

Overvåking av Farrisvannet med tilløp fra 1958 - 2010



Kartgrunnlag: Statens kartverk

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

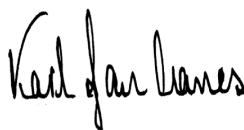
NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av Farrisvannet med tilløp fra 1958 - 2010	Løpenr. (for bestilling) 6175-2011	Dato 29.04.2011
	Prosjektnr. Undernr. O-10478	Sider Pris 32
Forfatter(e) Dag Berge	Fagområde Vannressursforvaltning	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV)		Oppdragsreferanse Tanja Breyholtz
Sammendrag Det er foretatt en enkel sammenstilling av vannkvalitetsdata fra Farrisvannet fra 1958-2010. De fleste årene lå innsjøen i klasse 1 (meget god vannkvalitet) i hht SFTs vannkvalitetskriterier, men fortsatt kan det forekomme enkeltår hvor den befinner seg i klasse 2 God vannkvalitet. I henhold til vanddirektivets klassifiseringsveileder ligger Farris i klasse 1 Svært god tilstand. Gjennom siste halvdel av 1990-åra har det skjedd en kraftig fargeøkning i Farris, men det har også vært perioder med høy farge tidligere. Fargen ser ut til å ha stabilisert seg på et nivå mellom 25 og 35 mg Pt/l de siste ti årene. Med klimaprognoser om milde vintre og fuktige somrer, må man regne med hyppig forekomst av relativ høy farge i Farris fremover. Dypvannet i Farris hadde god vannkvalitet i alle år både mht næringsalter og bakterier, og viste ingen tendens til utvikling i noen bestemt retning. Flere av de undersøkte bekkene var sterkt forurenset. Dette gjaldt først og fremst Vassvikbekken som lå langt oppe i verste forurensningsklasse klasse 5 Meget dårlig vannkvalitet. Gopledalsbekken og Dammenbekken var også markert påvirket, men her har tilstanden bedret seg en god del de siste 10 årene. De andre bekkene var mindre forurenset, men de bar klare preg av menneskelige påvirkninger. Siljanelva hadde best vannkvalitet av de undersøkte tilløpene til Farris. Vannkvaliteten lå her i klasse 2 "God" til 3 "Mindre god".		
Fire norske emneord 1. Forurensningsovervåking 2. Vannkvalitet 3. Drikkevann 4. Farrisvannet	Fire engelske emneord 1. Pollution monitoring 2. Water quality 3. Drinking water 4. Lake Farris	



Dag Berge
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Norsk institutt for vannforskning
Oslo

O-10478

Overvåking av Farrisvannet med tilløp fra 1958 - 2010

Oslo 29.04.2011

Prosjektleder:

Dag Berge

Forord

Rapporten er en sammenstilling av overvåkingsdata fra Farrisvannet med tilløpsbekker fra 1958-2010. Oppdragsgiver har vært Vestfold Interkommunale Vannverk VIV ved direktør Tanja Breyholtz.

Materialet som ligger til grunn er dels fra NIVA-undersøkelser, mens det meste er hentet fra den løpende overvåkingen som VIV selv foretar hvert år. Kari Røed fra VIV har bistått ved fremskaffelse av data-materiale fra de ulike år.

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 29.04-2011

*Dag Berge
Prosjektleder*

Innholdsfortegnelse

1	Konkluderende sammendrag	6
2	Summary	9
3	Innledning	10
4	Resultater og diskusjon	13
4.1	Surhet	13
4.2	Farge	14
4.3	Turbiditet	15
4.4	Tilstand og utvikling mht eutrofiering	16
4.4.1	Algemengde	16
4.4.2	Algeobservasjoner i 2010	17
4.4.3	Siktedyp	19
4.4.4	Total fosfor og total nitrogen i overflatelagene	20
4.5	Resultater fra dypvannet under sommerstagnasjonen	22
4.5.1	Farge i dypvannet	22
4.5.2	Fosfor i dypvannet	23
4.5.3	Nitrogen i dyplagene	24
4.5.4	Tarmbakterier i dypvannet	25
4.6	Tilløpselver og bekker som overvåkes hvert år	26
4.6.1	Total fosfor i tilløpsbekkene	26
4.6.2	Total nitrogen	27
4.6.3	Tarmbakterier	27
4.7	Bekker som overvåkes hvert år	28
4.7.1	Total fosfor	28
4.7.2	Total nitrogen	28
4.7.3	Tarmbakterier – E. coli	29
5	Referanser	31
6	Primærdata	33

1 Konkluderende sammendrag

Målsetting

Målsettingen til VIVs medlemskommuner er at vannkvaliteten i Farris skal beholdes så god at den tilfredsstillende så langt som mulig drikkevannsforskriftens krav til rentvann, slik at kilden og inntaksplassering kan godkjennes som en hygienisk barriere. Dette selv om man nå må ha avansert rensing pga den senere tids økning i naturlig humusinnhold. Overvåkingen av forurensningssituasjonen i vassdraget skal være med på å dokumentere dette. Overvåkingen av selve råvannsinntaket er ikke inkludert i dette prosjektet. Med hensyn til eutrofiering har det konkrete, operative miljømålet hittil vært å holde algemengden i Farris under 2 µg Kl-a/l som middelverdi i overflatelagene over sommeren og fosforkonsentrasjonen under 7 µg P/l. Dette miljømålet synes det fortsatt formålstjenlig å holde fast ved.

Overvåkingens omfang

I rapporten presenteres en enkel sammenstilling av overvåkingsdata fra Farrisvannet og tilløp fram til og med 2010. Noen data går helt tilbake i 1950-åra. Undersøkelsene var i starten nokså sporadiske, man foretok en grundig undersøkelse i 1982-83, og fra og med 1991 har innsjøen vært overvåket regelmessig. I 2010 inkluderte man også tilførselsbekkene på vestsiden av innsjøen. Tidligere har bare bekkene på østsiden av Farris vært overvåket sammen med Siljanelva, da bekkene på vestsiden ligger noe lenger unna vanninntaket til VIV. Selve Farris har vært overvåket ved en stasjon i søndre del, omtrent på høyde med vanninntaket, og ved en stasjon i nordre del av innsjøen. Tilførslene er kun overvåket i sommerhalvåret, noe som gjør at man må være forsiktig med å bruke resultatene til kvantitative tilførselsberegninger. Enkelte parametere, som for eksempel total nitrogen og nitrat, har vanligvis mye høyere konsentrasjoner om vinteren, en følge av at det biologiske forbruket både i vann og i terrestrisk nedbørfelt da er mindre.

Viktigste resultater

Midlere pH varierer fra 6,4 til 6,8 i ulike år. Ser man hele perioden fra 1958 til 2010 under ett, kan det se ut som om pH har øket litt, noe som er naturlig i og med at nedfallet av forsurende stoffer over Norge har avtatt betydelig. Det er ikke noen forsuringsfare i Farris.

Turbiditeten i Farris varierer fra 0,4-1 FNU i overflatelagene. Det er ingen klare endringer i turbiditeten over tid. Turbiditeten i nordenden av innsjøen er noe høyere enn ved den søndre stasjonen. Dypvannet, hvor vannverket tar vann fra, har noe lavere turbiditet enn overflatelagene.

De siste 12 årene har vannet i Farris hatt en midlere fargeverdi på over 20 mg Pt/l. Det skjedde en kraftig økning gjennom 1990-årene. I 2002 var midlere farge 35 mg Pt/l, mens den til sammenlikning i 1993 var helt nede i 10 mg Pt/l i middel. I årene deretter har fargen gått noe ned igjen, og ligger nå mellom 25-30 mg Pt/l. 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. Man må forvente at med klimaprognoiser om økt innslag av milde vintre og fuktige somrer, vil det komme mange år med høy farge i Farris i tiden fremover. Fargen er gjennomgående noe høyere ved den nordre stasjonen enn den søndre, noe som har sammenheng med at det skjer en fargereduksjon gjennom innsjøen.

Med hensyn til eutrofiering har målsettingen hittil vært å holde algemengden i Farris under 2 µg Kl-a/l som middelverdi i overflatelagene over sommeren og fosforkonsentrasjonen under 7 µg P/l. Dette her man stort sett greidd de aller fleste årene, men enkelte år ligger den noe høyere. Denne målsettingen har vært vanlig å ha i alle store dype innsjøer i Norge. I henhold til vanddirektivets klassifiseringsveileder er grenseverdiene som man skal holde slike innsjøer

(innsjøtype LN2b, store dype kalkfattige innsjøer i lavlandet) under hhv 4 µg Kl-a/l og 9 µg P/l (grensen mellom God og Moderat tilstand). Denne grensen er etter vår mening for lite streng for en innsjø som Farris, særlig siden Farris er drikkevannskilde. Vanddirektivet sier imidlertid også at man ikke skal tillate at den økologiske tilstanden i innsjøene forverrer seg så mye at den kommer over i en dårligere tilstandsklasse. I og med at Farris de fleste år ligger i vanddirektivets beste klasse (klasse 1: Svært god tilstand) og ikke skal få lov til å gå over i neste, vil målsettingen bli 2 µg Kl-a /l og 6 µg P/l. Målsettingen blir altså noenlunde den samme som før, og som sagt har Farris tilfredsstilt dette i de aller fleste årene. Tilstanden med hensyn til eutrofiering virker stabil. Algesamfunnet har naturlig artssammensetning og viste ved årets undersøkelse (2010) ikke innhold av problemarter. Det er ikke noen trend mot mer alger eller mindre alger på gang når man vurderer overvåkingsperioden.

Vannkvaliteten i dypvannet er gjennomgående enda bedre enn i overflatevannet. Dette gjelder særlig mht bakterier. Det er kun ved to anledninger funnet sikre tarmbakterier (*E. coli*) i dypvannet over alle disse årene under sommerstagnasjonsperioden. Det samme gjelder funn av *Clostridium perfringens*, en sporedannende bakterie, som kan indikere om det finnes gammel fecal forurensning. Det skal imidlertid sies at det i innsjøovervåkingen tas forholdsvis få bakteriep prøver av dypvannet. Dette overvåkes mer hyppig gjennom overvåkingen av råvannsinntaket i vannverket, og det er her gjort hyppige funn av tarmbakterier i forbindelse med sirkulasjonsperiodene. Disse periodene har ikke vært med i innsjøovervåkingen. Fargen i dypvannet er imidlertid nokså lik fargen i overflatevannet.

Av innløpsbekkene som overvåkes hvert år (vesentlig på østsiden av Farris) var Gopledalsbekken og Dammenbekken mest forurenset. Gopledalsbekken var sterkt forurenset med fosfor, nitrogen og bakterier og har i det meste av perioden ligget i SFTs verste forurensningsklasse. I løpet av de siste ti årene har imidlertid Gopledalsbekken og Dammenbekken bedret seg betraktelig. De andre bekkene fra østsiden 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".

Bekkene som overvåkes hvert 5. år (vesentlig på vestsiden av Farris) er så langt bare overvåket i 2010 og man kan derfor ikke ha noen formening om tidsutvikling. Her gis altså bare en statusbeskrivelse basert på 2010-dataene.

Vassvikbekken var meget sterkt forurenset både med fosfor, nitrogen og tarmbakterier og plasseres for alle komponentene i klasse 5: Meget dårlig tilstand ettes SFTs vannkvalitets-kriterier. Eikenesbekken og Kjosebekken var også betydelig forurenset, men allikevel betydelig bedre enn Vassvikbekken som lå i en klasse for seg. Alle bekkene på østsiden var markert forurenset med tarmbakterier og ingen lå i bedre vannkvalitetsklasse enn klasse 4: "Dårlig" for denne parameteren. Minst forurenset var Kvislabekken, Lysebubekken og Oklungselva blant de bekkene som overvåkes hvert femte år. For fosfor lå de i beste vannkvalitetsklasse.

Tilrådnings

1. De viktigste tilførselene bør overvåkes hver måned hele året. Dette gjelder Siljanelva, Gopledalsbekken, Dammenbekken, og Vassvikbekken.
2. Man bør identifisere forurensningskildene i de tre ovennevnte bekkene og vurdere eventuelle tiltak.
3. Man bør inventere nedbørfeltene til bekkene på vestsiden av Farris for å avklare kildene til den forholdsvis store bakteriologiske forurensningen av disse bekkene.

