt/l i Farrisvannet fra 1958 og fram til i dag. I begynnelsen og slutten av perioden har man høyere fargeverdier enn i midten av perioden. Fram til 1993 hadde man en signifikant nedgang i farge (Lineær regressjonsanalyse gav  $r^2 = 0,53$ ,  $p=0,025$ ), mens fra 1993 til 2001 har man hatt en sterkt signifikant økning i fargen ( $r^2=0,96$ ,  $p = 0,00005$ ). Over hele perioden kan det ikke avdekkes noen statistisk signifikant økning ( $r^2=0,006$ ,  $p=0,76$ ). Grensen for drikkevann er 20 mg Pt/l. Gjennom mesteparten av 1980-åra og begynnelsen av 1990-åra var farge under tiltaksgrensen, mens den de siste 4 årene har ligget over.

Hem (2000) har studert fargeutvikling i VIVs råvannsinntak og funnet noe av den samme utviklingen. Han har imidlertid ikke sett på data så langt tilbake i tid som overvåkingsdataene gir mulighet til. Han finner en sammenheng mellom milde vintre og hyppige smelteperioder og økt farge. I et pågående prosjekt under Nordisk ministerråd hvor man ser på lengere dataserier fra hele Norden, er ikke farge-økningen så entydig. Det finnes både perioder med økning og perioder med minking i vannets farge (T.Andersen NIVA, pers medd). Det kan se ut som om perioder med økning er knyttet til perioder med økt intensitet og hyppighet i avrenningsperioder, særlig milde vintre. De klimasenarioer som er trukket opp framover med fuktige somrer og milde vintre, vil i så måte peke mot at man kan forvente en viss økning i avrenning av humusstoffer, og dermed økt farge. Dette gjelder særlig områder der det er mye myr i nedbørfeltet, hvilket er tilfelle for deler av Skrimplatået i Siljanvassdragets nedbørfelt.

Fig.3.4 viser fargen i nordenden av innsjøen. Fargen er her noe høyere enn ved stasjon 4 i søndre del av innsjøen. Dette må ses i sammenheng med at denne stasjonen er mer direkte påvirket av det mer humusholdige Siljanvassdraget. Også ved denne stasjonen har det vært en økning i fargen i siste halvdel av 1990-åra og fram til 2001. Her har man ikke prøver fra før 1990-åra, men trolig har man hatt tilsvarende variasjon i farge her som ved den søndre stasjon.



Figur 3.3 Farrisvatn stasjon 4 (søndre del). Midlere farge (mg Pt/l) i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for.



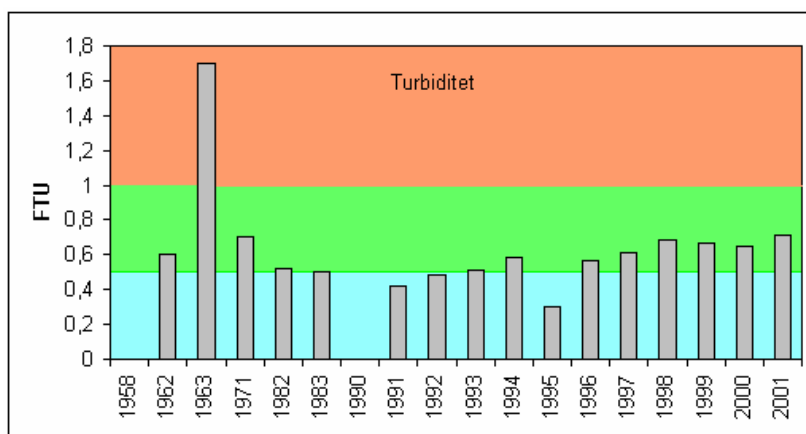
Figur 3.4 Farrisvatn stasjon 3 (nordre del). Midlere farge i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for (blandprøver 0-10m dyp).

### 3.3 Turbiditet

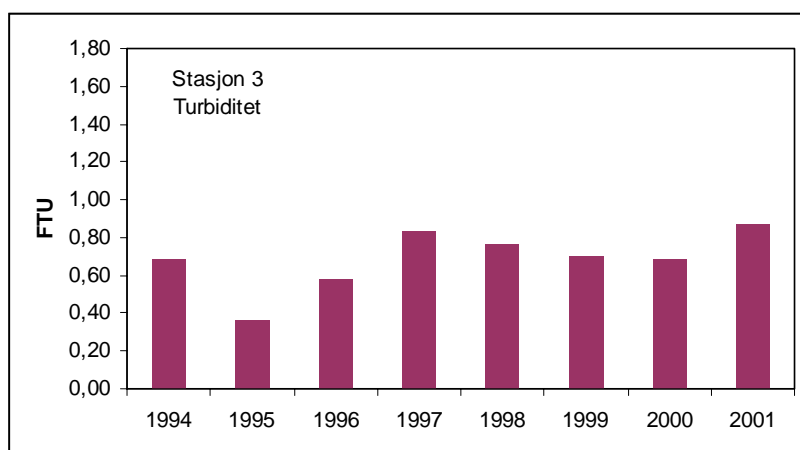
Turbiditet er et indirekte mål på vannets innhold av partikler, eller rettere sagt et mål på vannets grumsethet. Måleenheten er FTU (formasin turbidity units).

Fig.3.5 viser midlere turbiditet i sommerhalvåret for overflatevannet (0-10m) ved hovedstasjonen syd i Farris (ut for VIVs inntak) for de år det finnes data fra. Med unntak av resultatene fra 1963 (som er merkelige høye og det er nærliggende å tro at det feil) synes det å ha vært liten eller ingen utvikling mht turbiditet (grumsethet) i vannmassene i Farris de siste 45 årene. Alle verdiene (unntatt 1963) ligger under den gamle tiltaksgrensen mht grums i drikkevannet (1 FTU), og ca halvparten av verdiene ligger enten på eller under den nye grensen på 0,5 FTU. Med disse turbiditetsverdiene gir Farrisvannet visuelt et klart og rent inntrykk.

I den nordre del av innsjøen er turbiditeten noe høyere, se fig.3.6. Det partikulære materialet som tilføres fra Siljanvassdraget sedimenterer på veg sørover gjennom Farrisvannet og gir opphav til noe klarere vann der



Figur 3.5 Farrisvatn stasjon 4 (utfør VIVs inntak). Midlere turbiditet (mg Pt/l) i overflatevannet (0-10m) i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for.

