



RAPPORT LNR 4890-2004

Eikeren og Bergsvatn 2003 og 2004

Undersøkelse for å kartlegge
råvannsvannkvalitet for
Eikeren-vannverket, samt
eventuelle forurensningstilførsler
fra vassdraget oppstrøms



Foto: www.eikeren.no

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: 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
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

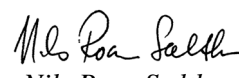
Tittel		Løpenr. (for bestilling)	Dato
Eikeren og Bergsvatn 2003 og 2004		4890-2004	6. okt. 2004
Undersøkelse for å kartlegge råvannsvannkvalitet for Eikeren-vannverket, samt eventuelle forurensningstilførsler fra vassdraget oppstrøms		Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
		24218	39
Forfatter(e)		Fagområde	Distribusjon
Dag Berge		Vannressursforvaltning	Fri
		Geografisk område	Trykket
		Vestfold	NIVA
Oppdragsgiver(e)			Oppdragsreferanse
Vestfold interkommunale vannverk (VIV)			Sverre Mollatt
Sammendrag			
<p>Dypvannet ved Hesthammerøya har svært god vannkvalitet med tanke på å fungere som råvann for Eikerenvannverket. Vannkjemien er svært gunstig, vannet er klart og fint med lav farge og lav turbiditet. Videre er det svært lite bakterier til stede. Det er tatt 4 parallelle prøveserier av bakterier, hver på 24 prøver, og TKB-funn ble gjort i kun 4-8 % av prøvene. De fleste positive funnene bestod av 1 bakterie per 100 ml, høyeste funn var 2. Da den nye drikkevannsforskriften ikke stiller direkte krav til råvannet, men kun til rentvannet, er resultatene vurdert i forhold til forrige versjon av drikkevannsforskriften (Sos. og Helsedep) samt SFT/SIFFs system for egnethetsvurdering av innsjøer til drikkevannsforsyning. Dypvannsinntak fra Eikeren tilfredsstillende klart disse normene for enkel vannbehandling (filtrering-desinfisering-alkalisering). Eikeren er en meget sikker vannkilde; de mange innsjøene nedover vassdraget fjerner de fleste forurensninger som tilføres fra nedbørfeltet, den ekstremt lange oppholdstiden (11 år) gir innsjøen selv en meget stor selvrensningsevne i norsk målestokk. Når avløpene fra Eidsfoss nå samles og føres til RA med utslipp til Bergsvatn, vil det være svært små kilder til hygienisk forurensning av inntaksområdet. Sammenliknet med vanlig praksis ved andre vannverk, vil etter vårt skjønn Eikeren med nedbørfelt fungere som en hygienisk barriere for et vannverk med inntak på det planlagte sted. Eikerenvannverket vil få et av de beste råvann som finnes ved norske vannverk også mht til farge, og det er svært liten sannsynlighet for fargeproblemer i fremtiden.</p>			
Fire norske emneord		Fire engelske emneord	
1. Eikerenvannverket	2. Råvannskvalitet	3. Eutrofiering	4. Bakterieforurensning
1. Eikeren water works	2. Raw water quality	3. Eutrophication	4. Bacteria pollution



Dag Berge
Prosjektleder



Stig A. Borgvang
Forskningsleder



Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

Norsk institutt for vannforskning
Oslo

Eikeren og Bergsvatn 2003 og 2004

Undersøkelse for å kartlegge råvannsvannkvalitet for Eikeren-
vannverket, samt eventuelle forurensningstilførsler fra vassdraget
oppstrøms

Oslo 6.oktober 2004

Saksbehandler: Dag Berge (NIVA)
Medarbeider: *Jan Morten Jansen (VIV)*

Forord

Undersøkelsen er gjennomført for å belyse råvannskvaliteten til Eikerenvannverket, slik at man har et godt grunnlag til å bestemme nødvendig renseprosesser i vannbehandlingen. Initiativet ble tatt dels av Vestfold interkommunale vannverk (VIV), og dels av Vestfold interkommunale næringsmiddeltilsyn (VIN). Undersøkelsen ble startet i juni 2003 og er planlagt å vare fram til oppstarten av Eikerenvannverket. Denne rapporten er i så måte en foreløpig rapportering midt i perioden, som er foranlediget av at den trengs til godkjenningsbehandlingen av vannverket.

Feltarbeidet er utført av VIV under ledelse av Jan Morten Jansen etter forutgående instruksjon av NIVA. Jansen har også ordnet dataene i Excel filer. Analysene av standardparameterne i Eikeren er utført av Vestfold Analyse AS på Sem, mens parameterne fra drikkevannsforskriftens tabell 3.1 er utført av Rødmyr Miljøsender AS. Analysene fra Bergsvatn er utført av NIVA.

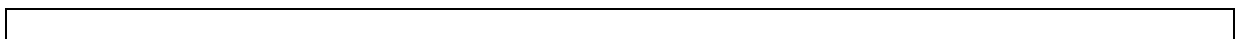
Bearbeidingen av materialet, og sammenstilling til rapport, er utført av Dag Berge, NIVA.

Oslo, 6. oktober 2004

Dag Berge

Innhold

Konkluderende sammendrag	6
1. Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Prøvetakingsstasjoner	9
1.3 Omfang	10
1.3.1 Eikeren	10
1.3.2 Bergsvatn og Kopstadelva	10
2. Resultater	12
2.1 Generell kjemisk vannkvalitet i Eikeren	12
2.2 Farge	12
2.2.1 Fargeobservasjoner i Eikeren i 2003 og 2004	13
2.2.2 Utvikling av farge i Eikeren	14
2.3 Turbiditet	16
2.4 Eutrofiering	17
2.4.1 Algemengde	17
2.4.2 Siktedyp	19
2.4.3 Total fosfor	20
2.4.4 Total nitrogen	20
2.5 Bakterier	22
2.5.1 Om hygieniske barrierer i vannforsyningen	22
2.5.2 Resultater fra de bakteriologiske undersøkelsene	23
2.6 Parametre i Drikkevannsforskriftens tabell 3.1	25
2.7 Påvirkning fra Bergsvannet og vassdraget oppstrøms	27
2.7.1 Bakterier fra ovenforliggende vassdrag	27
2.7.2 Næringsalter og eutrofieringstrussel fra ovenforliggende vassdrag	28
3. Litteratur	30
4. Primærtabeller	31



Konkluderende sammendrag

Det er gjort en sammenstilling og vurdering av dataene som er samlet inn fra Eikeren og hovedtilløpet fra syd (Bergsvatn med Kopstadelva) i perioden juni 2003 til juli 2004. Det er tatt 24 prøveserier jevnt fordelt over dette året. Undersøkelsene pågår enda, og denne foreløpige sammenstillingen er gjort som en del av søknaden til Mattilsynet om godkjenning av Eikerenvannverket til forsyning av drikkevann for store deler av Vestfold fylke. Undersøkelsen skulle finne ut:

- Om inntak på 60 m syd for Hesthammerøya er så rent at innsjøen i dette området utgjør en hygienisk barriere.
- Om vannet her er så rent at man kan greie seg med enkel vannbehandling.
- Om man kan oppnå noe særlig bedre vannkvalitet ved å flytte inntaket ut for nordenden av Hesthammerøya.
- Om det har vært noen utvikling i vannkvaliteten i Eikeren over tid
- Om hovedtilløpet fra Bergsvatn og vassdraget fra syd utgjør noen trussel, og om det her kan spores noen utviklingstrend i vannkvalitet.

Vannkjemisk sett har Eikeren meget god vannkvalitet, farge under 10 mg Pt/l, turbiditet under 0,4 FTU, siktedyp på 10-12 m, pH på litt over 7, kalsium på 6 mg Ca/l, svært lave verdier av jern og mangan (hhv 10 og 2 µg/l), godt med oksygen i dypvannet (80-100% metning).

Innsjøen er næringsfattig med lave fosforkonsentrasjoner, og svært lite alger. Fosforet fra de mer tettbefolkede og jordbrukspregete områder lenger opp i nedbørfeltet holdes tilbake i de mange innsjøene ovenfor Eikeren. Nitrogenet er høyere enn i upåvirket vann, og vitner om at det er menneskelig aktivitet i nedbørfeltet. Nitrogenkonsentrasjonen (8-900 µg N/l) utgjør ikke noe problem for drikkevannsforsyningen.

Det innsamlede materialet kunne ikke påvise noen utviklingstrender mht vannkvalitet i Eikeren. Dataene var egentlig ikke sammenliknbare med tidligere data, da disse er samlet inn fra hovedstasjonen i innsjøens sentrale områder. Tilstanden i Bergsvatn har imidlertid bedret seg, slik at tilførslene fra syd er reduserte. På vegen gjennom Bergsvatn fjernes tarmbakteriene som kommer inn fra Hof sentrum via Kopstadelva meget effektivt. Minst 99,6 % av bakteriene ble borte på veien gjennom Bergsvatn i undersøkelsesperioden.