4. Man bør vurdere om man skal inkludere data fra råvannsovervåkingen ved vannverket i denne overvåkingen for å få bedre informasjon om vannkvaliteten i dypvannet over året og ikke bare om sommeren.
5. Overvåkingsprogrammet bør oppdateres til å få med de relevante endringene som gjelder den løpende overvåkingen.
6. Overvåkingen bør samkjøres med eventuell overvåking som måtte iverksettes i regi av vannområdeutvalget for Farris-Siljanvassdraget, samt Larvik kommune (LOV) som har sitt vannverk litt lenger syd i Farris. Dette gjelder både bidragsmessig og parametermessig. Overvåkingen bør koordineres av VIV som er den myndighet som vil ha mest bruk for resultatene som et ledd i å skaffe sikker vannforsyning til sine 10 medlemskommuner.
7. Man bør fortsette å være pådriver i å få Vegvesenet til å gjøre en ordentlig konsekvensutredning av hva deres utbygginger av E-18 over søndre Farris kan medføre av forurensninger for de to store vannverkenes inntak (VIV og LOV). Foreløpig er det igangsatt en strøm og spredningsmodellering av frigiving av gammel forurensning ved fjerningen av synketømmer. Resultatene fra denne vil være ferdig midt i juni.

2 Summary

Title: Monitoring Lake Farrisvatn, SE-Norway with inlets 1958-2010

Year: 2010

Author: Dag Berge

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN978-82-577-5010-0

The report compiles monitoring data from the drinking water source Lake Farrisvatn and its inlet rivers and streams in the period 1958-2010. Most of the years the water quality of the lake complies with the best water quality class (very good) in the classification system of Klif, but some years it is confined to class 2 (good). According to the Norwegian classification system based on the EU Water framework directive, it is also confined to the best class (very good status). During the last part of the 1990ies, the colour of the water in Lake Farrisvatn increased considerably and it was necessary to include advanced water treatment at the water works. The colour has now stabilised around 25-35 mg Pt/l. With the climate prognoses of mild winters and more rain in the summers, it is likely that the colour of Lake Farrisvatn will stay high or even increase in the future.

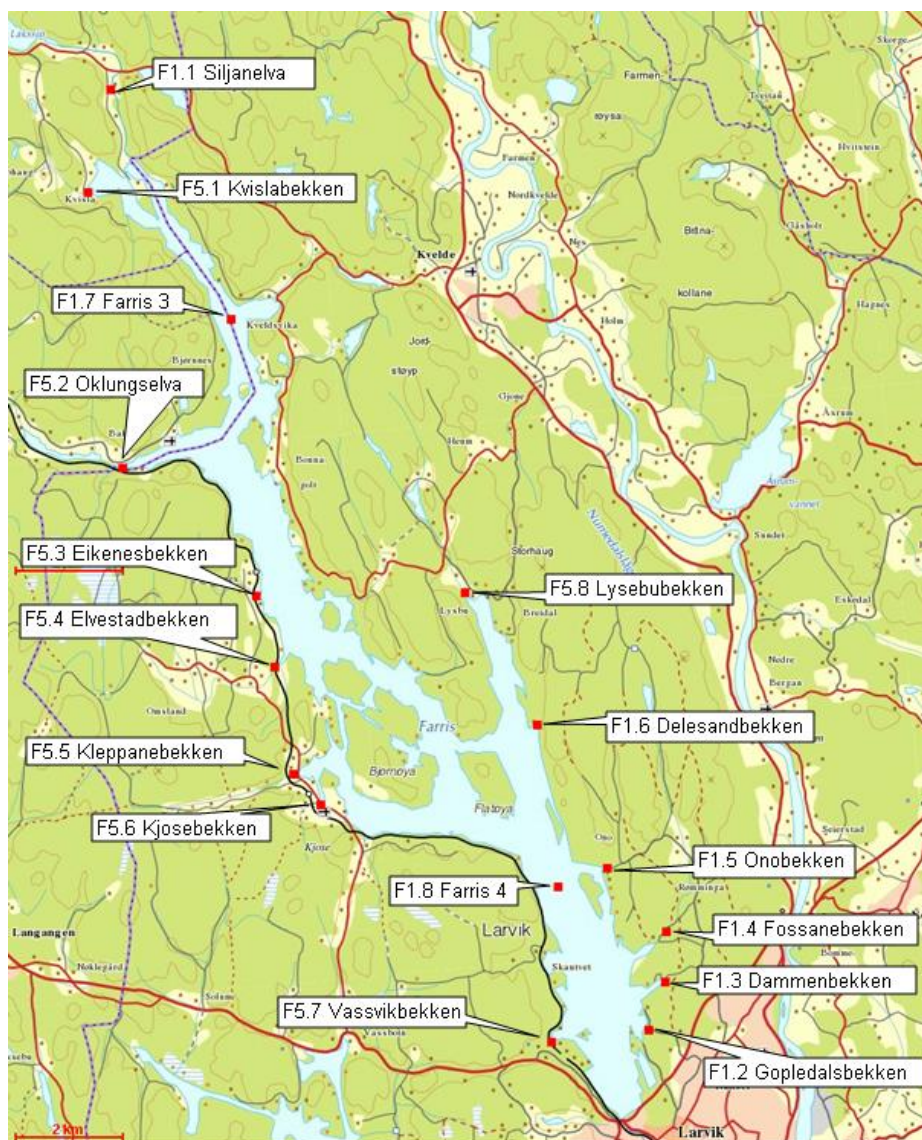
The deep water showed good water quality in all years and showed no sign of development in any direction.

Several of the inlets streams included in the monitoring were severely polluted. Worst of all was the brook Vassvikbekken with the water confined to the worst pollution class (class 5: Very bad) in the Klif water quality classification system. The brooks Gopledalsbekken and Dammenbekken were also considerably polluted (class 4: Bad), despite the status had improved somewhat here over the last ten years. The other inlets were less polluted, even though they were clearly impacted by human activity.

The Siljan River was the least polluted inlet river to Lake Farrisvatn. The water quality was here mostly confined to class 2: Good.

3 Innledning

Farrisvannet er drikkevannskilde for omlag 200 000 mennesker; Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV), for Larvik og Omegn Vannverk (LOV) og for Porsgrunn Vannverk, og er således en av landets viktigste drikkevannsinnsjøer. 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. Forrige sammenstilling av overvåkingsdataene fra innsjøen med tilløpsbekker ble gjort i 2002 (Berge 2002) og omfattet data til og med 2001. I 2009 ble overvåkingsprogrammet justert (Berge 2009) til at man hvert 5. år inkluderte noen flere bekker. Dette utvidete programmet er benyttet ved overvåkingen i 2010. De aktuelle prøvetakingsstasjonene som programmet nå omfatter er gitt i fig.2.1.



Figur 2.1 Farrisvatn med prøvetakingsstasjoner som inngår i overvåkingen. Stasjoner som begynner med F1 overvåkes hvert år, mens stasjoner som begynner med F5 overvåkes hvert 5. år. (Kartgrunnlag: Statens kartverk)

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 endring av vannkvaliteten over tid. Vurderingene er gjort både i forhold til Drikkevannsforskriften, samt vanddirektivets klassifiseringsveileder (www.vannportalen.no) og den gamle SFT¹- systemet for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT veileder 95:01 og 97:04).

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), de senere år E. coli.

Andre parametere kommenteres bare i tekst der det er relevant for å beskrive forurensningspåvirkning. Det er ikke utarbeidet noe samlet oversikt over primærdata for det rapporterte materialet, da dette tas hånd om av VIV. Eldre data er lagret på et Excel-system hos VIV, mens dataene fra 2010 er lagt inn i et databasesystem kalt GURUSOFT. NIVA har fått tilgang til dataene og hentet ut det vi mener er relevant for tilstandsvurderingene.

I henhold til vanddirektivets klassifiseringsveileder er innsjøenes tilstand delt inn i 5 klasser, omtrent som i de gamle vannkvalitetskriteriene til SFT (nå Klif). Innsjøene skal holdes innen klasse 2 God tilstand eller bedre, og grenseverdiene mellom klasse 2 ”god” og klasse 3 ”moderat” tilstand er brukt som grenseverdi for øvre akseptable tilstand. Disse grenseverdiene er satt litt forskjellig avhengig av hva slags innsjøtyper man har med å gjøre. Hva slags type innsjø man har, avgjør man ved å sammenlikne Farris’ typifiseringsdata med tabell 3.4 i vanddirektivets norske klassifiseringsveileder. Farris sine typifiseringsverdier er gitt i tabell 2.1.

Tabell 2.1 Farrisvannets typifiseringsdata.

Økoregion.....	Østlandet
Høyde over havet.....	23 m
Størrelse.....	21,1 km ²
Middeldyp.....	35
Farge(2010).....	26,3
Kalsium.....	2,7 mg/l
Partikulært materiale	Lavt (ca 1 mg/l)
Partikulært uorganisk andel...	lavt

Dette gir *Norsk innsjøtype nr 6*: ”Store, kalkfattige, klare, dype innsjøer i lavlandet”, som i den nordiske interkalibreringsarbeidet kalles innsjø *type L-N2b*. Generelt kan man si at vanddirektivet tillater større forurensningsgrad enn det gamle SFT systemet. Man skal imidlertid ta ekstra hensyn til drikkevannskilder, uten at dette er spesifisert i konkrete tallverdier. Drikkevannsforskriften gir nå bare krav til rentvannet. Normene til råvannskvalitet, som var i de gamle forskriftene er tatt bort, men det omhandles fortsatt i veilederen til drikkevannsforskriften (www.fhi.no). I forbindelse med arbeidet med

¹ Statens forurensningstilsyn (SFT) har skiftet navn til Klima og forurensningsdirektoratet (Klif)

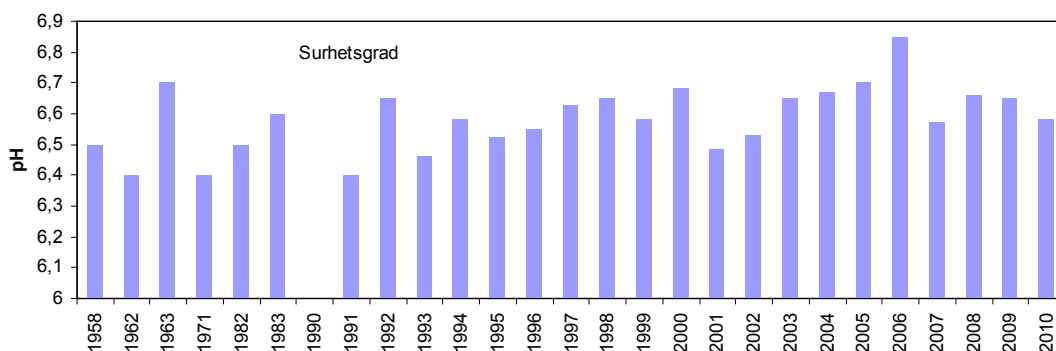
vanndirektivet har man laget forslag til nye veiledende kriterier for vannbruk (Solheim og medarb. 2008) som ligger utlagt på Vannportalen. Disse omfatter egnethet for bading, drikkevann, og irrigasjonsvann. Det er vannforvaltningsmyndighetene i vannregionene som har ønsket slike bruksrelaterte kriterier. Folkehelseinstituttet mener at slike er mer forvirrende enn veiledende når det gjelder drikkevann, og er av den oppfatning at man kun skal ha krav til rentvann, og ikke spesifikke veiledende normer for råvann. Til tross for denne uenigheten, antyder vi også hvordan Farris vannkvalitetsverdier ligger an i forhold til det nye forslaget til egnethetskriterier for drikkevann.