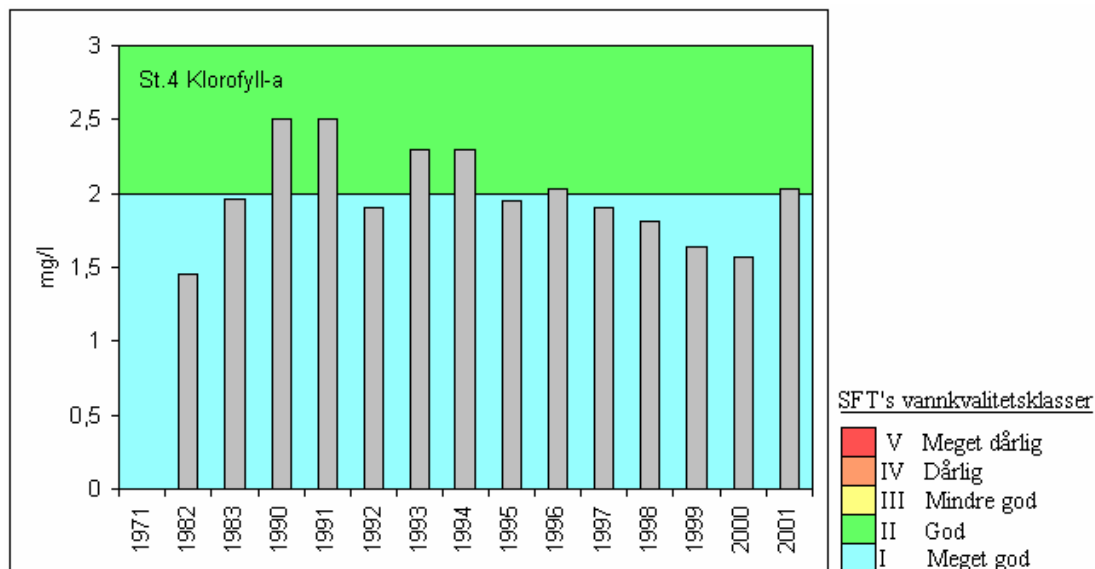


Figur 3.6 Farrisvatn stasjon 3 (nordre del). Midlere turbiditet i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for (blandprøver 0-10m dyp).

### 3.4 Tilstand og utvikling mht eutrofiering

#### 3.4.1 Algemengde

Midlere algemengde som klorofyll-a i overflatelagene (0-10m) over sommerhalvåret (mai-oktober) fra den søndre del i Farris for de ulike år er gitt i fig.3.7. I åtte av 14 år har innsjøen ligget i klasse I (meget god vannkvalitet) i SFTs klassifikasjonssystem, mens i 6 av 14 år har den ligget i klasse 2 (god vannkvalitet).



Figur 3.7 Algemengde gitt som klorofyll-a konsentrasjon. Middelerverdi over perioden mai-oktober for blandprøver i 0-10 m sjiktet ved Hovedstasjonen (St.4) i Farrisvatn.

Det har vært en økning i algemengden fra 1982 og fram til 1991 ( $r^2=0,88$   $p=0,06$ ), og deretter et avtak ( $r^2=0,5$   $p=0,01$ ). Bedringen i siste halvdel av 1990-årene må ses i sammenheng med gjennomførte tiltak på kommunal sektor i Siljan kommune, samt tiltak mot avløp fra spredt bebyggelse rundt nærområdet til Farris (kfr. tiltaksplan Bratli og medarb. 1993). Den økte algemengde som ble observert i 2001 kan være en tilfeldighet ved for eksempel at det har vært dominans av en dårlig beitbar algetype, det vil si som dyreplanktonet ikke har likt. Det var ikke noe spesielt høyt fosforinnhold eller nitrogeninnhold i vannmassene dette året. Selv om man ikke skal legge så mye vekt på en slik litt høy enkeltverdi viser det at situasjonen ikke er helt stabil i beste vannkvalitetsklasse, og at innsjøen fortsatt bør overvåkes.

I Eikeren, VIVs nye vannkilde, ligger midlere algemengde på fra 1,0-1,2  $\mu\text{g}$  klorofyll-a per liter, det vil si omtrent på det halve av hva man finner i Farris.

### 3.4.2 Total fosfor og total nitrogen i overflatelagene

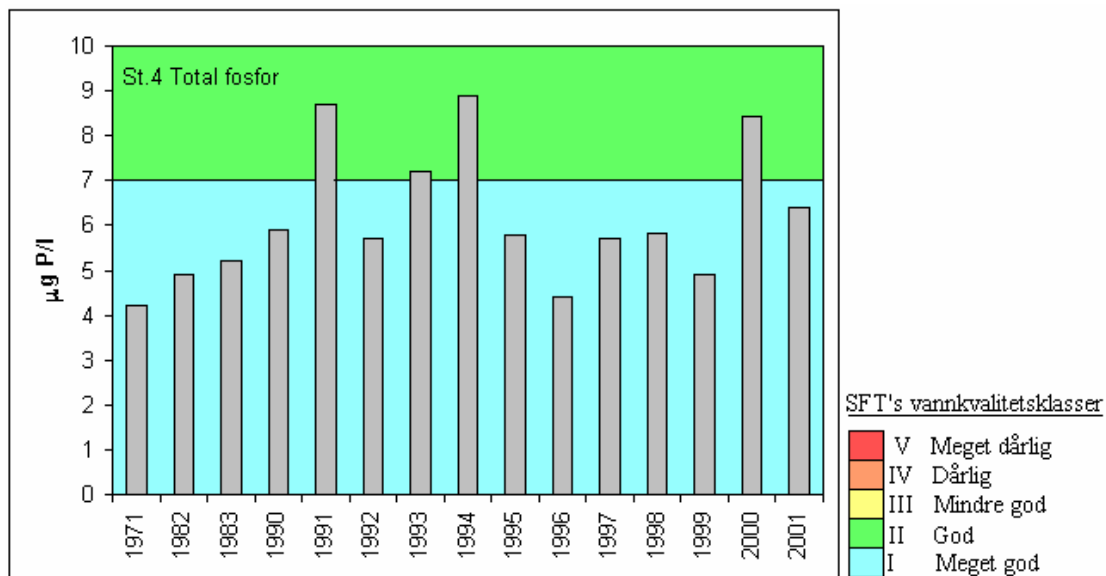
Midlere konsentrasjon av total fosfor i overflatelagene (0-10m) over sommerhalvåret (mai-oktober) fra den søndre del av Farris for de ulike år det finnes overvåkingsdata fra er gitt i fig.3.8.