Eikeren har vist mye mindre økning i farge enn mange andre innsjøer som nyttes til drikkevann i Sør Norge. Det er lite sannsynlig at farge skal bli noe problem i Eikeren i fremtiden. Det er forholdsvis lite myrlendt skogsterreng i nedbørfeltet, det er mange innsjøer ned mot Eikeren hvor humus brytes ned, og spesielt viktig i så måte er Eikerens ekstremt lange oppholdstid (11 år).

Den bakteriologiske situasjonen i Eikeren var meget god. Med hensyn til termotolerante koliforme bakterier (såkalt ekte tarmbakterier, TKB) ble det ved de 2 stasjoner tatt 24 tokt. Fra det planlagte drikkevannsinntaket (st 2) ble det tatt 3 paralelle prøveserier hver gang, dvs. til sammen 72 bakterieprøver av dypvannet. Det ble gjort funn av TKB i 4-8 % av prøvene i de ulike prøveseriene. Funnene var stort sett 1 bakt per 100 ml. Høyeste funn var 2 bakt per 100 ml.

Kimtallet var nærmest alltid under 10 bakt per ml, noe som er meget lavt, og på nivå med de reneste fjellsjøer. I desember, under sirkulasjonen, ble det observert høyere kimtall ved en observasjon. Allerede 14 dager senere var kimtallet under 10 igjen.

Intestinale enterokokker og *Clostridium perfringens* ble observert i fra 0-4 % av prøvene i de ulike seriene, noe som må regnes som meget lavt. Funnene var 1 bakt per 100 ml, altså ingen bekymringsfulle topper. Funnene er sammenliknbare med hva man finner i upåvirkede innsjøer.

Det var liten forskjell mellom vannkvaliteten ved det planlagte vanninntaket ved sydenden av Hesthammerøya (st.2), og ved det alternative stedet utefor nordenden av Hesthammerøya (st.1).

For alle parametrene i Drikkevannsforskriftens tabell 3.1 "utvidet rutinekontroll" tilfredsstilte Eikeren drikkevannsforskriftens krav til rentvann med god margin. Det ble her tatt 4 prøveserier.

Den nye drikkevannsforskriften setter kun konkrete kvalitetskrav til rentvannet. Når man skal bygge et nytt vannverk, må vannverkseieren tilpasse rensaneanordningen i forhold til kvaliteten på råvannet, slik at det er sikkert at vannverket vil gi abonnentene vann som tilfredsstillende drikkevannsforskriften. I Mattilsynets godkjenningssjette inkluderer det også en helsemessig risikovurdering.

I vår vurdering sammenlikner vi den observerte vannkvalitet i råvannet, dels med kravene til rentvann i drikkevannsforskriften, dels med SFTs og SIFFs (nå Folkehelseinstituttet) system for egnethetsvurdering av råvannskilder, og dels med forrige versjon av drikkevannsforskriften der det var stilt konkrete krav til råvannet. Etter denne vurderingen kommer dypvannet i Eikeren ut som godt egnet som råvann til et vannverk med enkel vannbehandling (filtrering, desinfisering og alkalisering). Dette er illustrert i **Figur 1** nedenfor. Men som sagt, noen helsemessig risikovurdering har vi ikke foretatt, noe heller ikke NIVA har kompetanse til.

Eikeren vurdert etter SFT og SIFFs egnethetsvurdering (SFT-veileder 97:04)

Råvann - drikkevann		Egnethetsklasser			
Virninger av:	Parametre	1 Godt egnet	2 Egnert	3 Mindre egnet	4 Ikke egnet
Tarmbakterier	Termotolerante koliforme bakt.				
Organiske stoffer	Farge				
	Jern				
	Mangan				
	Oksygen				
Fysisk-kjemiske parametre	pH				
	Turbiditet				

Eikeren vurdert etter forrige versjon av drikkevannsforskriften (Sos. og H. Dep. febr.1995)

Råvann - drikkevann		Egnethetsklasser	
Virninger av:	Parametre	Enkel vannbehandling (Filtrering - desinfisering - alkalisering)	Ytterligere vannbehandling påkrevet
Tarmbakterier	Termotolerante koliforme bakt.		
Organiske stoffer	Farge		
	Jern		
	Mangan		
	Oksygen		
Fysisk-kjemiske parametre	pH		
	Turbiditet		

Figur 1. Skjematisk vurdering av hvordan dypvannet i Eikeren er egnet som råvann til et vannverk med enkel vannbehandling (filtrering-desinfisering-alkalisering) etter hhv SFT/SIFFs system fra 1997, og den forrige versjonen av drikkevannsforskriften fra 1995.

Det er helt klart at Eikerenvannverket får blant landets beste råvannskvaliteter. Vannet skal ikke gjennom noen lang råsprenget tunnel, noe som ofte kan tilføre uheldige stoffer som ikke har opphav i kilden. Eikeren er også meget godt skjermet mot forurensninger fra nedbørfeltet gjennom selvrensning i de mange innsjøene som vannet må gjennom før det kommer ned til Eikeren. Her reduseres både bakterier og fosfor i betydelig grad. I forhold til for eksempel Tyrifjorden og Mjøsa, hvor hovedtilløpene har flere hundre (enkelte ganger over 1000) termotolerante koliforme bakterier per 100 ml, har Eikerens hovedtilløp (utløpet av Bergsvatn) som oftest 0 TKB. Når man nå også får samlet sanitæravløpene fra Eidsfoss og Orvika og ført dem til renseanlegg i Vassbotn i Bergsvatn, vil det være få kilder til hygienisk forurensning i Eikeren. Innsjøens lange oppholdstid gjør at Eikeren har meget god selvrensningsevne.

Resultatene fra denne undersøkelsen, som hadde hele 96 prøver fra dypvannet i uttaksområdet for drikkevann, tilkjennegav en noe bedre vannkvalitet enn den forrige bakteriologiske undersøkelsen (Berge 2001). Resultatene bekrefter strøm og spredningssimuleringene som ble foretatt for 4 år siden (Tjomsland og Berge 1999) som konkluderte med at det er svært lite sannsynlig at et drikkevannsinntak på 60 m dyp ved Hesthammerøya kunne bli bakteriologisk forurenset.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Som et ledd i godkjenningen av Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold Interkommunale Vannverk har Vestfold Interkommunale Næringsmiddeltilsyn (VIN), nå Mattilsynet, anbefalt at det tas flere og hyppigere prøver fra det aktuelle inntakssted i Eikeren hele året for å bli bedre kjent med kildens kvalitet. Resultatene vil bl.a. kunne nyttes til å vurdere hvilke vannbehandling som bør installeres ved Eikeren vannverket. VIV kontaktet NIVA ved Dag Berge for å diskutere hvilke parametre som burde undersøkes, og fra hvilket dyp man burde ta prøver fra, samt prøvetakingsutstyr.

Eikerens hovedtilløp kommer fra Bergsvatn og bringer med seg forurensninger fra de mer tett befolkede områder i Hof og Holmestrand kommuner. Det er imidlertid mange innsjøer i vassdraget hvor det skjer betydelig selvrensning. VIV var også interessert i prøvetaking i Bergsvatn og dets hovedtilløp (Kopstadelva). Hva som skjer i Bergsvatn vil kunne varsle om en utvikling i Eikeren lenge før den vil kunne oppdages der, på grunn av det store volumet og den lange oppholdstiden i Eikeren.

1.2 Prøvetakingsstasjoner

Stasjoner for prøvetaking er vist i **Figur 2** og **Tabell 1**.



Figur 2. Prøvetakingsstasjoner

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner:

St.	Beskrivelse	Posisjon
I	Eikeren ut for nordenden av Hesthammerøya	N 59-37-509, Ø 009-59-317
II	Eikeren ut for sydenden av Hesthammerøya (det planlagte drikkevannsinntak)	N 59-35-969, Ø 010-00-315
III	Bergsvatn nordre basseng (nær utløpet)	
IV	Kopstadelva ved nedre bru	

Stasjon II ved sydenden av Hesthammerøya er identisk med St. 3 ved tidligere prøvetakingsperioder. Stasjonen representerer planlagt drikkevannsinntak for VIVs Eikervannverk. Stasjon I ligger ut for nordenden av Hesthammerøya og representerer et alternativt (men betydelig dyrere) inntakssted. Dette er bare aktuelt hvis vannkvaliteteten viser seg å være betydelig bedre her.

1.3 Omfang

I følge drikkevannsforskriftens tabell 7 er minimumsfrekvensen for prøvetaking av råvann for rapportering til tilsynsmyndighet 12 prøver pr. år for vannverk som forsyner >30.000 pe. Parameterne i tabell 1, 2 og 3 skal undersøkes når det er grunn til å anta at disse tilføres kilden i mengder som har betydning for grenseverdiene. Som et minimum skal alltid parameterene i tabell 6.1 (unntatt smak) inngå i overvåkingsprogrammet. Det skal utarbeides et prøvetakings- og analyseprogram som dokumenterer at vannkilden utgjør en hygienisk barriere og at vannbehandlingen omfatter nødvendige prosessstrinn.