Derfor er det litt vanskelig å klassifisere vannkvaliteten i Farris i denne overgangsfasen før vanndirektivets klassifiseringssystem har gått seg ordentlig til. For kontinuitetens skyld, og for å kunne sammenlikne med tidligere rapporter, benytter vi derfor i hovedsak Klif's gamle system i figurene og legger til hvordan situasjonen i Farris ligger an i forhold til de nye vanndirektiv-baserte grenseverdiene i tekstbeskrivelsen av datamaterialet. Vanndirektivet har heller ikke noen måte å beskrive forurensningssituasjonen i småbekker på, så Klif's gamle kriterier benyttes også for å karakterisere bekkene.

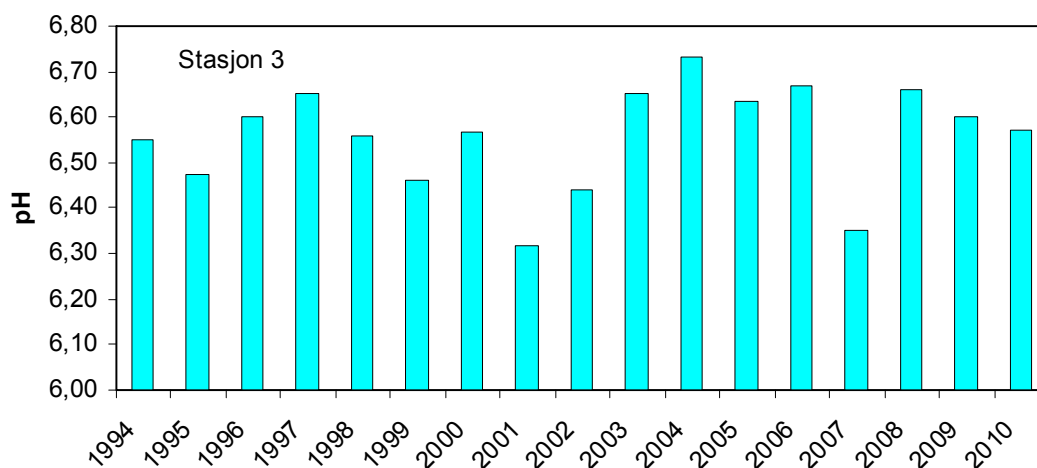
4 Resultater og diskusjon

4.1 Surhet

Fig.3.1 viser midlere pH verdier i sommerhalvåret ved hovedstasjonen i Farrsvannet 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. pH er imidlertid ikke så lav at stasjonen kan sies å være 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.



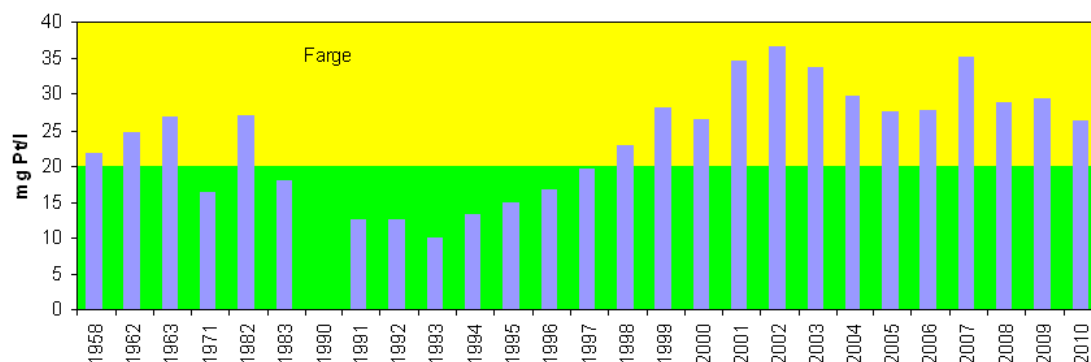
Figur 3.2 Farrisvatn stasjon 3 (nordre del). Midlere pH i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for.

4.2 Farge

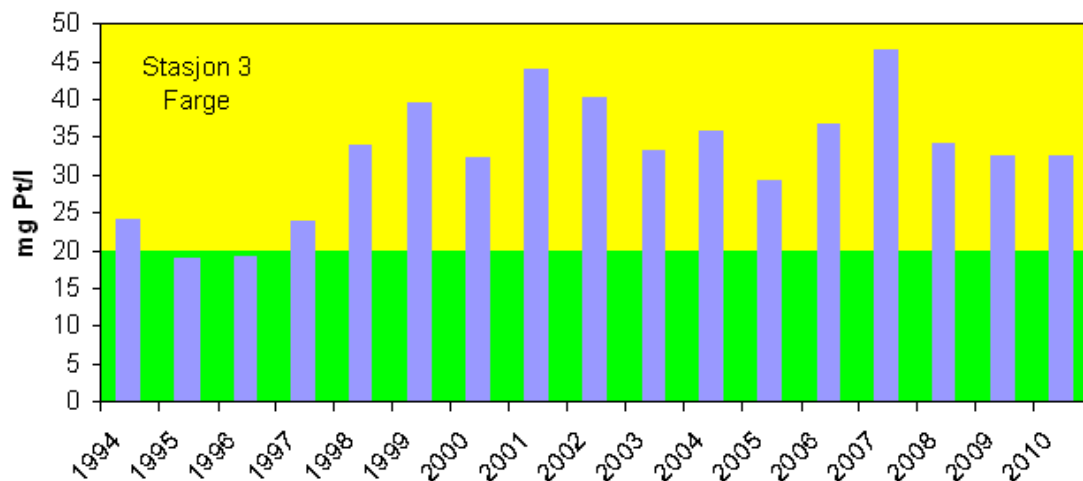
Fig.3.3 viser utviklingen i farge målt som mg Pt/l i Farrisvannet fra 1958 og fram til i dag. I begynnelsen og slutten av perioden har man høyere fargeverdier enn i midten av perioden. Fram til 1993 hadde man en signifikant nedgang i farge, mens fra 1993 til 2001 har man hatt en sterk økning i fargen. Etter dette har fargen gått noe ned igjen avbrutt av en høy middelverdi i 2007. Grensen for drikkevann er 20 mg Pt/l. Gjennom mesteparten av 1980-åra og begynnelsen av 1990-åra var fargen på vannet under tiltaksgrensen, mens den de siste 12 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 fra Farris gir mulighet til. Han finner en sammenheng mellom milde vintre og hyppige smelteperioder og økt farge. I et 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, og man har for sjøer i midtre Sverige akkurat det samme mønsteret som man har funnet i Farris (Nordisk ministerråd 2002). 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 Skrimplåtået 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. Fargen minker på vannet veg gjennom innsjøer, da det skjer en rekke nedbrytningsprosesser av humus i en innsjø, som utflokking og sedimentering, nedbrytning pga UV-stråling fra sola, og ved at bakterier og enkelte planktoniske smådyr spiser humus. Også ved den nordre stasjonen har det vært en økning i fargen i siste halvdel av 1990-åra og fram til 2001 og deretter et lite avtak. 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 – blandprøver 0-10 m dyp). Midlere farge (mg Pt/l) i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for. 20 mg Pt/l er drikkevannsforskriftens øvre grenseverdi hvorover humus bør renses.

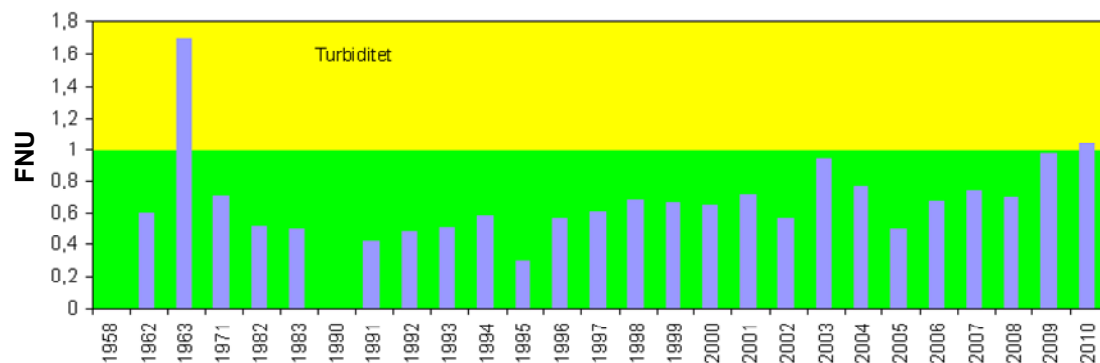


Figur 3.4 Farrisvatn stasjon 3 nordre del). Midlere farge i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for (blandprøver 0-10m dyp). 20 mg Pt/l er drikkevannsforskriftens øvre grenseverdi hvoretter humus bør renses.

4.3 Turbiditet

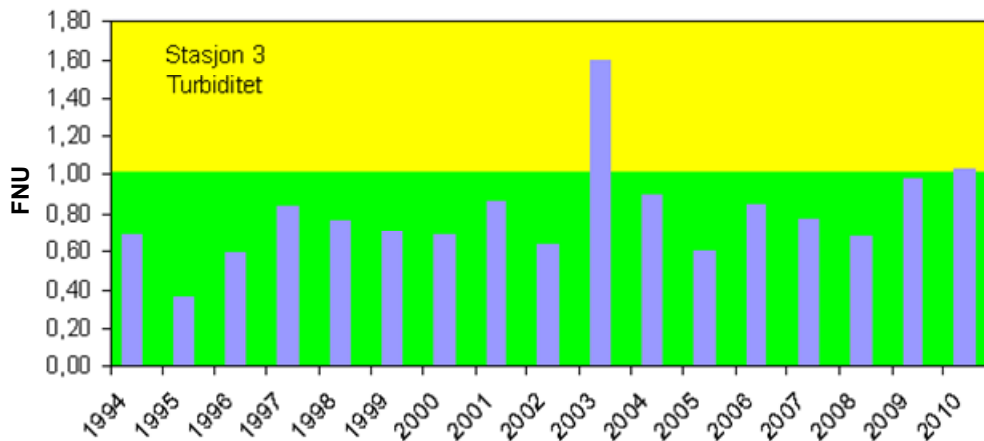
Turbiditet er et indirekte mål på vannets innhold av partikler, eller rettere sagt et mål på vannets grumsethet. Dette bestemmes hovedsakelig av vannets innhold av alger, erosjonsmateriale og partikulær humus. Måleenheten er nå FNU, noe som imidlertid har samme tallverdi som den gamle FTU, slik at tallene fra tidligere er direkte sammenlignbare med dagens målinger.

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 de er gale) synes det ikke å ha vært noen klar utviklingsretning mht turbiditet (grumsethet) i vannmassene i Farris de siste 50 årene. Det går i bølger. Kanskje kan det se ut som om det har vært en liten økning de siste par årene. To avvikende år er imidlertid for lite grunnlag å trekke noen slutning på. Alle verdiene (unntatt 1963 og det siste året 2010) ligger under tiltaksgrensen mht grums i drikkevannet (1 FNU). Med disse turbiditetsverdiene gir Farrisvannet visuelt et klart og rent inntrykk. Dypvannet, hvorfra drikkevannet tas ut, har dessuten lavere turbiditet enn overflatevannet.



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. 1 FNU er drikkevannsforskriftens maksimal grense.

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

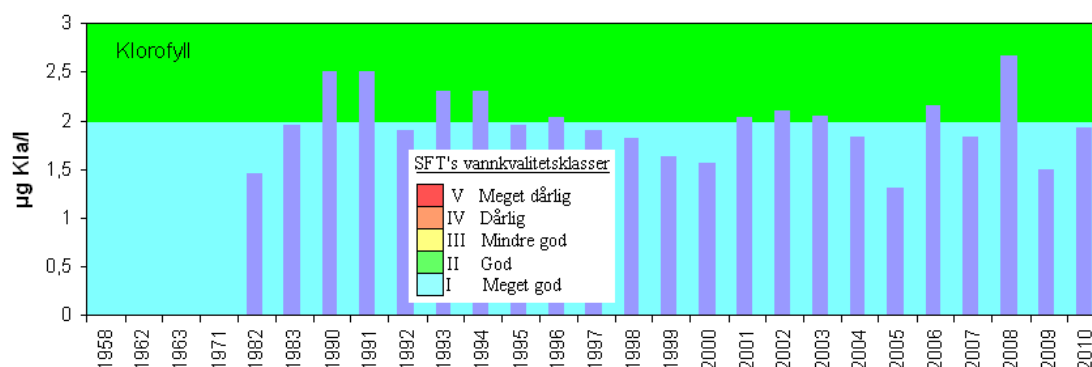


Figur 3.6 Farrisvatn stasjon 3 (nordre del). Midlere turbiditet i sommerhalvåret for de år det finnes målinger for (blandprøver 0-10m dyp). 1 FNU er drikkevannsforskriftens maksimale grense.