Utviklingen er nokså lik det man fant for algemengden, nemlig en økning fram mot førstene av 1990-årene, og deretter en bedring. De 2 siste årene har bedringen stoppet opp. Bedringen må ses i sammenheng med bygging av nytt renseanlegg i Siljan, samt sanering av spredte avløp rundt Farrisvannet. Med hensyn til fosforkonsentrasjon ligger Farris de aller fleste årene i klasse I (Meget God) i SFTs system for klassifisering av vannkvalitet i ferskvann.

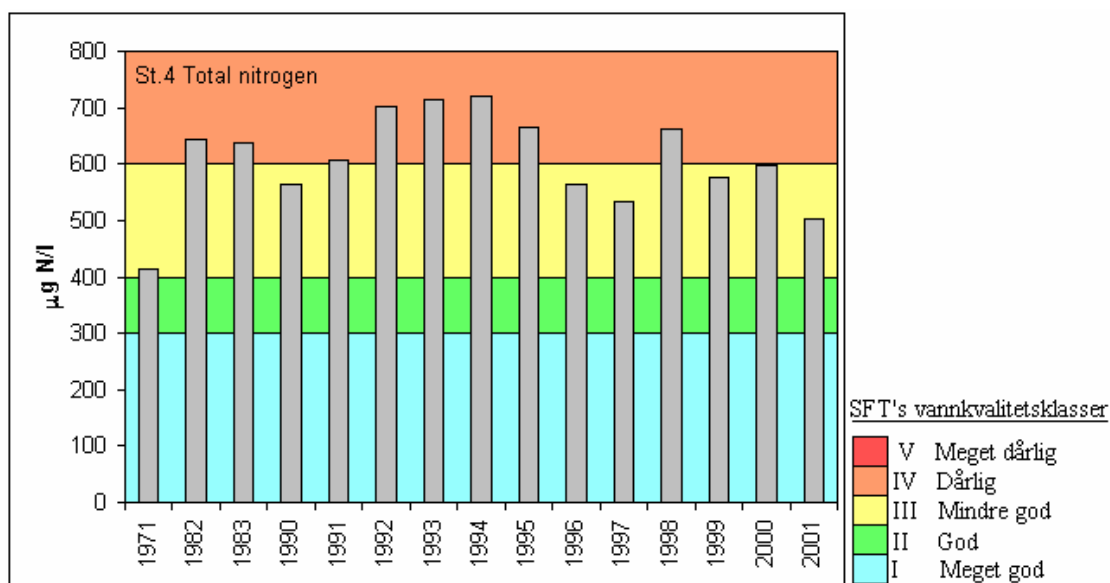
Tilsvarende utvikling er for nitrogen, se fig.3.9. Forklaringen på forløpet er noe av den samme.

Med hensyn til konsentrasjon av total nitrogen, er konsentrasjonsnivået forholdsvis høyt, slik at innsjøen veksler mellom vannkvalitetsklasse III (Mindre god) og IV (dårlig). Nitrogen i disse konsentrasjoner har ingen negativ betydning for drikkevannskvaliteten.





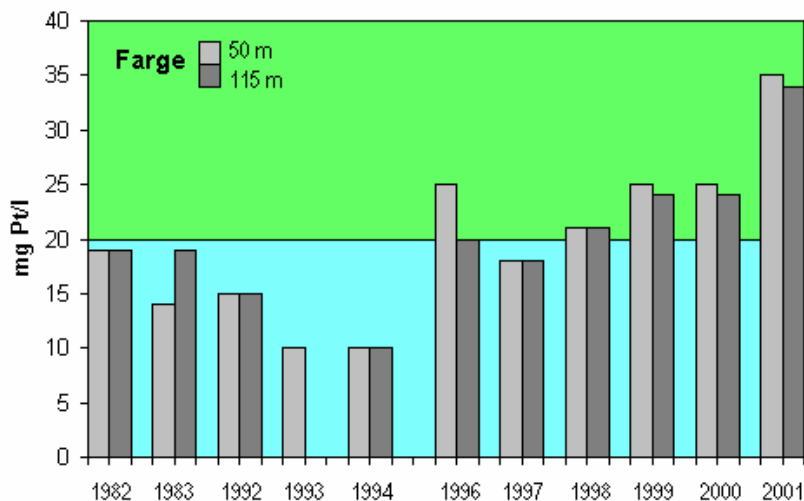
Figur 3.8 Midlere konsentrasjon av total fosfor i overflatelagene (0-10m) i Farris (St.4 søndre del) over sommerhalvåret (mai-oktober) for de årene det finnes overvåkingsdata fra.



Figur 3.9 Midlere konsentrasjon av total nitrogen i overflatelagene (0-10m) i Farris (St.4 søndre stasjon) over sommerhalvåret (mai-oktober) for de årene det finnes overvåkingsdata fra.

### 3.4.3 Farge i dypvannet

I tillegg til prøver fra overflatelagene er det tatt prøve fra dypvannet ved to anledninger, nemlig fra vårsirkulasjonen og fra slutten av sommerstagnasjonen. I figur 3.10 er resultatene fra slutten av sommerstagnasjonen fremstilt for ulike år (august/september).