I følge drikkevannsforskriftens tabell 4. er minimum prøvetakingsfrekvens for utvidet rutinekontroll, som skal danne grunnlag for rapportering til tilsynsmyndighet, 6 prøver pr. år for vannverk som forsyner under 150.000 pe.

1.3.1 Eikeren

Programmet omfatter prøvetaking hver 14. dag, for analyse av parameterne i drikkevannsforskriftens tabell 6.1. I tillegg analyseres blandeprøven for Tot-N, Tot-P, klorofyll-a og planteplankton. Prøvetakingsperioden som rapporteres her er ett år, fra juni 2003 til juli 2004, og det er tatt 24 prøvetakingsserier, altså dobbelt så hyppig som det drikkevannsforskriften skisserer for overvåking av råvann. Dette for å sikre et godt grunnlag for godkjenningsprosessen, samt for vurderingen av rensebehovet og tilpassing av prosess i vannbehandlingen.

I tillegg utføres utvidet rutinekontroll, dvs. at det i tillegg analyseres med hensyn på parameterne i tabell 3.1 for planlagt drikkevannsinntak (stasjon II på 60 m dyp). Prøvetaking utføres i begynnelsen av hver annen måned, med oppstart i januar 2004, dvs. totalt 6 prøver pr. år.

Ved stasjon II og planlagt inntaksdyp på 60 m, hentes 3 prøver hver gang, for analyse mhp. bakteriologiske parametere. Formålet er å redusere usikkerhet som følge av prøvetaking og analyse.

Prøveperioden varer fra juni 2003 og frem til planlagt oppstart for Eidsfoss vannverk i 2005, dvs prøvetakingen pågår ennå.

1.3.2 Bergsvatn og Kopstadelva

Programmet omfatter prøvetaking hver 14. dag for analyse av turbiditet, farge, klorofyll-a, Tot-N, Tot-P og E.coli. Prøven fra Kopstadelva analyseres i tillegg for pesticider, men ikke for klorofyll-a.

Prøveperioden varte fra juni 2003 til utgangen av desember samme år.

Prøvetakingspunkter og prøveomfang er vist i **Tabell 2**.

Tabell 2. Prøvesteder, prøvetyper og omfang.

Stasjon nr.	Beskrivelse	Dybder (m)	Prøver	Frekvens	Periode
I	Eikeren Nord for Hesthammerøya	bl.prøve 0 – 10 m 60 m	5 l fysisk/kjemisk (1 l m/phytofix) 1 l fysisk/kjemisk 1 l bakteriologisk	hver 14. d	juni 03 – april 05
II	Eikeren Syd for Hesthammerøya	bl.prøve 0 – 10 m 60 m	5 l fysisk/kjemisk (1 l m/phytofix) 1 l fysisk/kjemisk 3 x 1 l bakteriologisk	hver 14. d	juni 03 – april 05
III	Bergsvatn Nordre basseng	bl.prøve 0 – 4 m 0.2 m	5 l fysisk/kjemisk (1 l m/phytofix) 1 l bakteriologisk	hver 14. d	juni 03 – sept. 03
IV	Kopstadelva Innløp Bergsvatn	0.2 m 0.2 m	1 l fysisk/kjemisk bakteriologisk	hver 14. d	juni 03 – sept. 03

2. Resultater

2.1 Generell kjemisk vannkvalitet i Eikeren

I **Tabell 3** er det sammenstilt en del sentrale vannkjemiske parametre. Dataene er gitt som middelveier, dels fra årets undersøkelse, og dels fra tidligere undersøkelser.

Vannkjemisk sett egner Eikeren seg meget godt til drikkevann. Vannet er klart (lav turbiditet og høyt siktedyp), det har lite innhold av organisk materiale (lav farge, lav TOC og lav COD). pH ligger svakt over nøytralpunktet. Kalsium er forholdsvis høyt til å være norsk overflatevann. Vannet er godt bufret mot forsuring. Fosforkonsentrasjonen er lav og sikrer lite alger. Nitrogenkonsentrasjonen er høy etter norske forhold, men er likevel langt under grensen for drikkevann. Oksygenkonsentrasjonen i dypet er alltid høy. Vannet har ingen uønsket lukt eller smak.

Vannet er ikke aggressivt overfor ledningsnett, det vil ha lavt begroingspotensiale i ledningsnett (dvs. liten slamdannelse), og vannet vil ha lav halofordannelse ved klorering.

Tabell 3. Vannkjemi i Eikeren. Middelveier i overflatelagene i sommerhalvåret. Noen data er fra årets undersøkelse, mens andre er fra tidligere års undersøkelser.

Parameter	Benevning	Verdi
pH		7.1
Konduktivitet	mS/m (25°C)	6.2
Turbiditet	FTU	0.25
Farge	mgPt/l	10
Siktedyp	m	10-12
CODMn	mgO/l	2
TOC	mgC/l	1
Total fosfor	µP/l	5
Total nitrogen	µN/l	900
Oksygen i dypet	% metning	80% eller mer
Kalsium	mgCa/l	6.1
Magnesium	mgMg/l	1.0
Natrium	mgNa/l	2.9
Kalium	mgK/l	0.6
Jern	µg Fe/l	19
Mangan	µg Mn/l	2
Klorid	mgCl/l	4.2
Sulfat	mgSO ₄ /l	9.9
Alkalitet	mmol/l	0.23

2.2 Farge

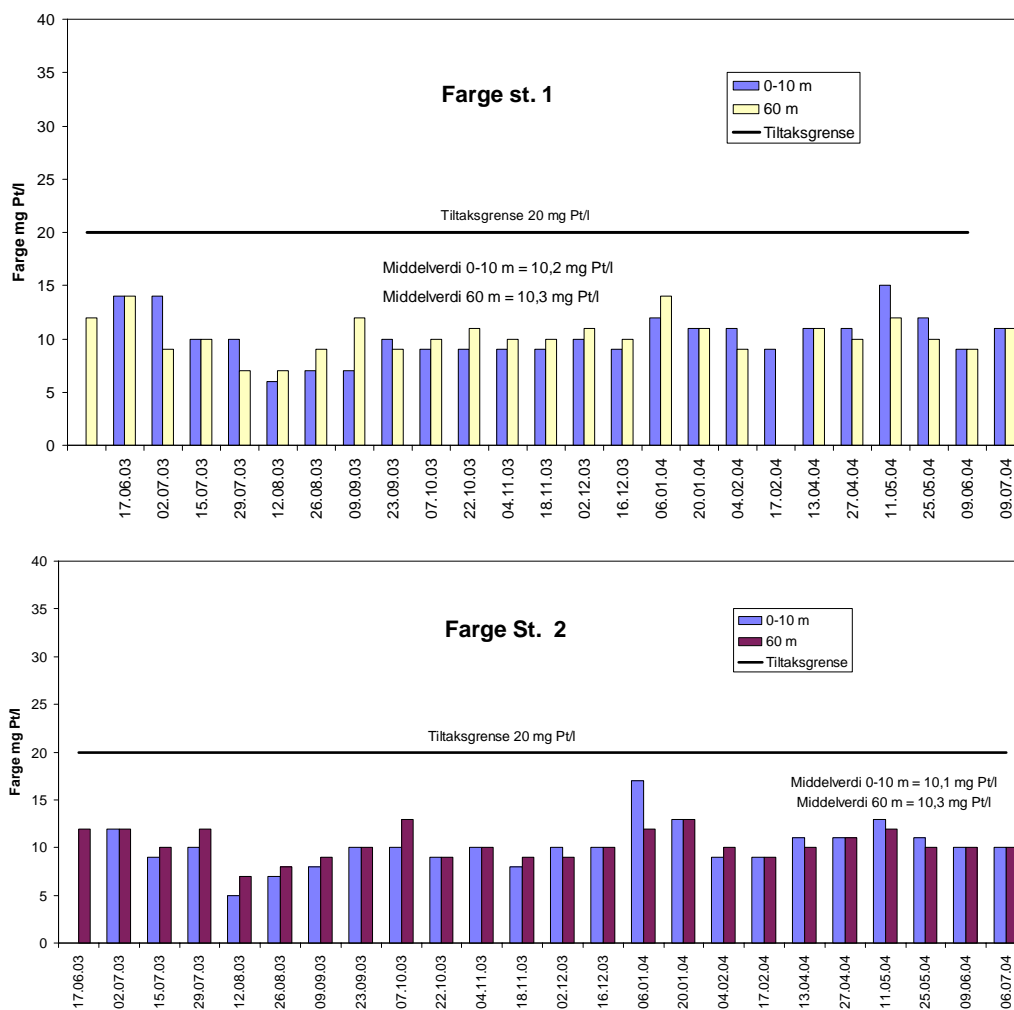
Farge er ofte et av hovedproblemene med vannforsyning fra overflatekilder i Norge, og har i den senere tiden vært en hovedårsak til installering av fullrensing ved flere vannverk. Fargen kommer hovedsaklig som følge av utvasking av humusstoffer fra nedbørfeltet, men også fra sesongvis akkumulering av jern og mangan i dypvannet av innsjøer. Dette siste skjer særlig der vannforsyningen skjer fra dypvannet i mindre innsjøer og hvor det skjer et betydelig avtak i oksygenkonsentrasjonen under stagnasjonsperiodene. Kravet til fargefjerning er ved overskridelse av farge 20 mg Pt/l. Det har i

de senere årene skjedd en økning i fargen ved norske vannverk, noe som man antar har sammenheng med et mildere og fuktigere klima. Humus er i seg selv ikke usundt, men ved desinfisering av vannet med klor vil det kunne dannes skadelige klororganiske forbindelser, som for eksempel trihalomethaner. Likeledes kan det gi slamdannelse og begroing i ledningsnettet, med periodevis brunt vann og vond lukt hos abonnentene. I dette avsnittet vil vi se litt på fargeobservasjoner i Eikeren i 2003 og 2004, hvordan fargen har utviklet seg over de siste 25 år, samt foreta en sammenlikning med en del andre vannkilder.