4.4 Tilstand og utvikling mht eutrofiering

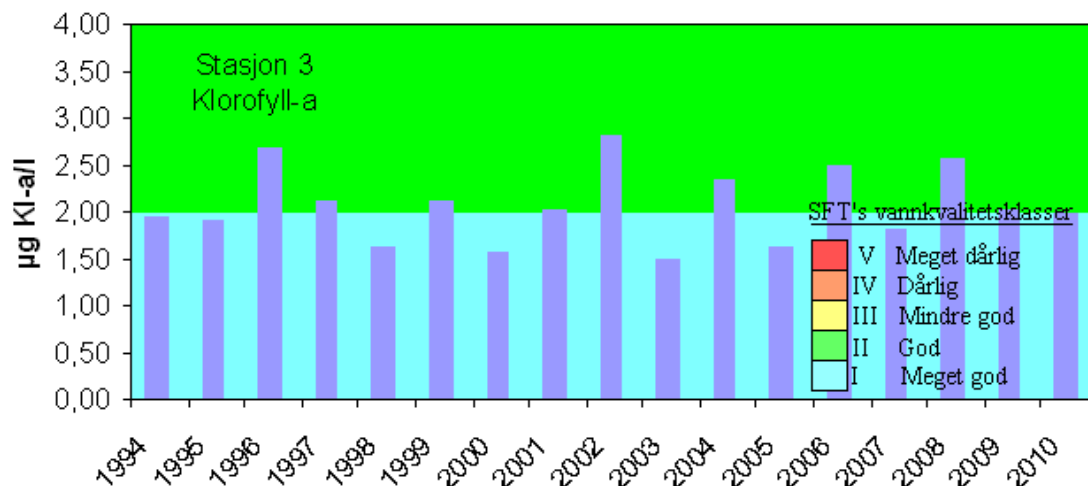
4.4.1 Algemengde

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



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

Vurderer man hele overvåkingsperioden under ett, har det ikke vært noen trendutvikling i algemengden i Farris verken ved den søndre eller nordre (Figur 3.8) stasjonen. Forskjellen mellom de enkelte år er ikke større enn at de kan forklares med meteorologiske år-til-år variasjoner. Innsjøens algemengde ligger akkurat på grensen av 2 µg kl-a/l, som har vært gjeldende målsetting for stor dype innsjøer i Norge hittil (SFT -Veileder 95:01). Det er derfor viktig å fortsette overvåkingen.



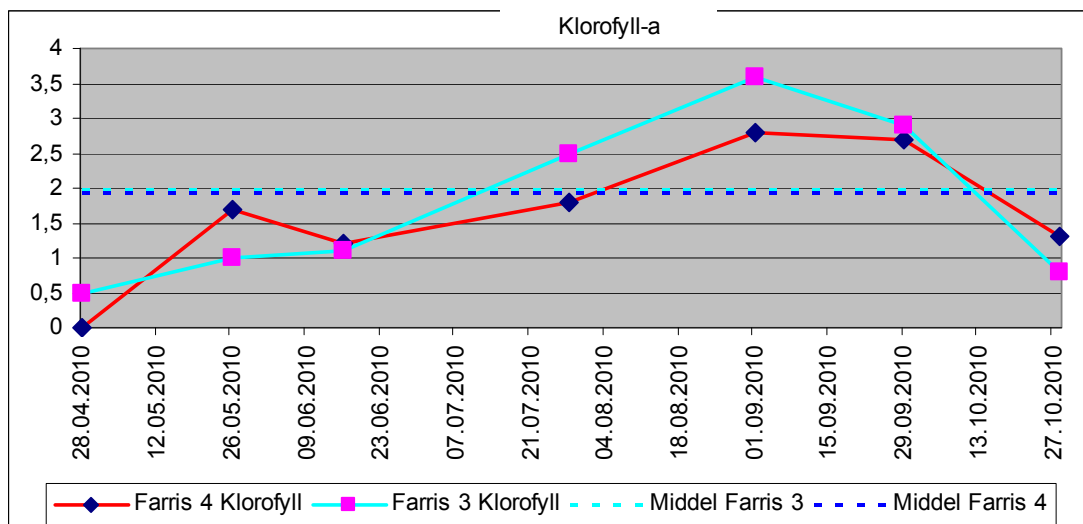
Figur 3.8 Algemengde gitt som klorofyll-a konsentrasjon. Middelverdier over perioden mai-oktober for blandprøver i 0-10 m sjiktet ved Stasjon 3 i nordre del av Farrisvatn.

I Eikeren, VIVs nye vannkilde, ligger midlere algemengde på fra 1,0-1,2 µg klorofyll-a per liter, det vil si omtrent på det halve av hva man finner i Farris.

I henhold til den norske klassifiseringsveilederen til vanddirektivet skal algemengden holdes under grenseverdien mellom god og moderat tilstand, noe som er 4 µg kl-a/l for vanntypen Farrisvatn tilhører. Vanddirektivet er altså mye mindre strengt enn SFTs Veileder 95:01 som sier at denne type innsjøer bør holdes under 2 µg Kl-a/l for å sikre økologisk stabile forhold. Med tanke på at man skal beholde god drikkevannskvalitet i Farrisvannet, vil det ikke være tilrådelig å slippe den opp i en så høy midlere algemengde som man kan etter vanddirektivet. Vanddirektivet sier imidlertid også at man ikke har lov til å la vannkvaliteten bli dårligere, noe det knytter seg en del usikkerhet om hva som menes. De fleste mener at dette betyr at man ikke skal la innsjøen forverre seg så mye at den går over i neste klasse. Det vil si den har lov til å bevege seg innen den klassen den ligger i. De aller fleste årene ligger Farrisvannet i vanddirektivets klasse 1 "svært god tilstand" som strekker seg oppad til 2,5 µg Kl-a/l. Hvis man tar hensyn til passusen om at man skal hindre forverring, vil målsettingen etter vanddirektivet også bli å holde algemengden i Farris under 2,5 µg Kl-a/l. Man har full anledning til å vedta en strengere målsetting de det vanddirektivet foreskriver, men altså ikke en slappere målsetting.

4.4.2 Algeobservasjoner i 2010

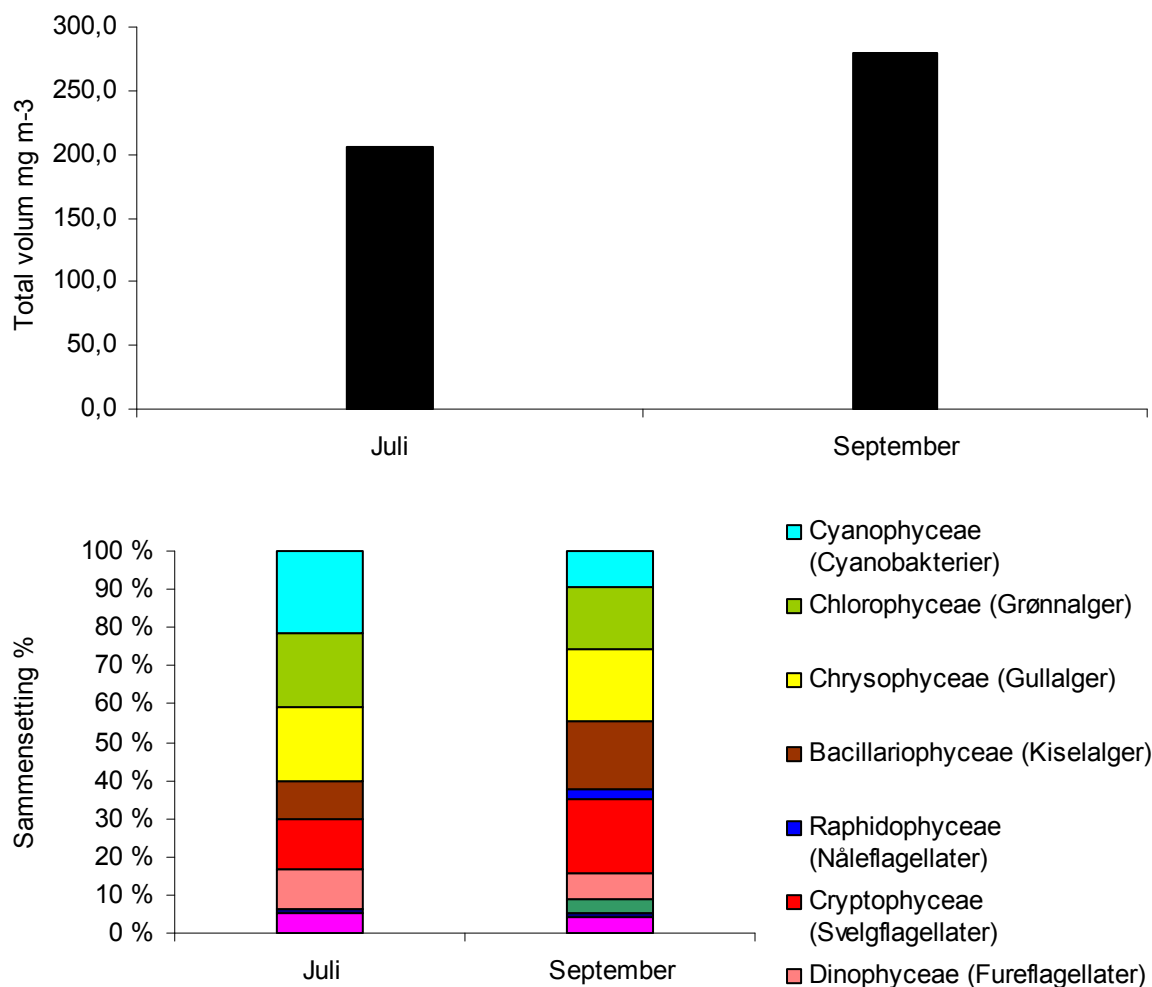
Observasjonene fra 2010 for algemengde på de to stasjonene Farris 3 og Farris 4 gitt som klorofyll-a, er gitt i figur 3.9, mens totalt algelovolum og algesamfunnets sammensetning fra Farris 3 er gitt i figur 3.10.



Figur 3.9 Algemengde gitt som Klorofyll-a konsentrasjonen i blandprøver fra 0-10 m dyp ved hovedstasjonen (Farris 4) og ved Farris 3 lenger opp i innsjøen i 2010.

I henhold til målsetning for store dype innsjøer gitt i SFT-veileder 95:01 skal midlere klorofyllkonsentrasjon over sommerhalvåret være under $2 \mu\text{g/l}$. Begge stasjoner kom akkurat innunder dette i 2010, se stiplede linjer i figuren. Selv de høyeste verdier lå under vanddirektivets God/Moderat grense på $4 \mu\text{g Kl-a/l}$. Den praktiske erfaringen vi har med eutrofiering av store norske innsjøer, tilsier at man ikke bør slippe Farris opp i de nivåer som aksepteres etter vanddirektivet, særlig på bakgrunn av at Farris er drikkevannskilde, se forøvrig diskusjonen på foregående side.