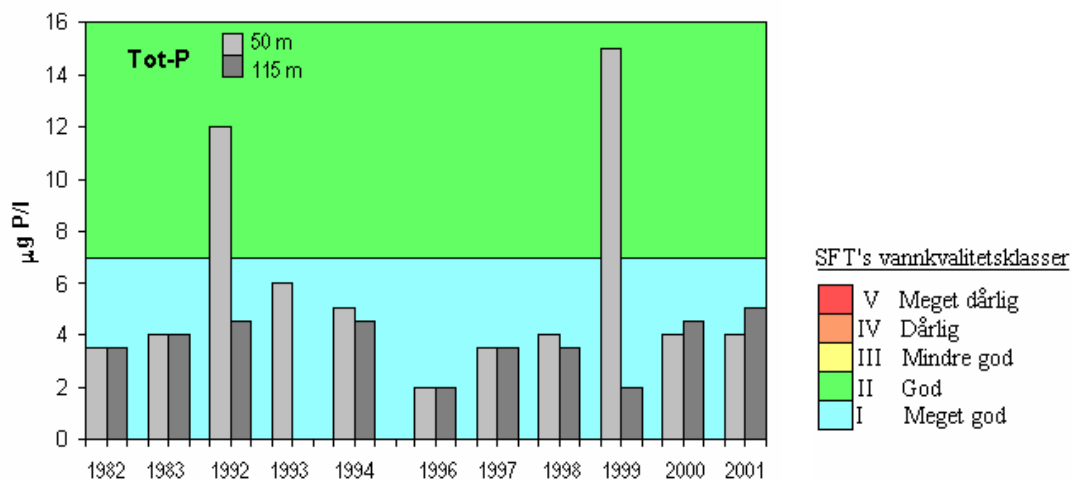
Figur 3.10 Farge i dypvannet i Farris ved stasjon 4 ut for VIVs inntak i september for de ulike overvåkingsår. 20  $\mu\text{g Pt/l}$  er tiltaksgrense hvor det kreves fjerning av farge ved vannforsyningsanlegg

Fargen i dypvannet er svært lik fargen i overflatelagene som er omtalt tidligere, se fig.3.3. Det er liten forskjell mellom 50 og 100 m. Dette indikerer at det i Farris ikke er noe poeng i å legge inntaket dypere for å oppnå lavere farge. I hht den nye drikkevannsforskriften (FOR 2001-12-04 nr 1372) kreves det rensetiltak for å fjerne farge når denne er over 20 mg Pt/l. De fire siste årene har fargen ligget over dette nivået.

### 3.4.4 Fosfor i dypvannet

Hvis en innsjø er påvirket av eutrofiering er det vanlig at det skjer en økning av fosforkonsentrasjonen mot bunnen. Denne økningen kommer til å begynne med som følge av dekomponering av sedimenterende materiale, og om innsjøen er betydelig eutrofiert skjer det også en frigivelse av fosfor fra sedimentet (indre gjødsling). For at dette siste skal inntre, må det meste av oksygenet være brukt opp, noe som ikke er tilfellet i Farris. Oksygen er ikke med i overvåkingen, men ved undersøkelsene i 1982-84 ble det målt oksygen i dypvannet, og ved slutten av stagnasjonsperioden var det 80-90 % metning ved 120 m dyp (Holtan 1985). Noen fare for utlekking av fosfor fra sedimentet er således ikke tilstede i Farris.

Fig.3.11 viser konsentrasjon av total fosfor i dypvannet ved slutten av sommerstagnasjonsperioden for de ulike overvåkingsår. Med unntak av 50 m 1992 og 50 m 1999, som trolig er analysefeil, er alle konsentrasjonene lave og ligger i vannkvalitetsklasse I : "Meget god". Det er ingen signifikant forskjell mellom 50 m og 115 m dyp. Det skjer ingen akkumulering av fosfor i dypet, og det er ingen fare for at intern gjødsling skal kunne inntre.



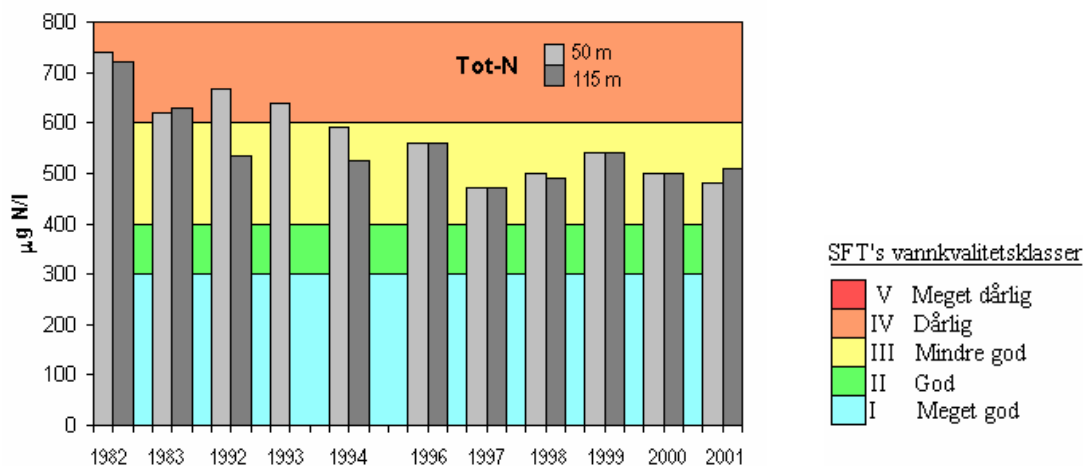
Figur 3.11 Konsentrasjon av total fosfor i dypvannet ved stasjon IV ut for VIVs inntak i september (slutten av sommerstagnasjonen) for de ulike overvåkingsår.

### 3.4.5 Nitrogen i dyplagene

Fig.3.12 viser konsentrasjon av total nitrogen i dypvannet ved slutten av sommerstagnasjonsperioden for de ulike overvåkingsår. Nitrogenkonsentrasjonene i Farris er forholdsvis høye, noe som må ses i sammenheng med jordbruk og bebyggelse i Siljan. Nitrogenkonsentrasjonen er ikke så høy at det er noen fare for drikkevannskvaliteten. Først når konsentrasjonen er over 25 mg N/l er det grunn til å vurdere rensing. Krav om rensing inntreer først ved 50 mg N/l i hht EUs Drikkevannsdirektiv. Disse krav er også tatt inn i Drikkevannsforskriften.

Det er videre ingen forskjell mellom 50 m dyp og 115 m dyp.