2.2.1 Fargeobservasjoner i Eikeren i 2003 og 2004

Figur 3 viser observasjoner av farge ved de 2 stasjoner i Eikeren i overflatesjiktet (0-10m) og i det planlagte inntaksdypet på 60 m. Fargen ligger rundt 10 mg Pt/l ved begge stasjonene. Alle observasjonene ligger godt under tiltaksgrensen (behov for fargefjerning) på 20 mg Pt/l. Det er ikke noen forskjell i vannfargen mellom de 2 stasjonene, og det er ingen signifikant forskjell mellom overflaten og dypet.

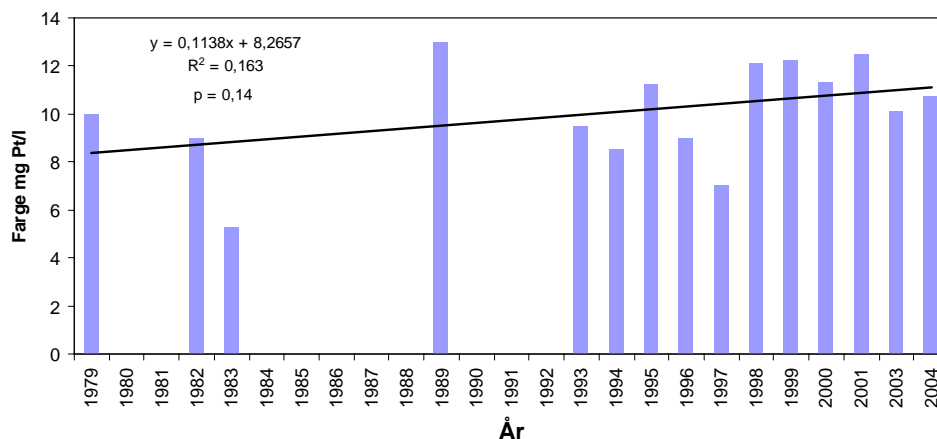
Med hensyn til farge er det ikke noe faglig grunnlag for å legge vanninntaket lenger ut eller på større dyp enn ved det planlagte inntaksstedet på innsiden av Hesthammerhøya.



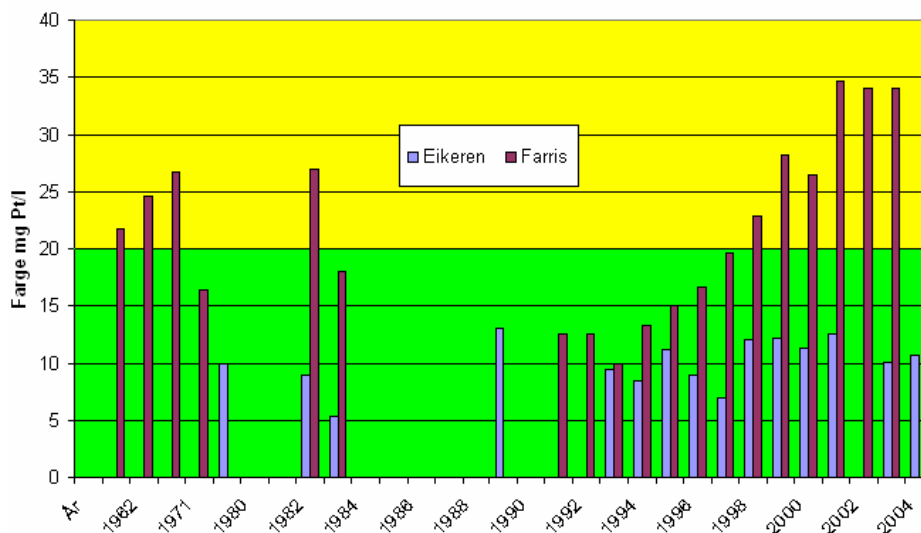
Figur 3. Observasjoner av farge i Eikeren på stasjon 1 (utsiden av Hesthammerøya) og stasjon 2 på innsiden av Hesthammerøya i 2003 og 2004.

2.2.2 Utvikling av farge i Eikeren

Figur 4 viser farge i Eikeren fremkommet ved de siste 25 års overvåking av vannkvaliteten i Eikeren. Verdiene er gitt som middelerverdier i sommerhalvåret. Fargen varierer noe fra år til år, stort sett avhengig av nedbørsforhold året i forveien. Den våte sommeren og høsten 2000 gir seg utslag i en fargetopp i 2001. Over hele perioden gir en lineær regressjonsanalyse ingen signifikant økning, $p = 0,14$ (signifikans krever 0,05 eller lavere). Høyeste verdi hadde man i 1989 med en fargeverdi på 13 mg Pt/l. Mange andre innsjøer har vist en signifikant økning av farge de siste 10-15 årene, som f.eks Farris, se **Figur 5** og **Figur 6**.

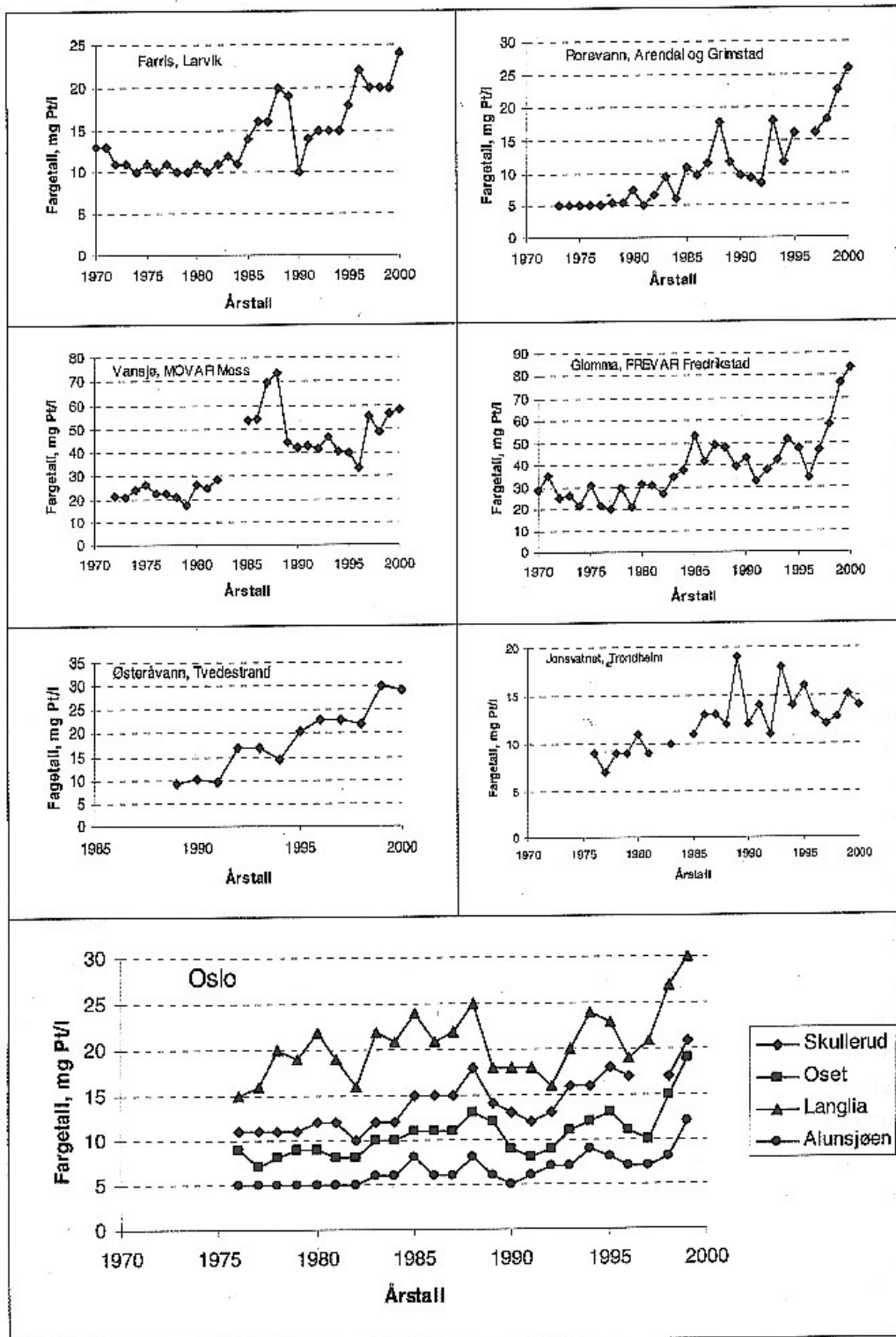


Figur 4. Farge i Eikeren (middelerverdier i sommerhalvåret) fra de siste 25 års overvåking i Eikeren. Det er ingen signifikant endring i fargeverdiene i perioden.