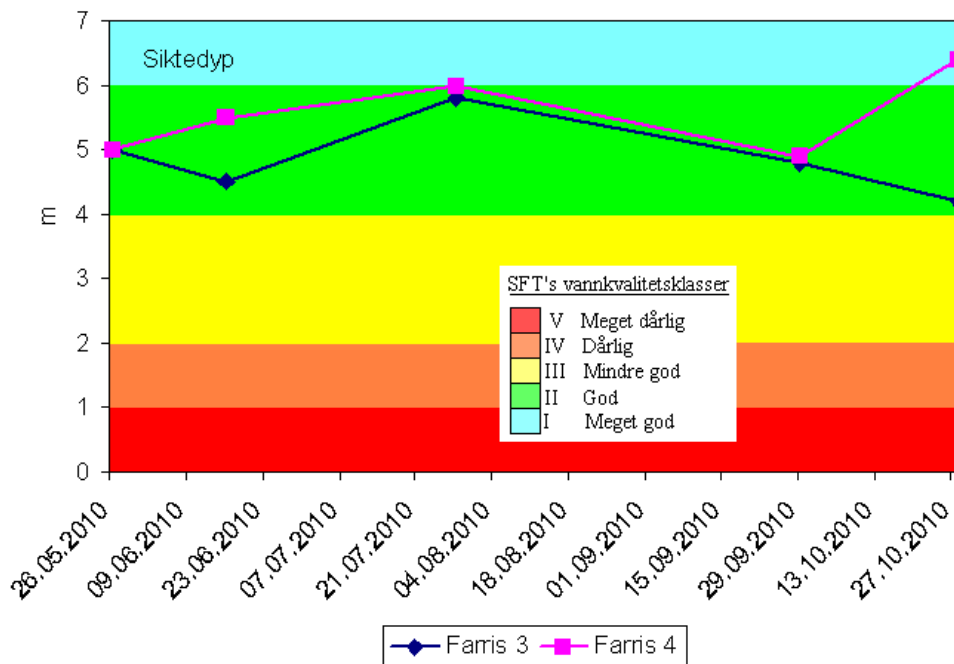
Algevolum og artssammensetning viste verdier som er typiske for næringsfattige innsjøer i god økologisk balanse. Innslaget av blågrønnalger utgjøres av *Merismopedia punctata* som er en av de relativt få rentvannsindikerende blågrønnalger. Det er ingen forurensningsindikerende blågrønnalger til stede i årets observasjoner, og heller ingen andre alger som er kjent for å lage problemer for drikkevann eller annen form for menneskelig bruk. Det er imidlertid bare foretatt to observasjoner av planteplankton ved årets undersøkelse (vanddirektivets minimumfrekvens), men da dette har vært i de perioder det er mest vanlig å få algeproblemer i drikkevann, så har det neppe vært problemalger tilstede i de andre periodene heller.



Figur 3.10 Totalt algevolum (øvre panel) og prosentvis sammensetning av de viktigste algegrupper fra Farrisvannet (0-10 m's dyp, 28. juli og 1. september).

4.4.3 Siktedyp

Siktedypsverdiene (figur 3. 11) ligger alle i det som kalles god vannkvalitetsklasse i henhold til SFTs vannkvalitetskriterier. Siktedypet påvirkes ikke bare av alger, men også av vannets farge som for eksempel humus, og fra innkommende erosjonsmateriale. Humusinnholdet, som er en naturlig belastning med løst organisk materiale, kan variere mye fra innsjø til innsjø, og kan gi mange innsjøer uten menneskelig påvirkning sterkt nedsatt siktedyp.



Figur 3.11 Siktedyp (m) ved de to stasjonene Farris 3 (norde del) og Farris 4 (søndre del) i 2010

4.4.4 Total fosfor og total nitrogen i overflatelagene

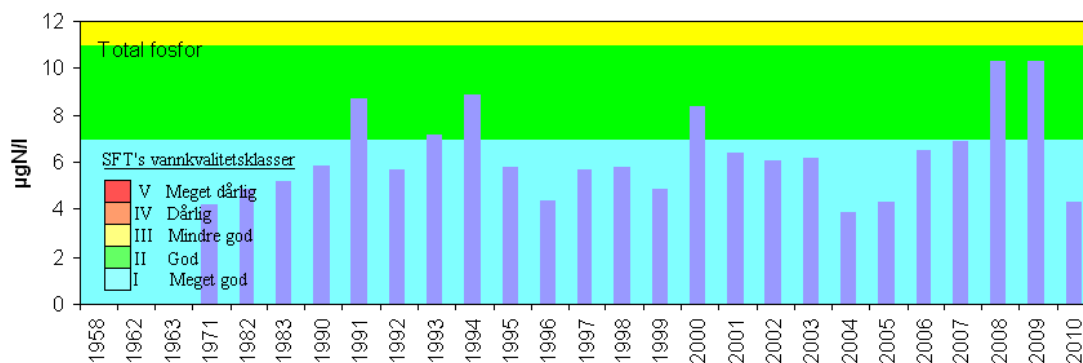
Total fosfor

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., mens figur 3.9 viser fosforkonsentrasjonen i den nordre delen av innsjøen der man har en noe kortere dataserie.

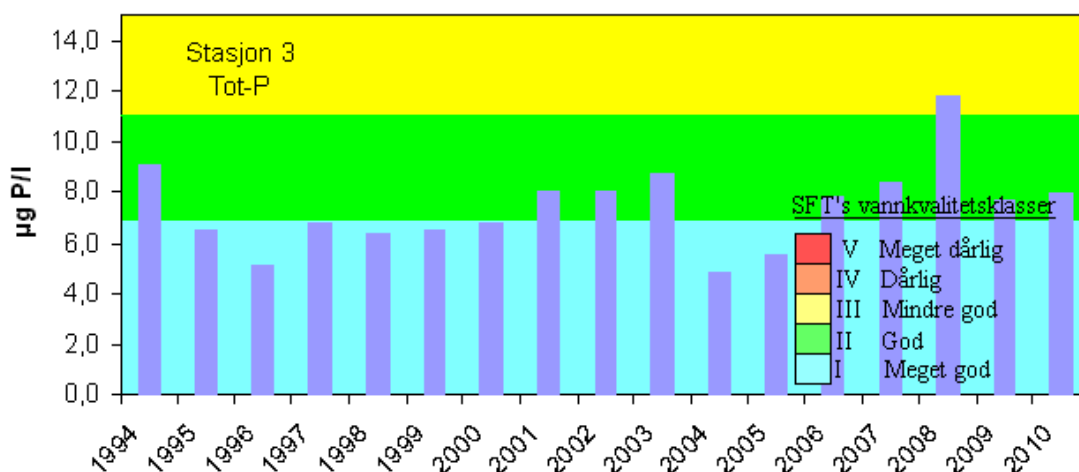
Utviklingen er nokså lik det man fant for algemengden, nemlig at fosforkonsentrasjonen går i bølger uten noen tydelig utviklingsretning. Overvåkingsperioden sett under ett, tilsier at det ikke har skjedd noen endring i Farrisvannets fosforkonsentrasjon. Med hensyn til fosforkonsentrasjon ligger Farrisvannets søndre del i de aller fleste årene i klasse I (Meget God) i SFTs system for klassifisering av vannkvalitet i ferskvann, og den tilfredsstillende også øvre grense for akseptabel fosforkonsentrasjon i SFTs Veileder 95:01 "Miljømål for vannforekomstene", som sier at store dype innsjøer skal holdes under en fosforkonsentrasjon på $7 \mu\text{g P/l}$ for å sikre økologisk stabilitet. Den nordre stasjonen har noe høyere fosforkonsentrasjon enn den søndre, og her ligger bare halvparten av årene i beste vannkvalitetsklasse. Forskjellen mellom de to stasjonene er imidlertid liten. Heller ikke ved den øverste stasjonen kan man se noen klar utvikling i algemengden over tid.

I henhold til vanddirektivet skal man i denne type innsjøer (LN2b), store, dype, kalkfattige innsjøer i lavlandet på Østlandet, holde de lavere enn $9 \mu\text{g P/l}$ (Moderat/God-grensen). Dette er altså mindre strengt enn SFT veiledning 95:01 Miljømål for vannforekomstene. Farris ligger i de fleste år i vanddirektivets klasse I Svært God tilstand som strekker seg oppad til $6 \mu\text{g P/l}$. Trekker man inn vanddirektivets passus om at man ikke skal kunne forverre tilstanden så

mye at innsjøen beveger seg over til neste klasse (som er God tilstand), vil altså målsettingen for Farris etter vanddirektivet være 6 $\mu\text{gP/l}$ og ikke God/Moderat grensen på 9 $\mu\text{g P/l}$.



Figur 3.12 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.

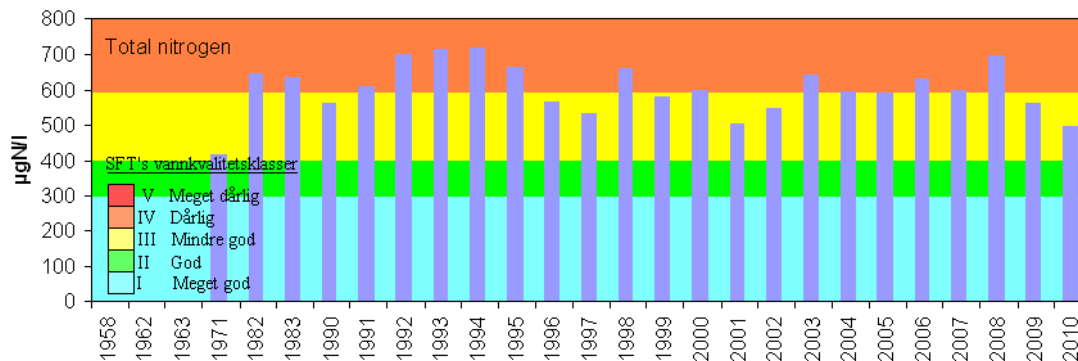


Figur 3.13 Midlere konsentrasjon av total fosfor i overflatelagene (0-10m) i Farris (St.3 nordre del) over sommerhalvåret (mai-oktober) for de årene det finnes overvåkingsdata fra.

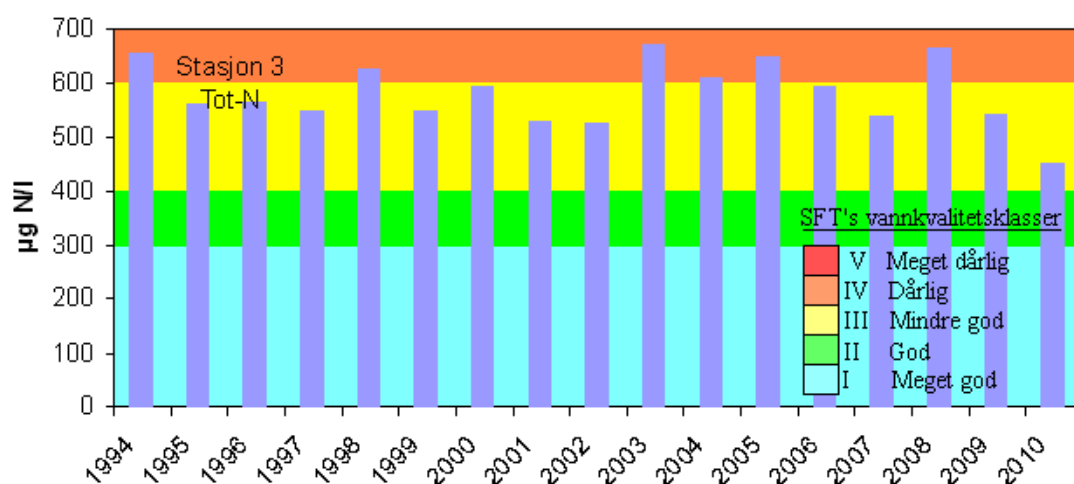
Total nitrogen

Med hensyn til konsentrasjon av total nitrogen (figur 3.14 og 3.15), 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 og heller ikke for eutrofieringsutviklingen.

Tidsutvikling er for nitrogen nokså lik det bølgete forløpet vi også så for fosfor og alge-mengde, noe som trolig har med meteorologiske forhold å gjøre.



Figur 3.14 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.