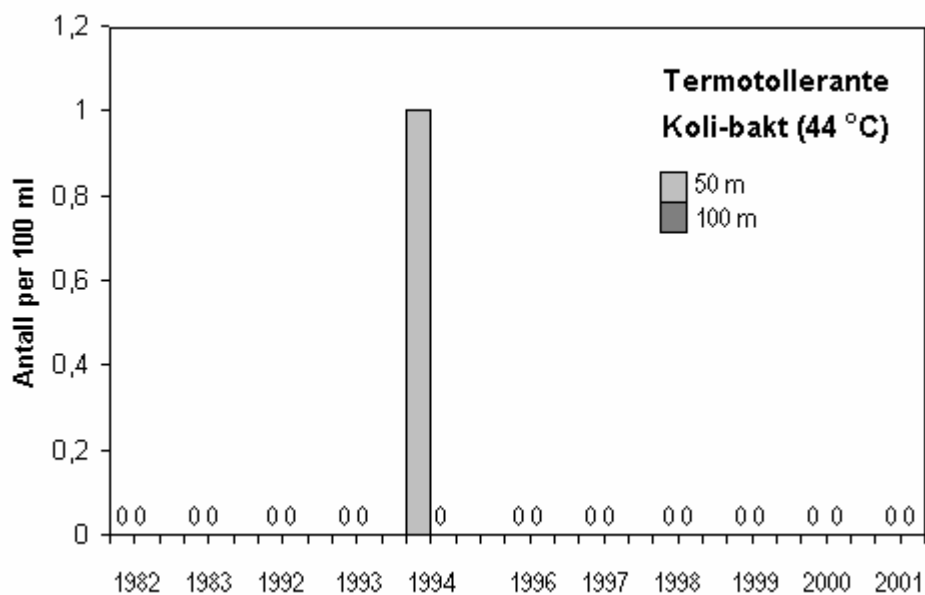
Det ser ut til å ha skjedd en reduksjon i konsentrasjonen av total nitrogen gjennom hele perioden. Det er ingen god forklaring på dette annet enn at det har vært en reduksjon i atmosfærisk tilførsel av langtransporterte forurensninger (Skjelkvåle 2001). Dette har i første rekke skjedd mht svovel (60% reduksjon sammenliknet med 1980) og i mindre for nitrogen. Tiltakene i nedbørfeltet har hovedsakelig rettet seg mot fjerning av fosfor. Noe fjerning av nitrogen har man nok "fått på kjøpet", men det er forholdsvis lite. Det er bemerkelsesverdig at samme bedring ikke kan ses i resultatene fra overflatelagene.



Figur 3.12 Konsentrasjon av total nitrogen i dypvannet i Farris ved stasjon IV ut for VIVs inntak i september for de ulike overvåkingsår.

### 3.4.6 Tarmbakterier i dypvannet

Fig.3.13 viser konsentrasjon av termotollerante koliforme bakterier (ekte tarmbakterier) i dypvannet ved slutten av sommerstagnasjonsperioden for de ulike overvåkingsår. Kun ved en anledning (50 m dyp i 1994) ble det påvist slike bakterier. Vurdert ut fra disse prøvene isolert sett tilfredsstillende Farris drikkevannsforskriftens krav til vannkvalitet ved enkel vannbehandling. Prøvene er imidlertid fra den mest gunstige perioden mht funn av tarmbakterier i dypvannet, nemlig ved slutten av en lang stagnasjonsperiode. Prøver fra høstfullsirkulasjonen (november-desember-januar) er perioden hvor man ser om dypvannet virkelig er en hygienisk barriere eller ikke. Den regnfulle høsten 2000 observerte man termotollerante bakterier i råvannsinntaket flere ganger.



Figur 3.13 Konsentrasjon av termotollerante koliforme bakterier (TKB) i dypvannet i Farris ved stasjon IV ut for VIVs inntak i september for de ulike overvåkingsår.

### 3.5 Tilløpselver og bekker

Ved planleggingen av overvåkingen i 1991 (Holtan 1992) ble følgende elver/bekker ansett for å være de viktigste å overvåke, nevnt nordfra:

- Siljanelva
- Delesandbekken
- Onobekken
- Fossanebekken
- Dammenbekken
- Gopledalsbekken
- Bekk fra Tømmerlageret

Beliggenheten av stasjonene er vist i fig.2.1. Noen av bekkene er overvåket hvert år, mens andre bare i enkelte år. Det er ikke foretatt noen vannføringsmålinger slik at bekkenes relative bidrag til forurensning av Farris kan ikke vurderes her. Siljanelva er imidlertid den aller største og står alene for anslagsvis 70-75 % av vanntilførselen til Farris. Sammenliknet med denne er de andre bekkene små. Flere av dem er imidlertid sterkt forurenset og de ligger nær drikkevannsinntakene til VIV og LOV.

Det gjøres oppmerksom på at tømmerlagret er flyttet slik at avrenning herfra nå går ut av Farrisvannets nedbørfelt. Derfor har ikke denne avrenningen vært med i overvåkingen de siste årene.

#### 3.5.1 Total fosfor i tilløpsbekkene

Midlere konsentrasjon av total fosfor for de ulike tilløpsbekkene i de ulike overvåkingsårene er vist i fig.3.14. Konsentrasjonsmessig var avrenningen fra tømmerlagret i en klasse for seg med ca 10 ganger høyere konsentrasjon enn de andre.

Siljanelva har de laveste konsentrasjonene, stort sett rundt 10 µg P/l. Konsentrasjonen har ligget på dette nivået i hele perioden. Det har ikke vært noen utvikling mot enten økte evt. reduserte konsentrasjoner.