Figur 5. Fargeutvikling i Eikeren sammenliknet med Farris, VIVs hovedkilde. I Farris har det skjedd en kraftig økning av fargen gjennom 1990-årene. Data fra innsjøovervåkingen.

Eikeren har en mye bedre vannkvalitet mht farge enn Farris, den andre hovedkilden til VIV. Eikeren har ikke vist tilsvarende negativ fargeutvikling den senere tiden som Farris.



Figur 6. Fargeutvikling i råvannet til en del vannverk (etter Liltvedt og medarb. 2001)

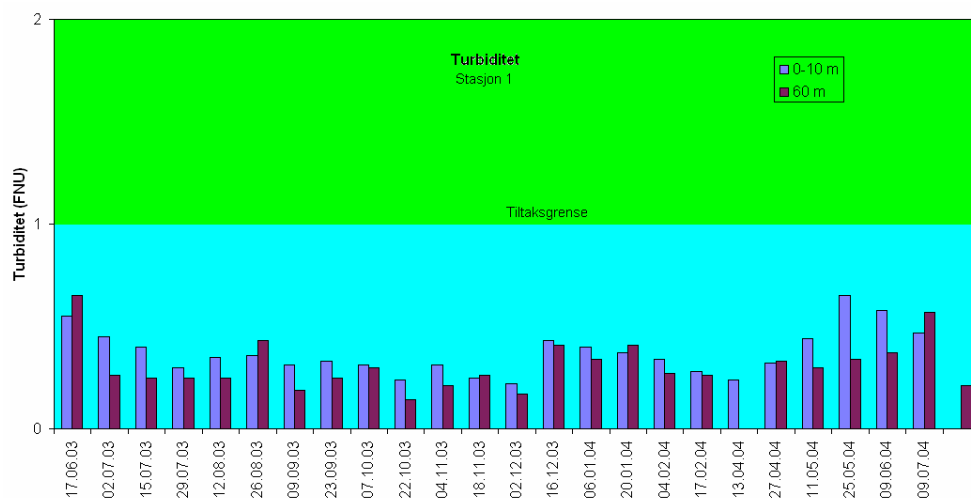
Også sammenliknet med mange andre innsjøer har Eikeren en gunstig vannkvalitet mht til farge, se **Figur 6**. Årsaken ligger i at Eikeren har forholdsvis lite myr i nedbørfeltet (liten produksjon av humus), den har mange innsjøer oppstrøms (utvasket humus brytes ned på veien), og den har etter

norske forhold en meget lang oppholdstid, noe som medfører at innsjøen selv bryter ned mye humus. Innsjøer reduserer humus ved en rekke prosesser, som utfнокking og sedimentasjon, humusen spises av planktoniske bakterier, humus brytes ned av UV-lys. Alle disse prosessene er avhengig av tid. Innsjøer med lang oppholdstid reduserer humus innholdet mye mer enn innsjøer med kort oppholdstid. For drikkevannskilden Glitre, som forsyner Drammensregionen, fant Berge og medarbeidere (2004) at innsjøen reduserte innkommende farge med fra 55-65%. Glitre har en oppholdstid på 4,6 år. Eikeren har en oppholdstid på hele 11 år, og en må anta at Eikeren fjerner i størrelsesorden 70-80 % av innkommende humus. Det er flere eksempler på at det å overføre tilleggsefelter til en drikkevannskilde for å øke kapasiteten, har resultert i høyere farge, og hvor redusert oppholdstid har vært en av årsakene til økningen. Frogn vannverk (Drøbak og omegn) fikk ødelagt sin drikkevannskilde, Oppegårdtjernet, på denne måten, og de kjøper nå vann fra Glitre på andre siden av Oslofjorden (kfr. Berge 1991).

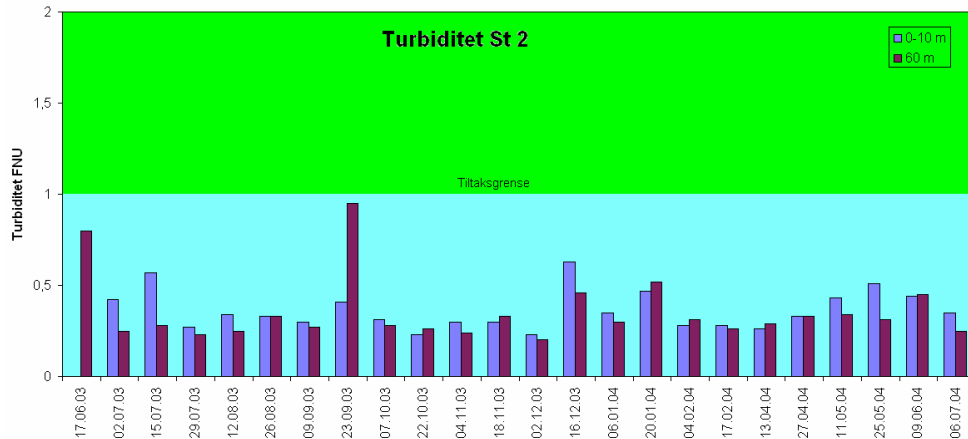
Eikeren er en av innsjøene i Norge med lengst oppholdstid, og den vil derfor være meget godt rustet mot å få høye fargeverdier som følge av milde, fuktige år, noe som har skapt problemer i mange andre innsjøer som for eksempel Farris. Oppholdstiden i Farris er bare 2,1 år, og det er betydelig mengder myrlandt skogsterreng i nedbørfeltet. Det er meget lite sannsynlig at farge vil bli noe fremtidig problem i vannforsyning fra Eikeren.

2.3 Turbiditet

Figur 7 og **Figur 8** viser turbiditetsmålingene på de to stasjonene utenfor (St 1) og innenfor (St 2) Hesthammerøya. Turbiditeten er lav ved begge stasjonene og varierer for det meste mellom 0,2 og 0,5 FTU. Ved stasjon 2 (innenfor Hesthammerøya) var det ved 2 anledninger noe høyere turbiditet på 60 m (hhv 0,8 og 0,9 FTU). Det er uvisst om dette skyldes analysefeil eller er reelle verdier. Det kan skyldes periode med nordavind. Overflatevann vil da stues opp i sydenden av innsjøen, noe som vil gi nedadgående strømmer helt i sydenden av Eikeren. Disse vil transporteres nordover i sprangsjiktet. I slike perioder kan sprangsjiktet presses ganske dypt i enden av Eikeren (kfr. Bjerke og medarb. 1978). Disse strømmene kan rive med seg sediment og skape turbiditet i dypere lag. Dette har man også sett i Tyrifjorden ved Asker og Bærums inntak ved Toverud (kfr. Berge og medarb. 2000). En slik vindperiode kan sette i gang svingninger i termoklinområdet som kan vare en tid etter at selve den ytre påvirkningen har avtatt (såkalt stående indre bølger, eller seiches). Disse har mer lokal innvirkning enn en vedvarende nordavind, og vil ikke bidra i særlig grad til horisontal massetransport. Perioder med høy turbiditet i dypvannet vil derfor bli nokså sjeldne, selv om det vil forekomme hyppigere ved St.2 enn ved St 1.



Figur 7. Turbiditetsmålinger i overflatesjiktet og i 60 m dyp ved stasjonen utenfor Hesthammerøya (St 1).