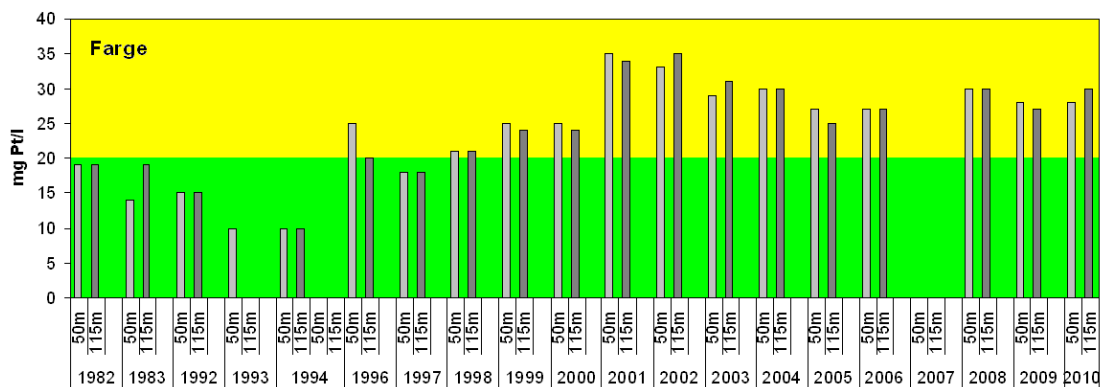


Figur 3.15 Midlere konsentrasjon av total nitrogen i overflatelagene (0-10m) i Farris (St.3 nordre stasjon) over sommerhalvåret (mai-oktober) for de årene det finnes overvåkingsdata fra.

4.5 Resultater fra dypvannet under sommerstagnasjonen

4.5.1 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 3.16 er resultatene fra slutten av sommerstagnasjonen fremstilt for ulike år (august/september).



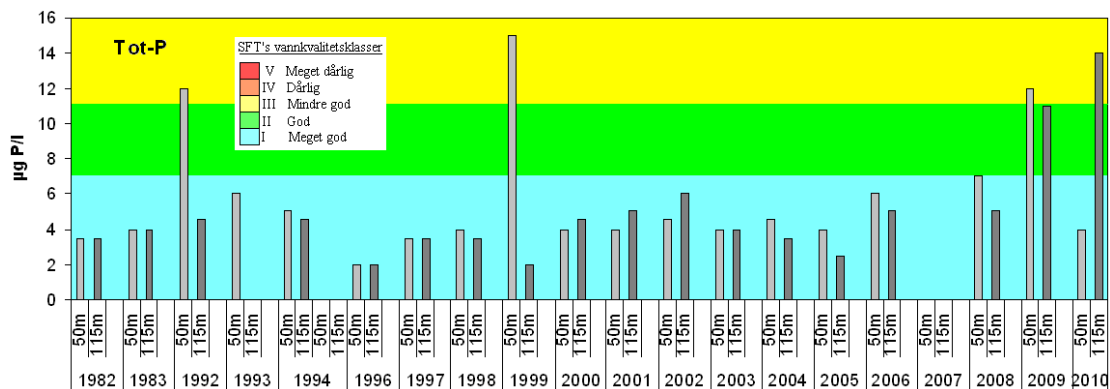
Figur 3.16 Farge i dypvannet i Farris ved stasjon 4 ut for VIVs inntak i september for de ulike overvåkingsår. 20 $\mu\text{g Pt/l}$ er tiltaksgrense hvor det kreves fjerning av farge ved vannforsyningsanlegg

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 rens tiltak for å fjerne farge når denne er over 20 mg Pt/l. De 13 siste årene har fargen ligget over dette nivået både i dypvannet og i overflatevannet.

4.5.2 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. De årene oksygen har vært med i overvåkingen, finner man et oksygeninnhold i stagnasjonsperioden var det 80-90 % metning ved 115-120 m dyp. Noen fare for utlekking av fosfor fra sedimentet er således ikke tilstede i Farris.

Fig.3.17 viser konsentrasjon av total fosfor i dypvannet ved slutten av sommerstagnasjonsperioden for de ulike overvåkingsår. De fleste år ligger verdiene innen klasse: "Meget god" i Klif's vannkvalitetskriterier. De siste årene kan det imidlertid se ut som om det har vært en økende tendens til ansamling av fosfor i dypvannet. Det har forekommet tilsvarende konsentrasjoner tidligere også, men mer sporadisk. Man bør derfor følge med i om dette er en begynnelse på en uheldig utvikling. Den kan like gjerne ha en sammenheng med et varmere klima som en økt eutrofiering. Sommerstagnasjonen vil bli lenger, noe som vil medføre større oksygenforbruk og større ansamlinger av sedimenterende materiale i nedre del av dypvannet når man tar prøver ved slutten av stagnasjonsperioden.



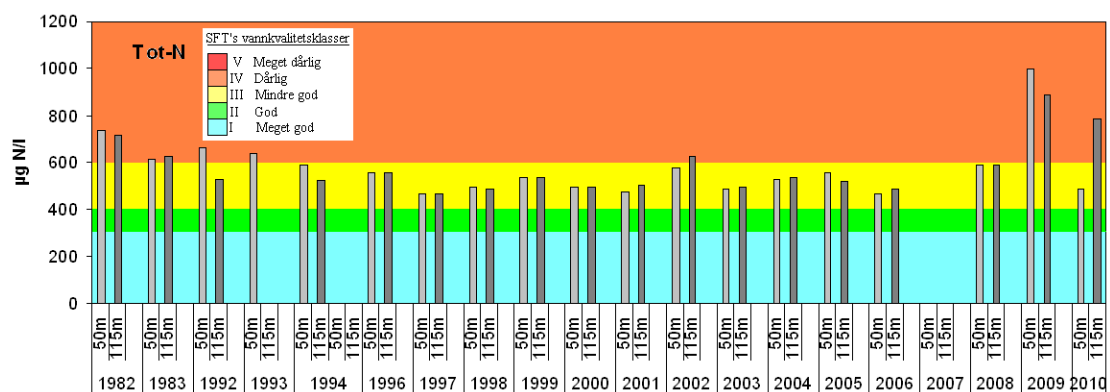
Figur 3.17 Konsentrasjon av total fosfor i dypvannet ved stasjon IV ut for VIVs inntak i september (slutten av sommerstagnasjonen) for de ulike overvåkingsår.

4.5.3 Nitrogen i dyplagene

Fig.3.18 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 i første del av perioden, deretter en utflating av nivået for så å se ut til å ha økt noe på slutten. Det er ikke noe god forklaring på økningen på slutten av perioden annet enn at den kanskje kan settes i sammenheng med en lenger sommerstagnasjonsperiode i et varmere klima. Utlekking av N fra sedimenterende materiale i nedre del av hypolimnion vil da pågå over en lenger periode, slik at man får større ansamlinger her enn tidligere. Vi så ikke noen tegn til økning i nitrogen i overflatelagene mot slutten av perioden, noe som indikerer at det ikke har noe med økte tilførsler å gjøre.

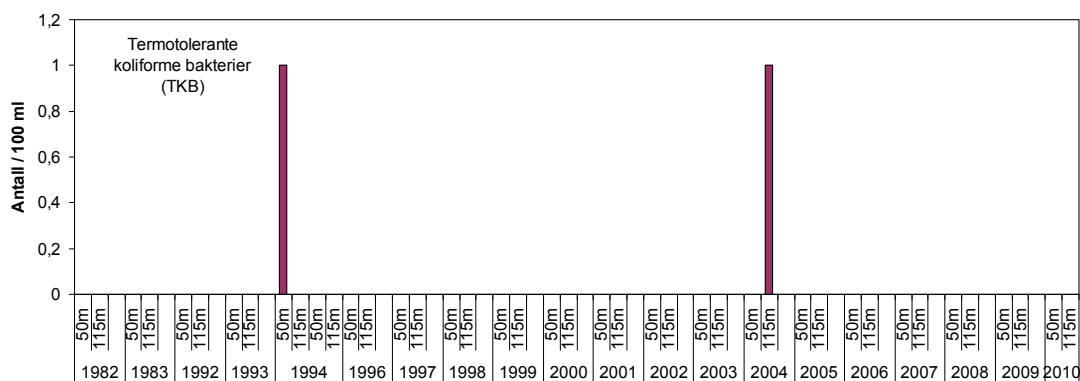


Figur 3.18 Konsentrasjon av total nitrogen i dypvannet i Farris ved stasjon IV ut for VIVs inntak i september for de ulike overvåkingsår.

Fargene i diagrammet er SFTs vannkvalitetsklasser. Disse er imidlertid utviklet for middelverdier i overflatelagene og har bare indikerende verdi for bruk på enkelt observasjoner i dypvannet. Verdiene er omtrent som i overflatevannet og ligger i klasse 3 Mindre god, eller Moderat som den kalles nå.

4.5.4 Tarmbakterier i dypvannet

Fig.3.19 viser konsentrasjon av termotollerante koliforme bakterier (ekte tarmbakterier) i dypvannet ved slutten av sommerstagnasjonsperioden for de ulike overvåkingsår. Kun ved to anledninger er det påvist slike bakterier i dypvannet. Under stagnasjonsperioden må tilstanden i dypvannet karakteriseres som meget god i Farris. Vurdert ut fra disse prøvene isolert sett tilfredsstillende Farris den gamle versjonen av drikkevannsforskriftens normer for vannkvalitet ved enkel vannbehandling (i den nye versjonen er det bare krav til rentvannet). 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 3.19 Konsentrasjon av termotollerante koliforme bakterier (TKB) i dypvannet i Farris ved stasjon IV ut for VIVs inntak i september for de ulike overvåkingsår.

Overvåkingen av dypvannet omfatter også *Clostridium perfringens*, en bakterie som kan danne sporer i ugunstige perioder og overleve lenge som sådanne. Denne bakterien, eller sporer av denne, er også bare funnet ved et par anledninger og bare i 1 per 100 ml. Dette viser at dypvannet i Farris heller ikke er preget av eldre fekal forurensning.

Overvåkingen av råvannsinntaket ved vannverket til VIV viser at i sirkulasjonsperiodene vår og høst (særlig høst) observeres tarmbakterier nokså ofte. Prøvetakingen i forbindelse med innsjøovervåkingen i sommerhalvåret gir derfor et litt for positivt bilde av den bakteriologiske situasjonen i dypvannet.

4.6 Tilløpselver og bekker som overvåkes hvert år

I alt overvåkes det i 14 av Farrisvannets tilførsels bekker / elver. Alle bekkene og beliggenheten av disse er gitt i figur 2.1. Bekkene på østsiden av Farris har vært overvåket i en årrekke, men de på vestsiden er med i programmet for første gang i 2010. Ca halvparten av bekkene overvåkes hvert år og de andre bare hvert 5. 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 bekkene er imidlertid sterkt forurenset og de ligger nær drikkevannsinntakene til VIV og LOV. 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.

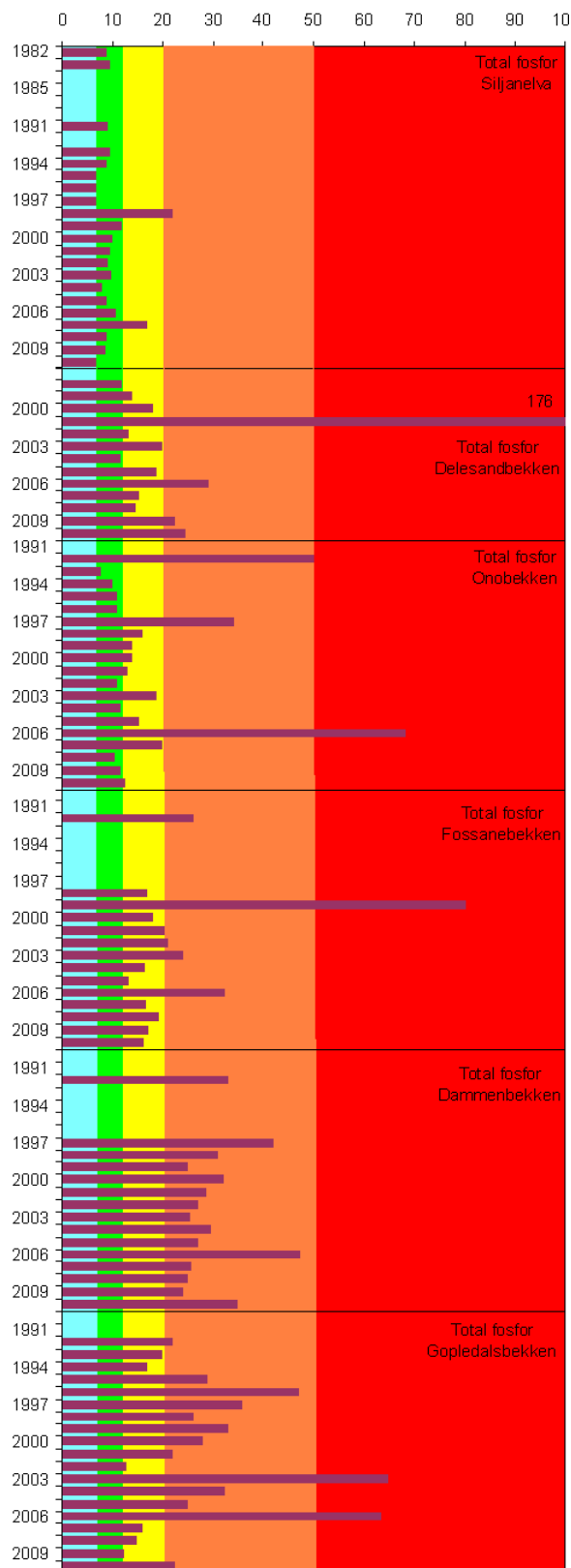
4.6.1 Total fosfor i tilløpsbekkene

Midlere konsentrasjon av total fosfor for de ulike tilløpsbekkene i de ulike overvåkingsårene er vist i figur 3.20.