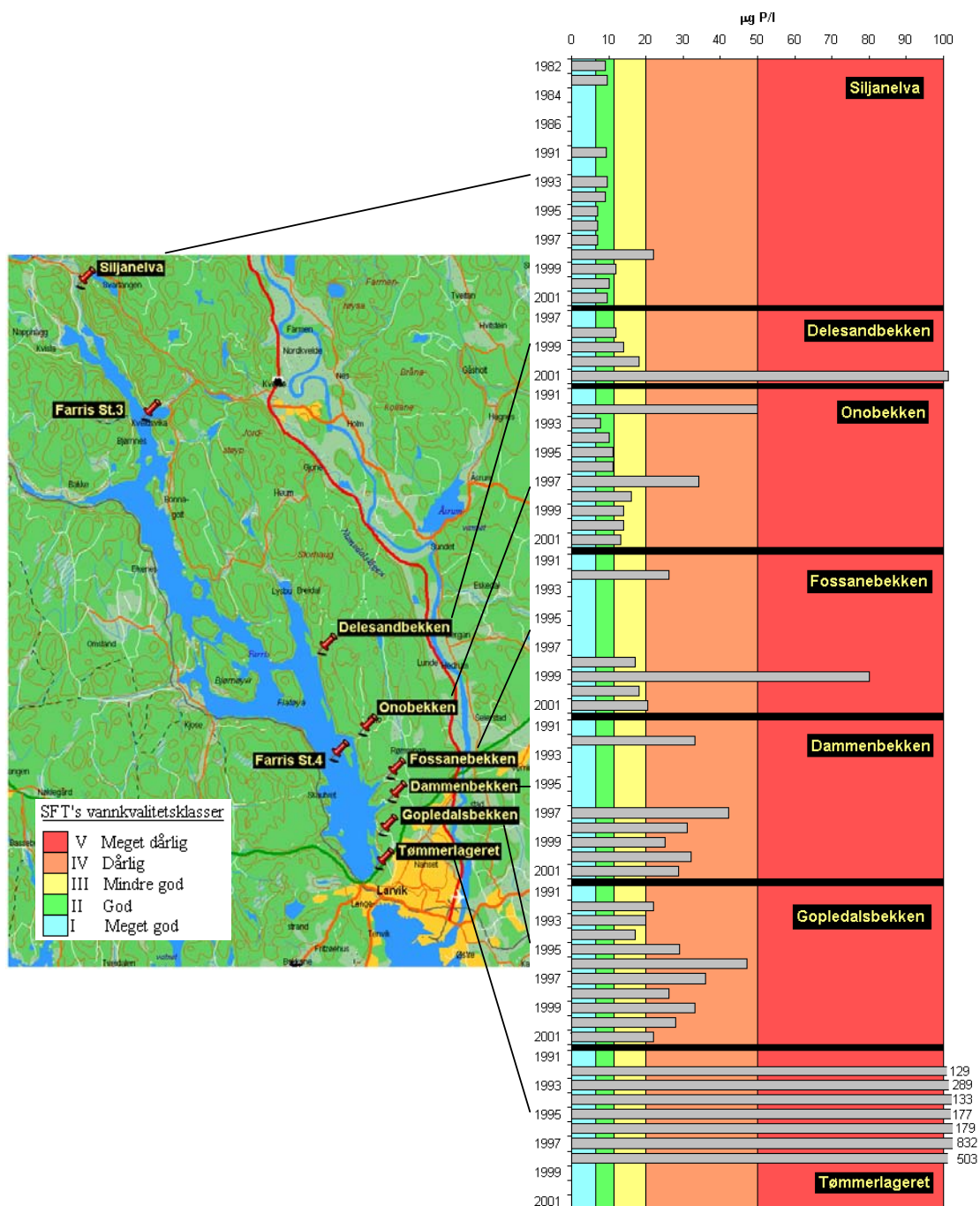
De andre bekkene har alle klart forhøyede konsentrasjoner og vitner om forurensning. Avrenningen fra tømmerlageret har i alle år ligget langt inne i dårligste vannkvalitetsklasse i SFTs klassifikasjonssystem. Gopledalsbekken og Dammenbekken ligger stabilt i nest dårligste vannkvalitetsklasse, mens situasjonen gjennomgående er noe bedre i de tre andre bekkene, Fossanebekken, Onobekken og Delesandbekken.

For Delesandbekken kan det se ut til å ha vært en økning i fosforkonsentrasjonen over tid. Særlig siste året var konsentrasjonen her høy, med over 100 µg P/l som middel over sommerhalvåret. Man bør se litt nøyer på denne bekken. For Fossanebekken, Dammenbekken og Onobekken kan det ikke spores noen utvikling, selv om det er høye konsentrasjoner i enkelte år.

For Gopledalsbekken og bekk fra tømmerlageret kan det se ut til å være en viss negativ utvikling. Konsentrasjonene er ikke bare høye for total fosfor, men også for ortofosfat



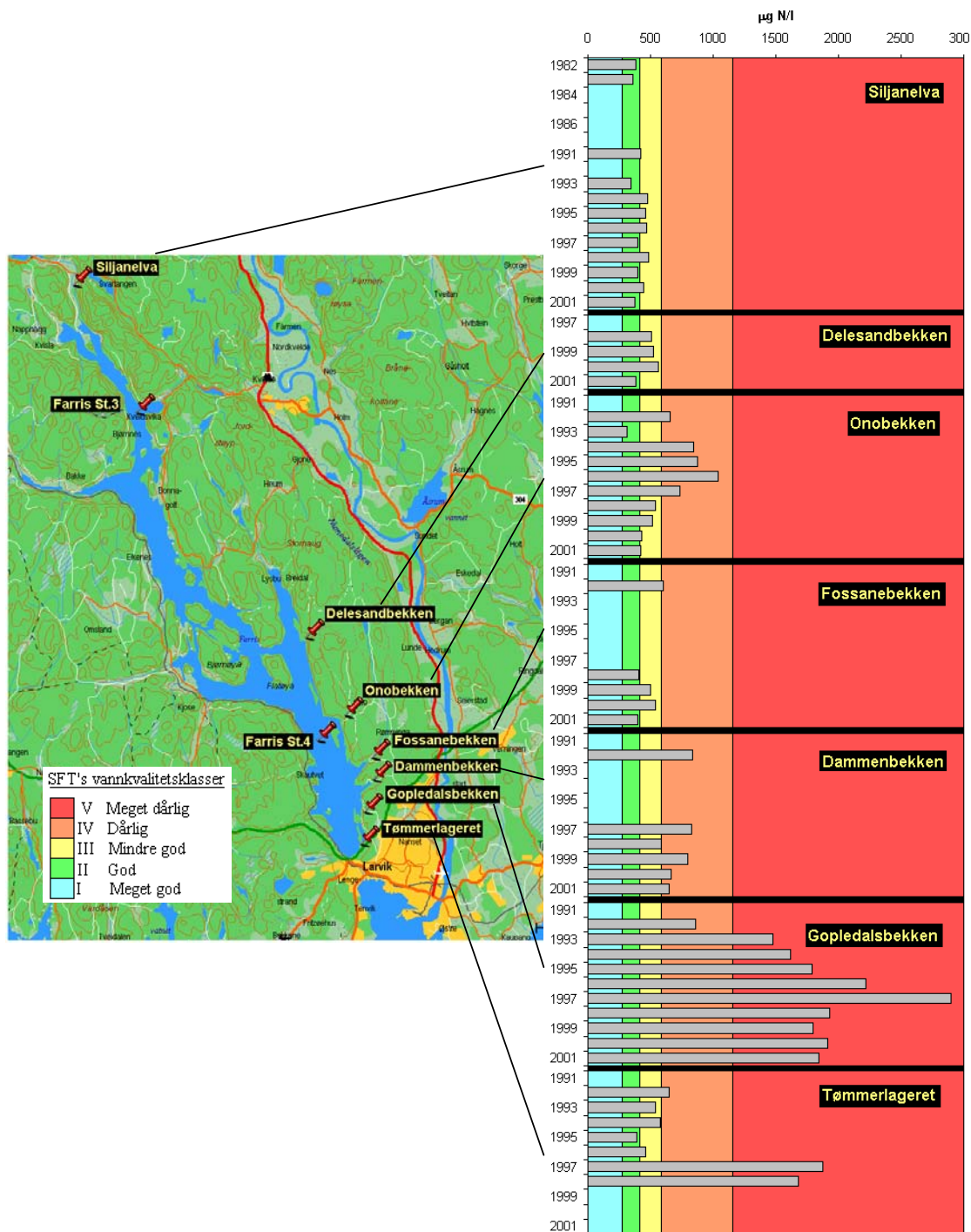
("høyoktan algebrensel"). Tømmerlagret er som sagt flyttet slik at avrenning herfra nå går ut av Farrisvannets nedbørfelt. Man bør se litt nærmere på kildene til Gopledalsbekkens forurensning.