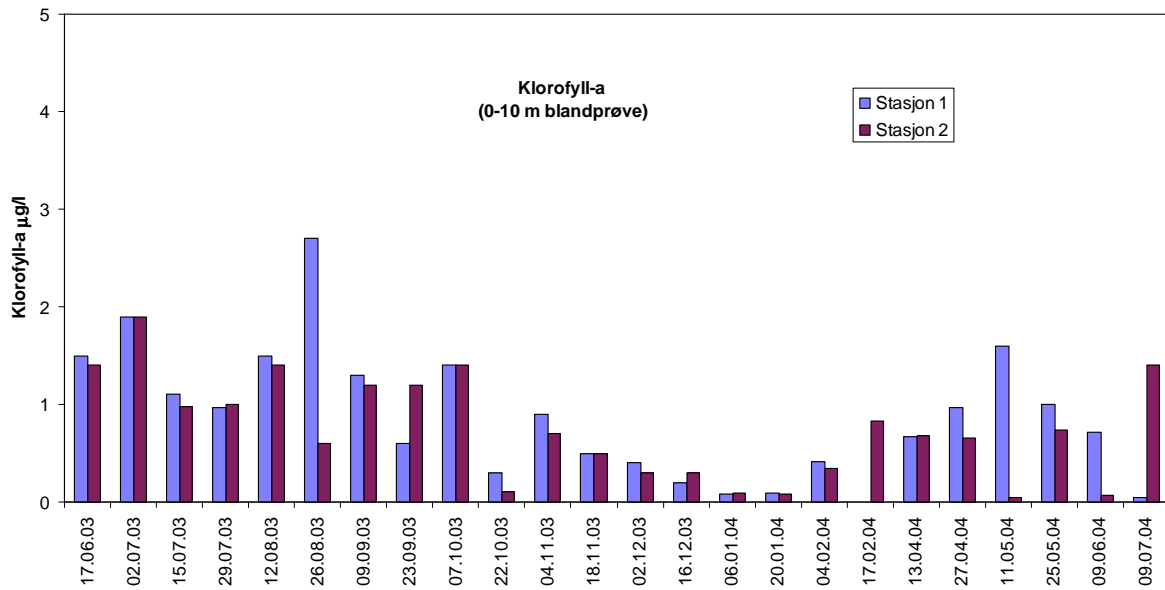
Figur 8. Turbiditetsmålinger i overflatesjiktet og i 60 m dyp ved stasjonen innenfor Hesthammerøya (St 2).

2.4 Eutrofiering

2.4.1 Algemengde

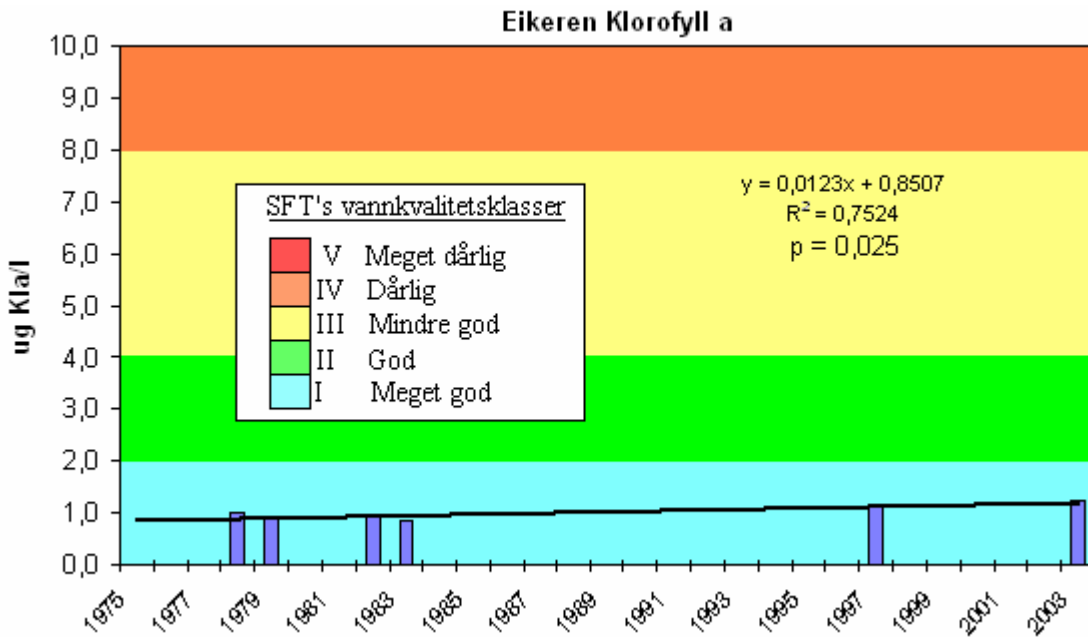
Et annet hovedproblem ved vannforsyning fra innsjøer er eutrofiering (overgjødning). Dette er uønsket høy algevekst som følge av næringssaltutslipp (hovedsakelig fosfor) fra befolkning og avrenning fra jordbruk. VIV er velkjent med denne problematikken fra den gamle reservevannkilden Akersvannet ved Tønsberg. Moss vannverk fra Vannsjø har store problemer med eutrofiering og algevekst. **Figur 9** viser observasjonene over algemengde i det algeproduserende sjikt (0-10 m) fra de 2 stasjonene i Eikeren i 2003 og 2004.

I henhold til SFTs vannkvalitetskriterier skal middelverdiene over sommerhalvåret være mindre enn 2 μg kla/l for at vannkvaliteten skal være i beste klasse. Det er bare for 2003 at data fra hele produksjonssesongen foreligger ennå, og middelverdiene for st 1 og st 2 er hhv 1,3 og 1,2 μg Kla/l. For 2004 kan den se ut til å bli enda litt lavere. Uansett så ligger Eikeren godt innenfor beste vannkvalitetsklasse mht eutrofiering.



Figur 9. Algemengden i sjiktet 0-10 m ved de 2 stasjonene i 2003 og 2004

Figur 10 viser utvikling av algemengde i Eikeren. Eikeren har i alle år ligget godt innenfor grensene til beste vannkvalitetsklasse.

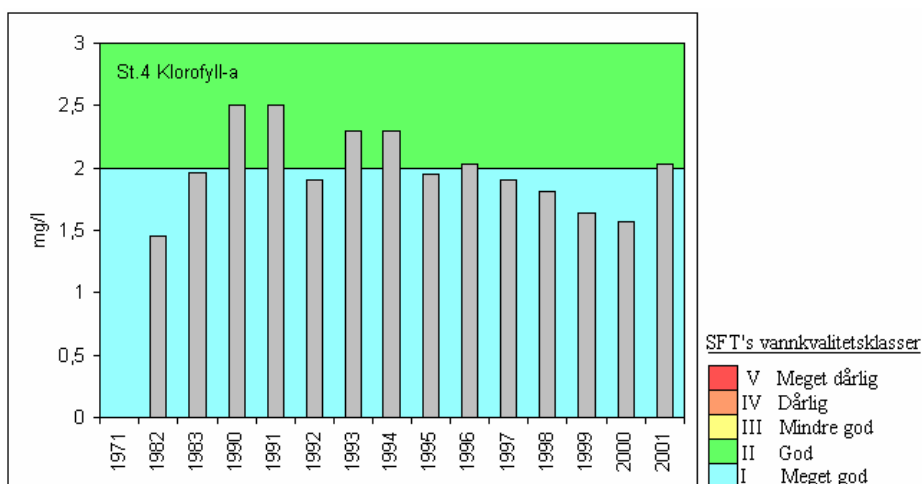


Figur 10. Utvikling i algemengde i Eikeren. NB resultatene fra 2003 er ikke fra samme stasjonen som de andre åra, og ikke direkte sammenliknbar.

Det kan imidlertid se ut som om det er en eutrofieringsprosess på gang om man bare ser på søylene fra de ulike år. Det kan imidlertid være misvisende å sammenlikne resultatene fra de 2 stasjonene ved Hesthammerøya med resultatene fra overvåkningsstasjonen nord for Holtøya i Eikerens sentrale deler. Stasjonene fra Hesthammerøya er påvirket av algeholdig vann som kommer fra det eutrofe/mesotrofe Bergsvatn (Eikerens hovedtilløp) som renner inn i Eikeren ved Eidsfoss. Dette gjør seg ikke gjeldene

ute på hovedstasjonen. Eutrofisituasjonen i Eikeren bør overvåkes ved hovedstasjonen sentralt i innsjøen. Det kan ikke trekkes noen konklusjoner om utviklingen basert på dataene fra Hesthammerøya de 2 siste årene. Dette gjelder også de andre parametrene om eutrofiering som er gitt i tabeller bak i vedlegget.