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. Gopledalsbekken og Dammenbekken ligger hovedsakelig i nest dårligste vannkvalitetsklasse, mens situasjonen gjennomgående er noe bedre i de tre andre bekkene, Fossanebekken, Onobekken og Delesandbekken. Disse ligger hovedsakelig i klasse 3 mindre god tilstand.

For Delesandbekken kan det muligens se ut til å ha vært en økning i fosforkonsentrasjonen over tid. For Fossanebekken, Dammenbekken og Onobekken kan det ikke



Figur 3.20 Konsentrasjon av total fosfor i Siljanelva og en del tilløpsbekker til Farris som overvåkes hvert år. Middelverdier i sommerhalvåret for de ulike overvåkingsårene.

spores noen utvikling, selv om det er høye konsentrasjoner i enkelte år.

For Gopledalsbekken er konsentrasjonene ikke bare høye for total fosfor, men også for ortofosfat ("høyoktan algebrensel"). De aller siste årene har det vært en nedgang i Gopledalsbekkens fosforinnhold.

4.6.2 Total nitrogen

Midlere konsentrasjon av total nitrogen for tilløpsbekkene som overvåkes hvert år er vist i fig.3.21.

Konsentrasjonen av total nitrogen i Siljanelva ligger omtrent på 4-500 $\mu\text{g N/l}$. 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 30 år.

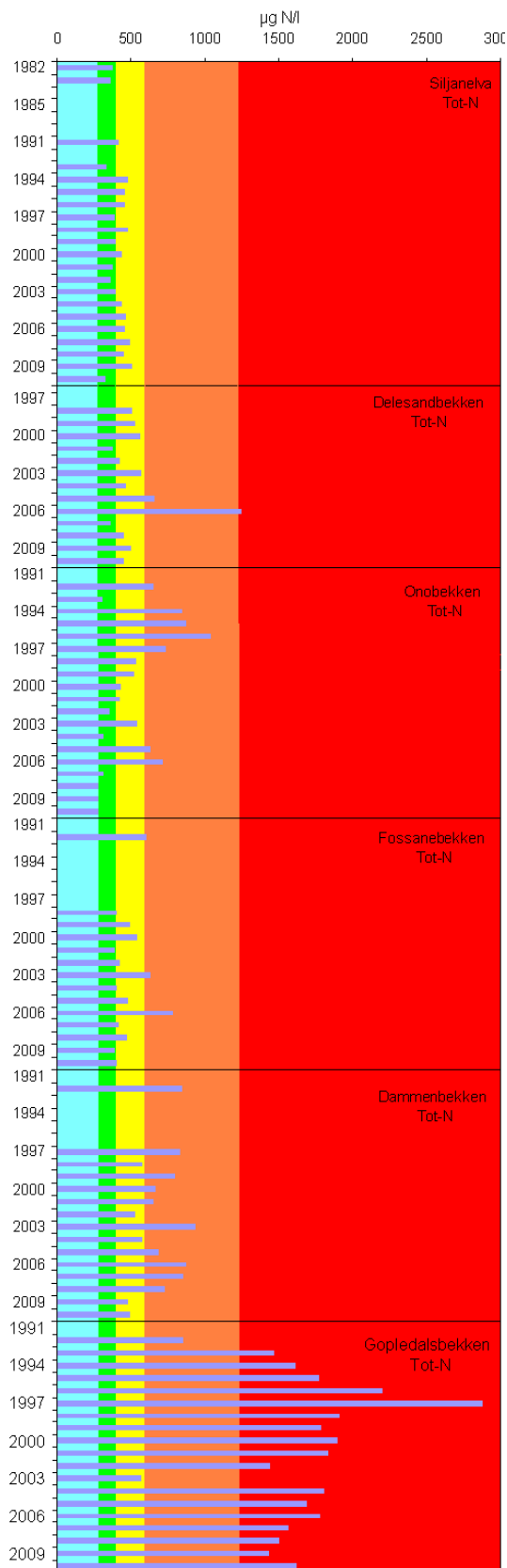
Delesandbekken og Fossanebekken er moderat forurenset med nitrogen og har konsentrasjoner av Tot-N på ca 500 $\mu\text{g N/l}$. Onobekken og Dammenbekken kommer i en mellomstilling med mellom 500-1000 $\mu\text{g N/l}$, mens Gopledalsbekken er massivt forurenset av nitrogen.

Mht utvikling viste Gopledalsbekken en økning i nitrogenkonsentrasjonen fra 1992 til 1997 (2900 $\mu\text{g N/l}$), for deretter å ha gått noe tilbake. Konsentrasjonen av total nitrogen i Onobekken har vært avtakende de siste 15 årene.

4.6.3 Tarmbakterier

Midlere konsentrasjon av termotolerante koliforme bakterier (TKB, ekte tarmbakterier) for de ulike tilløpsbekkene som overvåkes hvert år, er vist i fig.3.22.

Siljanelva er lite bakteriologisk forurenset de fleste år. Enkelte år kan den imidlertid være betydelig bakteriologisk 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



Figur 3.21 Total nitrogen i Siljanelva og en del tilløpsbekker til Farris som overvåkes hvert år. Middelerverdier i sommerhalvåret.

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). Fossanebekken har bedret seg noe de siste årene, og ligger nå stabilt i klasse 3 Mindre God.

Dammenbekken og særlig Gopledalsbekken var tidligere sterkt bakteriologisk forurenset og lå i vannkvalitetsklasse 4 (dårlig). Den bakteriologiske vannkvaliteten i disse bekkene har bedret seg betydelig de siste årene og ligger nå for det meste i klasse 3 Mindre God.

4.7 Bekker som overvåkes hvert år

Med unntak av Lysebubekken så ligger alle disse på vestsiden av Farris vannet. Overvåkingen startet i år, slik at man ikke har samme mulighet for å se på tidsutvikling som i de andre bekkene som overvåkes hvert år. Bekkenes navn og prøvetakingsstasjonenes beliggenhet fremgår av figur 2.1.

4.7.1 Total fosfor

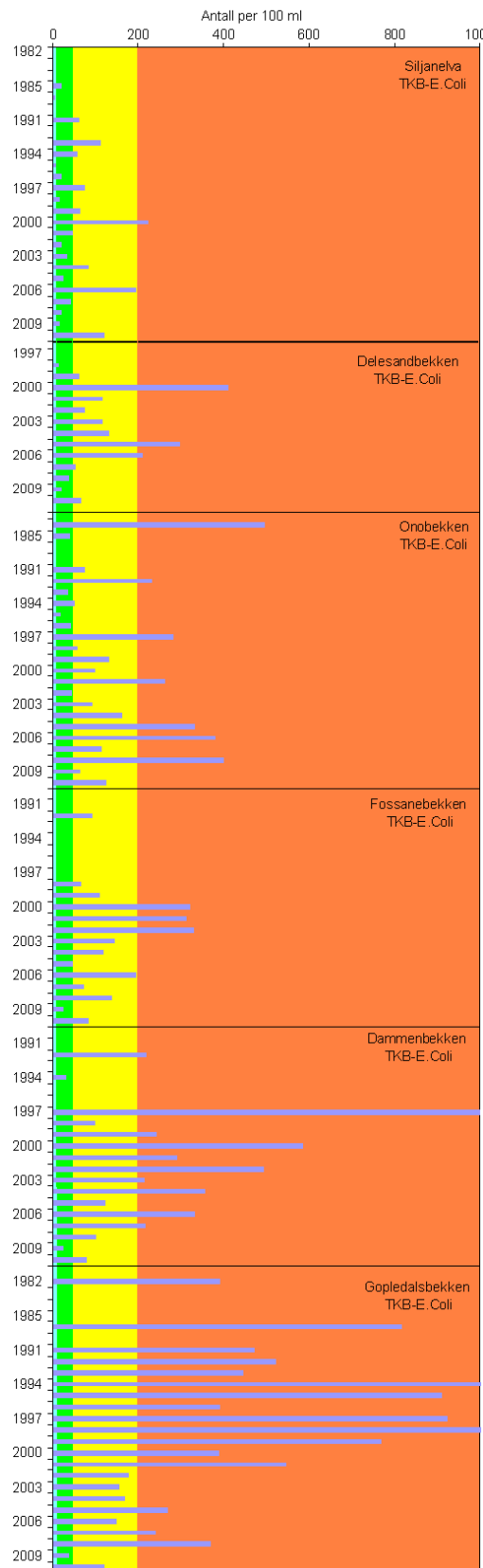
Resultatene er gitt i figur 3.23. Vassvikbekken er desidert den mest forurensete bekken mht. fosfor. Med en midlere konsentrasjon av total fosfor på nær 250 µg P/l, plasserer den seg godt oppe i verste forureningsklasse i Klifs vannkvalitetskriterier. Konsentrasjonen av ortofosfat er også høy her og vitner om at bekken mottar forurensning fra punktutslipp.

Eikenesbekken er den som er nest mest forurenset med fosfor og den plasseres i klasse 3 Mindre God.

De andre bekkene er lite forurenset med fosfor og ligger i klasse God eller Meget God.

4.7.2 Total nitrogen

Resultatene er gitt i figur 3.24. Vassvikbekken er betydelig forurenset med nitrogen (Klasse 5 "Meget dårlig"). Dernest følger Eikenesbekken og Kjosebekken som plasseres i klasse 4 "Dårlig". Elvestadbekken og Kleppanebekken plasseres i klasse 3 "Mindre god", mens de andre bekkene er mindre forurenset med nitrogen og plasseres i klasse 2 "God".

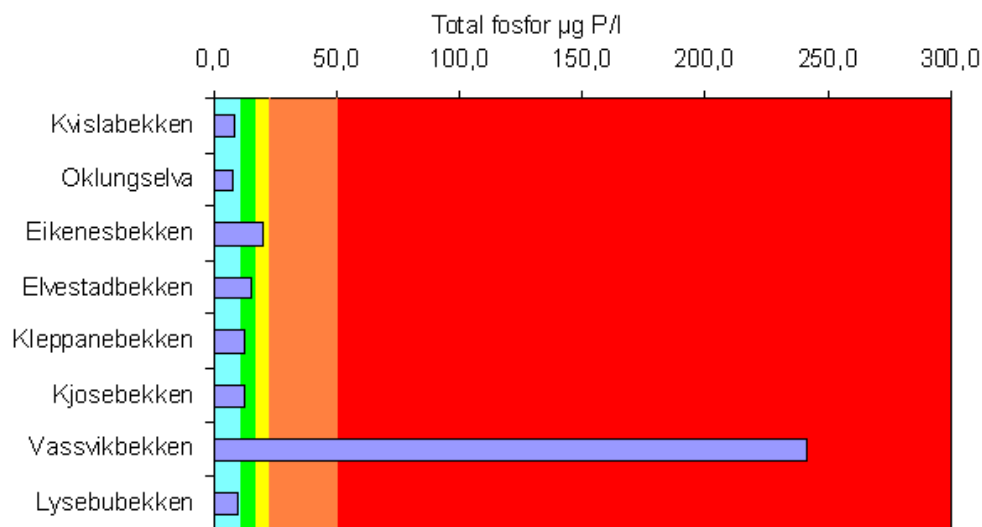


Figur 3.22 Tarmbakterier i Siljanelva og en del tilløpsbekker til Farris som overvåkes hvert år. Middelverdier i sommerhalvåret.