Figur 3.14 Konsentrasjon av total fosfor i Siljanelva og en del tilløpsbekker til Farris. Middelerverdier i sommerhalvåret for de ulike overvåkingsårene.

### 3.5.2 Total nitrogen i bekkene

Midlere konsentrasjon av total nitrogen for de ulike tilløpsbekkene i de ulike overvåkingsårene er vist i fig.3.15.



Figur 3.15 Total nitrogen i Siljanelva og en del tilløpsbekker til Farris. Middelerverdier i sommerhalvåret for de ulike overvåkingsårene.

Konsentrasjonen av total nitrogen i Siljanelva ligger omtrent på 4-500 µg N/l. Dette plasserer den i vannkvalitetsklasse II-III "God-Mindre god" i SFTs klassifiseringssystem. Det har ikke

vært noen tendens til hverken økning eller minking av N-konsentrasjonen i Siljanelva i løpet av de siste 20 år.

Delesandbekken og Fossanebekken er moderat forurenset med nitrogen og har konsentrasjoner av Tot-N på ca 500 µg N/l. Onobekken og Dammenbekken kommer i en mellomstilling med mellom 500-1000 µg N/l, mens Gopledalsbekken er massivt forurenset av nitrogen og tidvis også bekken fra tømmerlageret.

Mht utvikling viste Gopledalsbekken en økning i nitrogenkonsentrasjonen fra 1992 til 1997 (2900 µg N/l), for deretter å ha stabilisert seg på i underkant av 2000 µg N/l. De 2 siste årene av overvåkingen av avrenningen fra tømmerlageret økte Tot-N konsentrasjonen til det tredobbelte (15-1900 µg N/l) av hva den var de 5 første årene (ca 500 µg N/l). Som sagt er tømmerlageret flyttet slik at avrenningen nå går utenom Farrisvannets nedbørfelt. Konsentrasjonen av total nitrogen i Onobekken har vært dalende de siste årene.

### 3.5.3 Tarmbakterier i innløpsbekkene

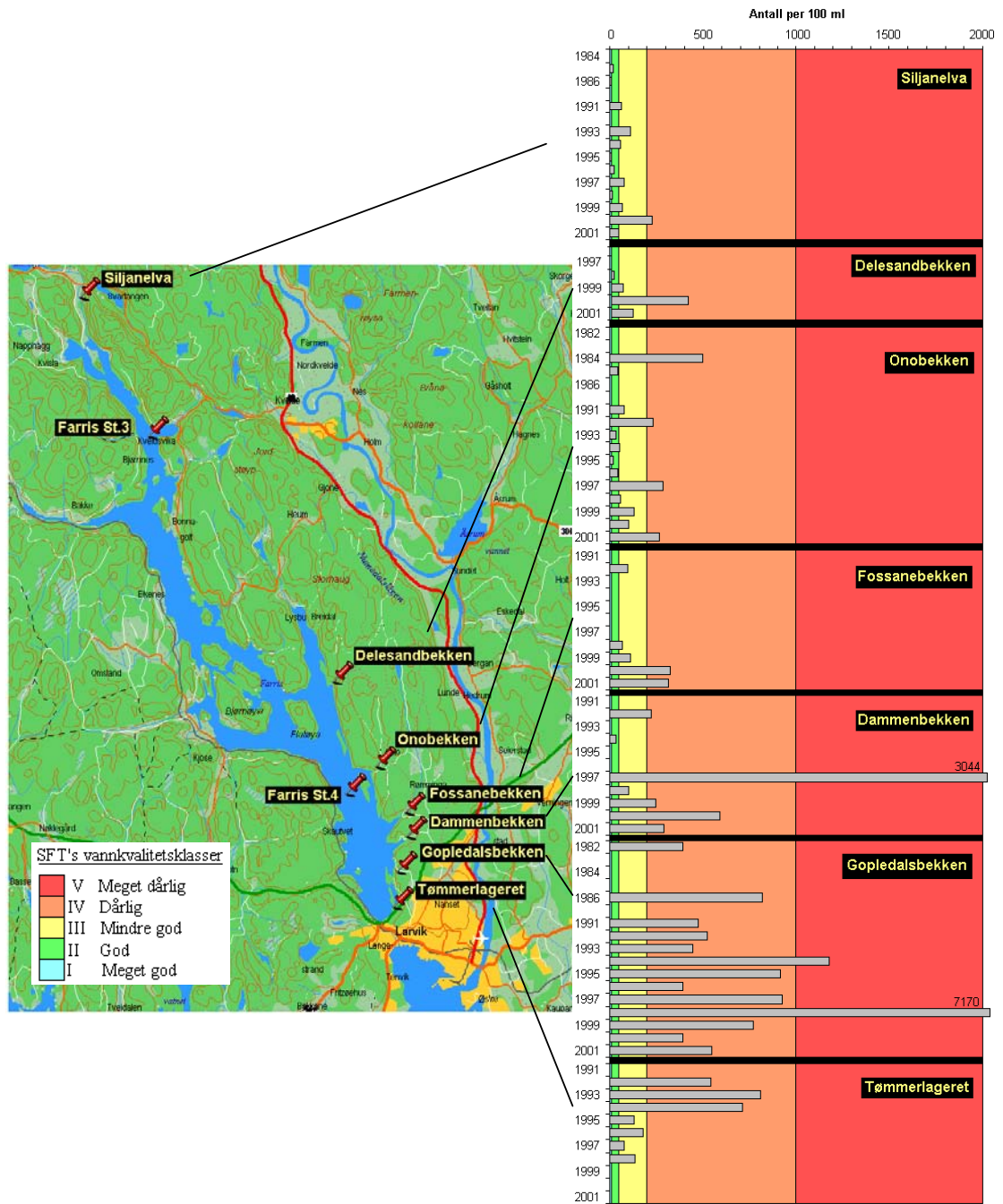
Midlere konsentrasjon av termotolerante koliforme bakterier (TKB, ekte tarmbakterier) for de ulike tilløpsbekkene i de ulike overvåkingsårene er vist i fig.3.16.