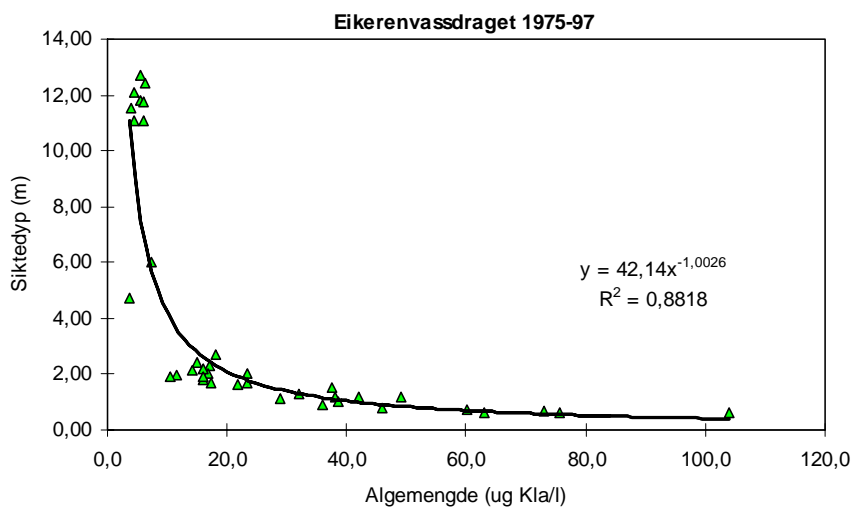
I **Figur 11** ses at algemengden i Farris, VIVs nåværende hovedkilde, er ca dobbelt så høy som i Eikeren. Det er ingen fare for utvikling av problemer med giftige alger i Eikeren. Forvaltning av vassdraget etter Forurensningsloven vil sikre Eikeren tilstrekkelig mot uønsket eutrofiutvikling.



Figur 11. Algemengden i Farris, VIVs nåværende hovedkilde. Etter Berge (2001).

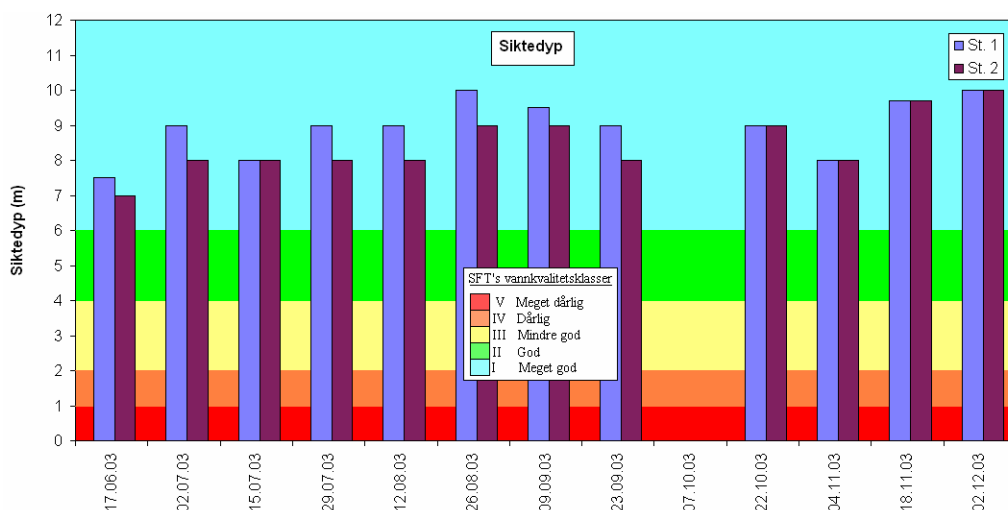
2.4.2 Siktedyp

Siktedyp er det dypet der en hvit skive som senkes fra overflaten blir borte for øyet når man stirrer grundig ned i vannet. Det er bestemt av 3 faktorer, alger, farge, samt erosjonsmateriale. I Eikerenvassdraget er siktedypet vesentlig bestemt av algemengden (Berge og Brettum 1999). Avhengigheten av algemengden er logaritmisk, hvilket vil si at ved klart vann, som i Eikeren, skal det svært lite endringer i algemengden til for at siktedypet skal forandre seg mye, se **Figur 12**.



Figur 12. Sammenhengen mellom algemengde og siktedyp i innsjøene i Eieren vassdraget. Etter Berge og Brettum (1999).

Figur 13 viser siktedypet på de 2 undersøkte stasjonene sett i forhold til SFTs vannkvalitetskriterier. Alle observasjonene tilfredsstiller beste vannkvalitetsklasse. Ut på hovedstasjonen sentralt i innsjøen (ikke inngått i denne undersøkelsen) er siktedypet enda større, mellom 11 og 12 m. Stasjonene fra Hesthammøya og innover mot Eidsfoss er noe påvirket av alger som kommer fra Bergsvatn. Disse algene har ikke livsgrunnlag i Eikeren og dør ut før de kommer ut til hovedstasjonen. Derfor er det misvisende å bruke årets undersøkelse til å vurdere en eventuell utvikling av siktedypet i Eikeren.



Figur 13. Siktedypsmålinger i Eikeren 2003.

2.4.3 Total fosfor

Analyseresultatene fra Vestfold analyse AS er høyst trolig feil. De varierer fra over 600 $\mu\text{gP/l}$ til $<2 \mu\text{gP/l}$. Det er ingen faglig grunn til å tro at fosforkonsentrasjonen i Eikeren kan ligge utenfor intervallet 2-7 $\mu\text{gP/l}$. NIVA kan derfor ikke trekke noen konklusjoner på bakgrunn av de fosforanalysene vi har får oversendt fra VIV ved denne undersøkelsen.

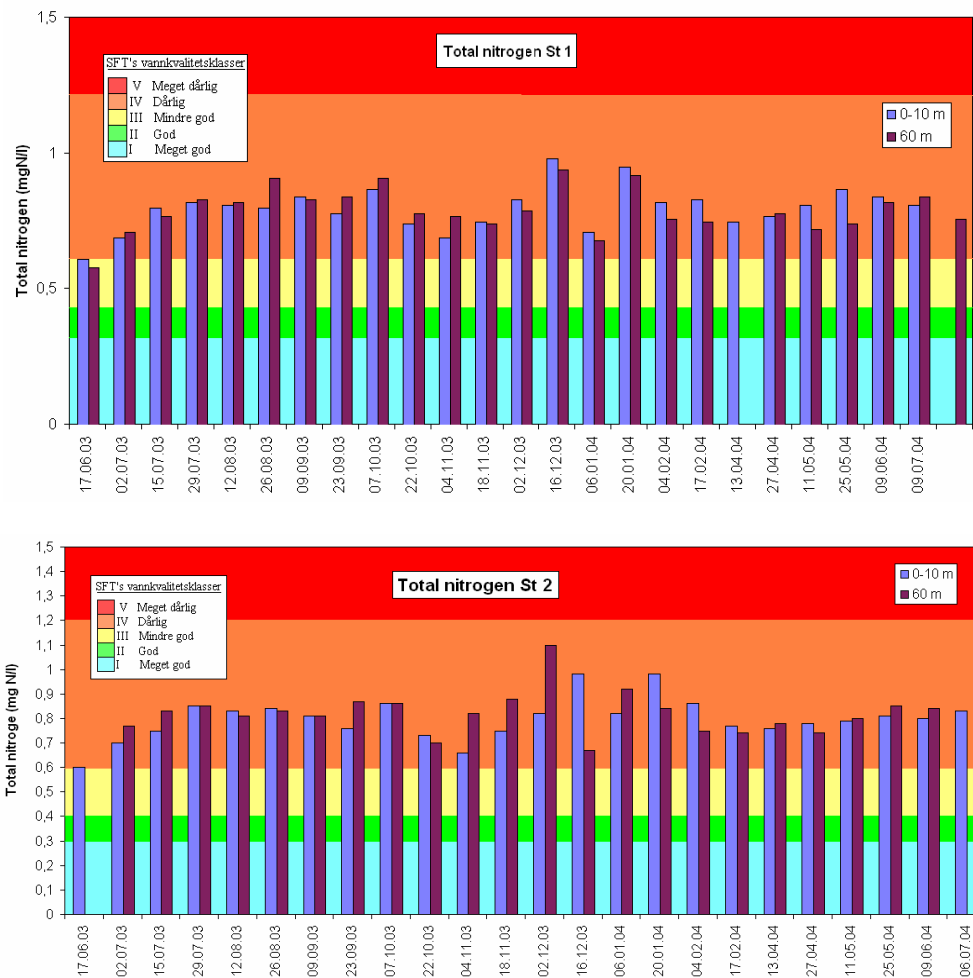
Alle tidligere undersøkelser har vist at algeproduksjonen i Eikeren er strengt fosforbegrenset, slik at alt biotilgjengelig fosfor inngår i algeproduksjonen. Dette medfører at klorofyll resultatene gir en tilstrekkelig god bedømming av eutrofisituasjonen. Fosforkonsentrasjon i seg selv er ikke noe sentral drikkevannsparemetere annet enn der hvor den medfører eutrofi-problemer.

2.4.4 Total nitrogen

Konsentrasjoner av total nitrogen er gitt i **Figur 14**. Det er relativt mye nitrogen i Eikeren. Dette har sammenheng med at det er liten retensjon i vassdraget mht nitrogen. Som nevnt over er det fosfor som begrenser algeproduksjonen, slik at bare en liten del av nitrogenet inngår i algeproduksjonen. Nitrogen medfører således ikke noen fare for økt eutrofiering i Eikeren selv om vannkvaliteten karakteriseres som dårlig etter SFTs vannkvalitetskriterier etter denne parameteren. N:P-forholdet i Eikeren varierer fra 150-200, og det er vanlig å regne at det må under 12 for at nitrogen skal kontrollere algeveksten (kfr Dillon og Rigler 1974).