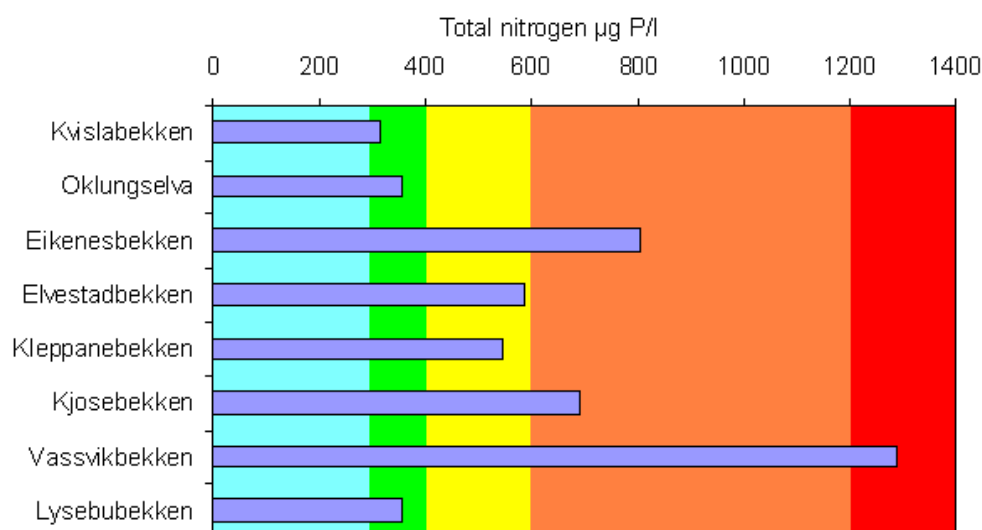
4.7.3 Tarmbakterier – E. coli

Vassvikbekken er kraftig bakteriologiske forurenset og plasseres i klasse 5 ”Meget Dårlig” vannkvalitet etter Klifs vannkvalitetskriterier.

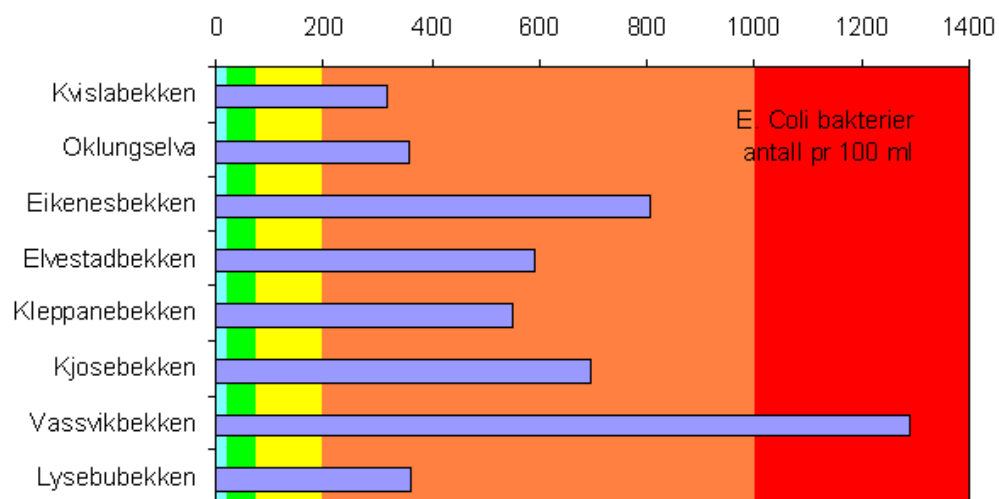
Alle de andre bekkene er også betydelig forurenset med tarmbakterier og plasseres i vannkvalitetsklasse 4 Dårlig. De er alle klart påvirket av punktkilder fra kloakkvann eller avrenning fra gjødsellagre. Utslippene til disse bekkene er imidlertid ikke så store at det gir seg store utslag i fosforkonsentrasjonen, da med unntak av Eikenesbekken.



Figur 3.23 Midlere konsentrasjon av total fosfor i sommerhalvåret 2010 i bekker som overvåkes hvert 5. år.



Figur 3.24 Midlere konsentrasjon av total nitrogen i sommerhalvåret 2010 i bekker som overvåkes hvert 5. år



Figur 3.25 Midlere konsentrasjon av tarbakterien *E. coli* i sommerhalvåret 2010 i bekker som overvåkes hvert 5. år

5 Referanser

- Berge, D. 2002. Sammenstilling av overvåkingsdata fra Farrisvannet fra 1958-2001., NIVA-rapport 4542-2002., 23 sider.
- Berge 2009. Opplegg for overvåking mm i Eikerenvassdraget og Farrisvassdraget. NIVA-notat av 05.12.2009.
- 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.
- Klassifisering av miljøtilstanden i vann – Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 01:2009. 3.juli 2009.
http://www.vannportalen.no/Klassifiseringsveilederen_ny_profil_netts_red_FcG5S.pdf
- Liltved, H., R. Wright og E. Gjessing 2001: Kartlegging av fargeøkning i norsk overflatevann og mulige årsaker. Vann nr 1 2001, side 70-77.
- Nordisk Ministerråd 2002: Vattnefärg. Klimatbetingat ökning av vattnefärg och humushalt i nordiska sjöar och vattendrag. Informationsartikkel fra prosjektet: Klimainduserad av löst organisk kol i nordiska ytvattnen. (www.norden.org). 12 sider.
- SFT 1997a. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann., SFT-veiledning 97:04., 31 sider.
- SFT 1997b. Veiledning 95:01. Miljømål for vannforekomstene. Sammenhenger mellom utslipp og virkning., SFT-TA1138/1995, 50 sider.

Solheim, A. L., D. Berge, T. Tjomsland, F. Kroglund, I. Tryland, A. K. Schartau, T. Hesthagen, H. Borch, E. Skarbøvik, H.O. Eggestad, A. Engebretsen., 2008: Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for egnethet for brukerinteresser – Supplement til veileder i økologisk klassifisering. NIVA-rapport Lnr 5708, 79 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.

6 Primærdata

Primærdata for kjemi og bakteriologi lagrer vannverket i egen database, så her presenteres bare algedataene, som VIV ikke har i sin base, ennå.

Tabell 6-1 Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra : Farris, Farris 3. Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2010	2010		År	2010	2010
	Måned	7	9		Måned	7	9
	Dag	28	1		Dag	28	1
	Dyp	0-10m	0-10M		Dyp	0-10m	0-10M
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				Bacillariophyceae (Kiselalger)			
Anabaena sp.		0,1	0,2	Asterionella formosa		1,9	1,4
Aphanocapsa elachista		2,0	.	Aulacoseira distans		8,2	8,2
Aphanothece clatrata		3,7	1,6	Cyclotella sp. (d=14-16 h=7-8)		5,1	15,3
Chroococcus minutus		0,2	.	Fragilaria sp. (d=40-70)		0,0	.
Coelosphaerium kuetzingianum		.	0,2	Fragilaria ulna (morfortyp*acus*)		.	0,6
Merismopedia punctata		38,4	16,0	Fragilaria ulna (morfortyp*ulna*)		1,6	.
Planktothrix sp.		.	0,2	Tabellaria flocculosa		1,4	1,1
Pseudanabaena sp.		0,1	.	Tabellaria flocculosa var. pelagica		2,2	23,7
Snowella lacustris		.	8,2	Sum - Kiselalger		20,4	50,3
Sum - Blågrønnalger		44,6	26,4				
Chlorophyceae (Grønnalger)				Cryptophyceae (Svelflagellater)			
Botryococcus braunii		0,9	0,5	Cryptaulax vulgaris		0,4	.
Cartenia sp. (l=6-7)		.	1,0	Cryptomonas sp. (l=20-22)		4,9	9,8
Chlamydomonas sp. (l=10)		.	0,7	Cryptomonas sp. (l=30-35)		0,5	3,0
Chlamydomonas sp. (l=5-6)		.	0,3	Cryptomonas spp. (l=12-15)		.	2,5
Chlamydomonas sp. (l=8)		0,8	1,2	Cryptomonas spp. (l=24-30)		0,2	16,3
Cosmarium bioculatum var. depressum		.	0,1	Katablepharis ovalis		2,2	2,9
Crucigenia tetrapedia		.	0,1	Plagioselmis lacustris		3,3	3,3
Dictyosphaerium pulchellum		2,1	3,2	Plagioselmis nanoplantica		15,9	15,9
Elakatothrix genevensis		0,1	0,1	Sum - Svelflagellater		27,5	53,7
Gyromitus cordiformis		.	12,9				
Monoraphidium dybowskii		.	0,7	Dinophyceae (Fureflagellater)			
Monoraphidium griffithii		1,2	.	Gymnodinium sp (l=12)		2,0	8,2
Nephrocium agardhianum		.	0,2	Gymnodinium sp. (d=30)		.	2,3
Oocystis marssonii		10,4	3,5	Gymnodinium sp. (l=20-22 b=17-20)		18,4	.
Oocystis parva		1,8	1,2	Peridinium umbonatum		0,7	9,0
Oocystis rhomboidea		.	0,4	Sum - Fureflagellater		21,1	19,5
Pediastrum primum		.	1,0				
Quadrigula pfizeri		0,1	0,4	Euglenophyceae (Øyealger)			
Scenedesmus aculeolatus		0,3	0,1	Trachelomonas volvocinopsis		.	9,8
Scenedesmus eornis		1,2	0,4	Sum - Øyealger		0,0	9,8
Scenedesmus obliquus		.	1,6				
Scenedesmus quadricauda		.	0,0	Raphidophyceae			
Scourfieldia complanata		0,6	1,0	Gonyostomum semen		.	7,0
Sphaerocystis Schroeteri		14,1	9,4	Sum - Raphidophyceae		0,0	7,0
Staurastrum paradoxum		0,3	.				
Staurodesmus cuspidatus		0,8	1,0	Haptophyceae			
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	3,7	Chrysochromulina parva		.	0,2
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6)		4,9	.	Sum - Haptophyceae		0,0	0,2
Sum - Grønnalger		39,8	44,9				
Chrysophyceae (Gullalger)				Ubestemte taxa			
Bitrichia chodatii		0,0	0,0	Ubest.fargel flagellat		.	1,2
Chromulina sp.		.	6,0	Ubestemte taxa		2,0	2,0
Chrysococcus cordiformis		4,1	.	Sum - Ubestemte taxa		2,0	3,3
Chrysococcus spp.		.	3,2				
Chrysosphaerella longispina		.	2,0	My-alger			
Craspedomonader		1,1	1,3	My-alger		11,3	11,4
Dinobryon bavaricum		.	0,6	Sum - My-alger		11,3	11,4
Dinobryon borgei		.	0,3				
Dinobryon crenulatum		1,2	0,6	Sum total :			
Dinobryon divergens		0,2	0,2		123,7	123,8	
Dinobryon sociale		.	0,0				
Dinobryon sociale v.americanum		0,2	0,1				
Kephyrion boreale		.	1,1				
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		1,0	0,0				
Mallomonas crassiquama		0,3	.				
Mallomonas sp. (l=8-10 b=8)		1,2	8,6				
Mallomonas spp.		0,1	0,2				
Ochromonas spp.		.	0,9				
Pseudopedinella sp.		.	0,5				
Små chrysoomonader (<7)		11,7	9,6				
Spiniferomonas sp.		0,9	0,9				

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no