Siljanelva er lite bakteriologisk forurenset de fleste år, mens andre år er den betydelig forurenset. Midlere konsentrasjon av TKB i Siljanelva varierer fra 10 til 225 per 100 ml. Årsaken til den store variasjonen er ikke alltid så lett å finne. Ofte skyldes det nedbørforhold idet det i våte perioder ofte skjer overløp og lekkasjer i kloakksystemene. Den rekordvåte sommeren og høsten 2000 har slått kraftig ut i bakterieforurensning av Siljanelva da den plasserte seg i klasse 4 "dårlig vannkvalitet" i SFTs 5-delte vannkvalitetsskala. De fleste andre årene ligger Siljanelva i klasse 2 og 3 ("god" og "mindre god" vannkvalitet).

Delesandbekken, Onobekken og Fossanebekken er noe mer bakteriologisk forurenset enn Siljanelva og vannkvaliteten veksler mellom klasse 3 (mindre god) og klasse 4 (dårlig).

Dammenbekken og særlig Gopledalsbekken er sterk bakteriologisk forurenset og veksler mellom vannkvalitetsklasse 4 (dårlig) og klasse 5 (meget dårlig). Bekken fra tømmerlageret ligger mellom vannkvalitetsklasse 3 og 4, men som sagt er denne avrenningen nå ført ut av Farrisvannets nedbørfelt. Disse tre bekkene er kraftig bakteriologisk forurenset og de munner alle ut i den sydlige del av innsjøen hvor også drikkevannsinntakene er plassert. Hvis kraftige avrenningsperioder inntreffer samtidig som innsjøen sirkulerer, som f. eks. den rekordvåte høsten 2000, vil bakterier fra disse bekkene kunne påvirke drikkevannsinntakene. Man bør se nøyer på forurensningskildene i Gopledalsbekken og Dammenbekken.

Med hensyn til tidsutviklingen av den bakteriologiske forurensningen av bekkene er det vanskelig å si noe sikkert pga store år til år variasjoner. Kun i 2 bekker kan en se relativt entydige trender. Den ene er Fossanebekken der det kan se ut som om innholdet av bakterier er økende, og den andre er bekken fra Tømmerlageret, der bakteriekonsentrasjonen er minkende. Her skjedde bedringen plutselig i 1995, hvoretter bakterieavrenningen har vært mye mindre enn før. Som sagt er avrenningen fra tømmerlageret nå ført ut av Farrisvannets nedbørfelt og har ikke lenger relevans for overvåkingen av Farrisvannet.



Figur 3.16 Termotolerante koliforme bakterier (TKB) i Siljanelva og en del tilløpsbekker til Farris. Middelerverdier i sommerhalvåret for de ulike overvåkingsårene.

## 4 Referanser

- Bratli, J.L.; Holtan, H.; Magnussen, K.; Aspmo, R, 1993: Farris - Siljanvassdraget. Tiltaksplan for reduksjon av fosfortilførsler., Norsk institutt for vannforskning; Rapport Lnr. 2873: 80s.
- Drikkevannsforskriften 2002. FOR 2001-12-04 nr 1372: Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften).
- EUs drikkevannsdirektiv: Council directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. Brussels, 3 November 1998.
- Hem L. J. 2000: Langsiktig økning i fargetallet i Farris - årsaker og mulige tiltak. Rapport fra Aquateam - Norsk vannteknologisk senter A/S, Rapport nr 00-001, Prosjekt nr O-99093, 19 sider.
- Holtan, G. 1985: Overvåking i Farris-Siljanvassdraget 1982-84. Del B: Fysisk, Kjemiske, bakteriologiske og hydrologiske data., NIVA-rapport Lnr 1725., 74 sider.
- Holtan, G., P. Brettum, L. Lien, og J.E. Løvik 1985: Overvåking av Farris-Siljanvassdraget 1982-84, Del A: Hovedrapport. NIVA-rapport Lnr 1746: 62 sider.
- Holtan, H. 1992: Overvåking av Farris-Siljanvassdraget 1991. NIVA-rapport Lnr 2719., 44 sider + bilag.
- Holtan, H. 1993: Overvåking av Farrisvatn 1992. NIVA-rapport Lnr 2923., 25 sider.
- Holtan, H. 1994: Overvåking av Farris med tilløp 1993. NIVA-rapport Lnr 3101., 20 sider.
- Liltved, H., R. Wright og E. Gjessing 2001: Kartlegging av fargeøkning i norsk overflatevann og mulige årsaker. Vann nr 1 2001, side 70-77.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann., SFT-veiledning 97:04., 31 sider.
- Sosial- og Helsedepartementet 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m., Sosial og Helsedep., Forskrift no 68, I-9/95.
- VIV 1995: Farrisovervåkingen 1994. VIV-rapport 1995.
- VIV 1996: Farrisovervåkingen 1995. VIV-rapport 1996.
- VIV 1997: Farrisovervåkingen 1996. VIV-rapport 1997.
- VIV 1998: Farrisovervåkingen 1997. VIV-rapport 1998.
- VIV 1999: Farrisovervåkingen 1998. VIV-rapport 1999.
- VIV 2000: Farrisovervåkingen 1999. VIV-rapport 2000.
- VIV 2001: Farrisovervåkingen 2000. VIV-rapport 2001.
- VIV 2002: Farrisovervåkingen 2001. VIV-rapport 2002.