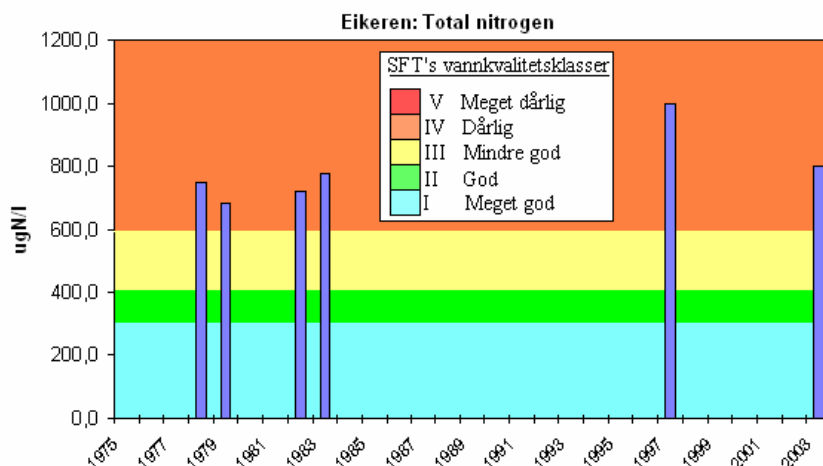
I henhold til drikkevannsforskriften er ikke nitrogen skadelig før man når 25-50 mgN/l . Slike konsentrasjoner vil aldri kunne opptre i Eikeren. Dertil er tilgjengelig jordbruksarealer for små.

Det er liten forskjell i nitrogenkonsentrasjonen ved de 2 stasjoner, og også mellom overflatesjiktet og dypvannet, se (Figur 14).



Figur 14. Konsentrasjon av total nitrogen ved de to stasjoner i Eikeren i 2003 og 2004.

Figur 15 viser midlere konsentrasjoner av total nitrogen i overflatesjiktet for de årene vi har data for. Middelkonsentrasjonen var betydelig lavere enn ved siste undersøkelse i 1997. Hvorvidt det er en bedring på gang mht nitrogenkonsentrasjon, er for tidlig å si. Det er imidlertid en indikasjon på at den økende trenden man har sett tidligere er brutt.



Figur 15. Middelkonsentrasjon av total nitrogen i overflatelagene i Eikeren (0-10 m) for de årene vi har data fra.

2.5 Bakterier

Dette kapitlet er særlig viktig med tanke på å vurdere om innsjøens dypvann er så godt skjermet for hygienisk forurensning at innsjøen kan godkjennes som en hygienisk barriere. Kapitlet vil også være viktig for å vurdere om vannverket er planlagt med tilstrekkelige renseanordninger.

2.5.1 Om hygieniske barrierer i vannforsyningen

Vannverk som leverer vann til mer enn 100 personer, næringsmiddelvirksomhet o.l. skal være godkjent i henhold til Forskrift om Vannforsyning og Drikkevann., fastsatt av Helsedepartementet (2001), oppdatert 4 febr. 2004. For godkjenning av vannverk innebærer kravet om hygienisk sikring at det totalt i vannforsyningssystemet (tilsigsområde, vannkilde og vannbehandlingsanlegg) tilsammen må være minimum "2 hygieniske barrierer" for å forhindre at smittestoffer og /eller helseskadelige forbindelser kan nå fram til forbrukerne. Barrierene skal være uavhengige, dvs. hvis den ene av barrierene skulle svikte, vil den andre fortsatt være i funksjon og sikre at forbrukerne ikke utsettes for smittefarlig vann.

I Norge er følgende 2 løsninger vanlige for å sikre 2 hygieniske barrierer:

A) Én naturlig og én teknisk hygienisk barriere:

1. Den naturlige hygieniske barrieren består i sikring av vannkilden mot forurensning slik at råvannskvaliteten er god.
2. Den tekniske hygieniske barrieren består i desinfeksjon av vannet, vanligvis klorering.

B) To tekniske / hygieniske barrierer:

1. Kjemisk rensing av vannet for fjerning av smittestoffer, partikler, og helseskadelige forbindelser fra vannet.
2. Desinfeksjon av vannet (vanligvis klorering, eller UV).

Kjemisk rensing innebærer normalt kjemisk felling på sand/antrasitt filtre, eller flermediafiltre. Kjemikalierne som brukes er jernklorid, aluminiumsulfat og organisk polymer. Kjemikalierne under alternativ B regnes ikke for å være helseskadelige, men helsemyndighetene foretrekker alternativ A, da det å ha en sikker råvannskilde regnes som mer fremtidsrettet.

Eikerens nedbørfelt er for stort og inneholder for mange menneskelige aktiviteter til at nedbørfeltet kan sikres på noen annen måte enn etter tiltak som hjemles av Forurensningsloven. For at Eikeren ved planlagt inntaksområde skal kunne godkjennes etter alternativ A, må det dokumenteres/- sannsynliggjøres ved observasjoner og strøm og spredningssimuleringer at vannkvaliteten vil være omtrent like god som rentvannskravet i Drikkevannsforskriften både i dag og i fremtiden. Dvs. at den forurensende aktiviteten som foregår i nedbørfeltet, ikke påvirker dypvannet søndre del av Eikeren i nevneverdig grad.

2.5.2 Resultater fra de bakteriologiske undersøkelsene

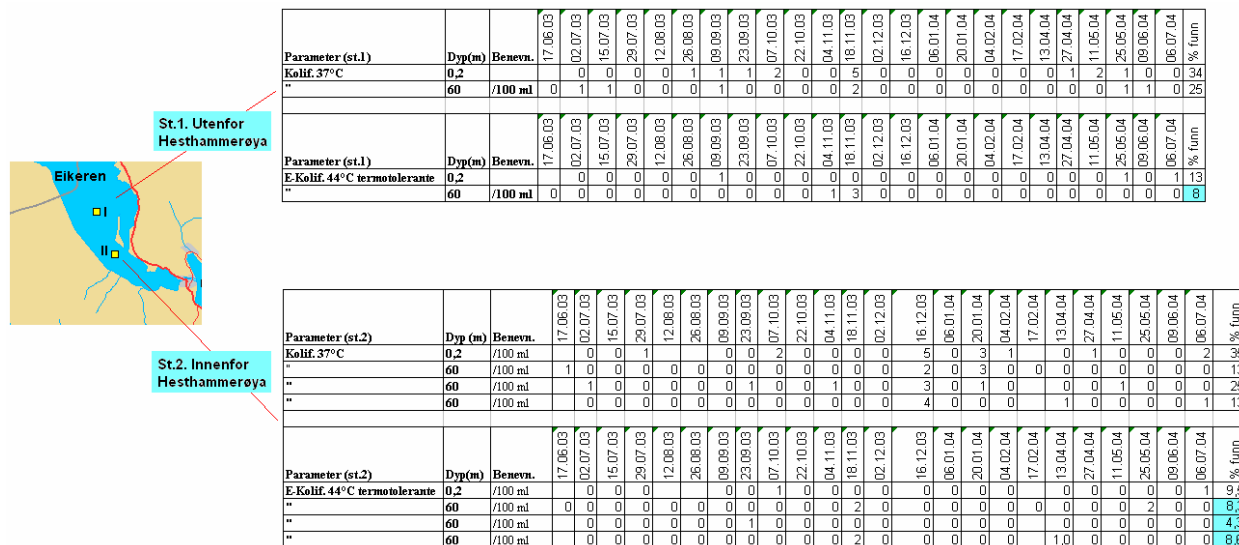
I gjeldende drikkevannsforskrift stilles det ikke noe konkret krav til innhold av bakterier i råvannet, kun til innhold i rentvannet. Det tillegges godkjenningmyndigheten å forlange renseutstyr alt etter hvilken risiko det er for ikke kravene til rentvann overholdes. Samtidig blir større vannverk vurdert strengere enn mindre vannverk. Dette er logisk da en smitekilde som spres via drikkevannet vil få mye større konsekvenser om mange smittes ved et stort vannverk enn om noen få smittes via et lite vannverk.

Da det er helsefaglig personell ved Mattilsynet som skal treffe avgjørelsen, presenterer vi primærtabellene i teksten slik de fremkommer fra laboratoriet. Vi knytter våre kommentarer til disse, uten å trekke noen konklusjoner.

Ved tidligere versjoner av drikkevannsforskriften forelå det krav til råvann i relasjon til hvilken vannbehandling man forlangte. I praksis benytter man disse langt på veg i dag også, men tabellene gav liten grad av fleksibilitet til å vurdere de ulike vannverkene i lys av størrelse og forurensningspotensiale i nedbørfeltene.

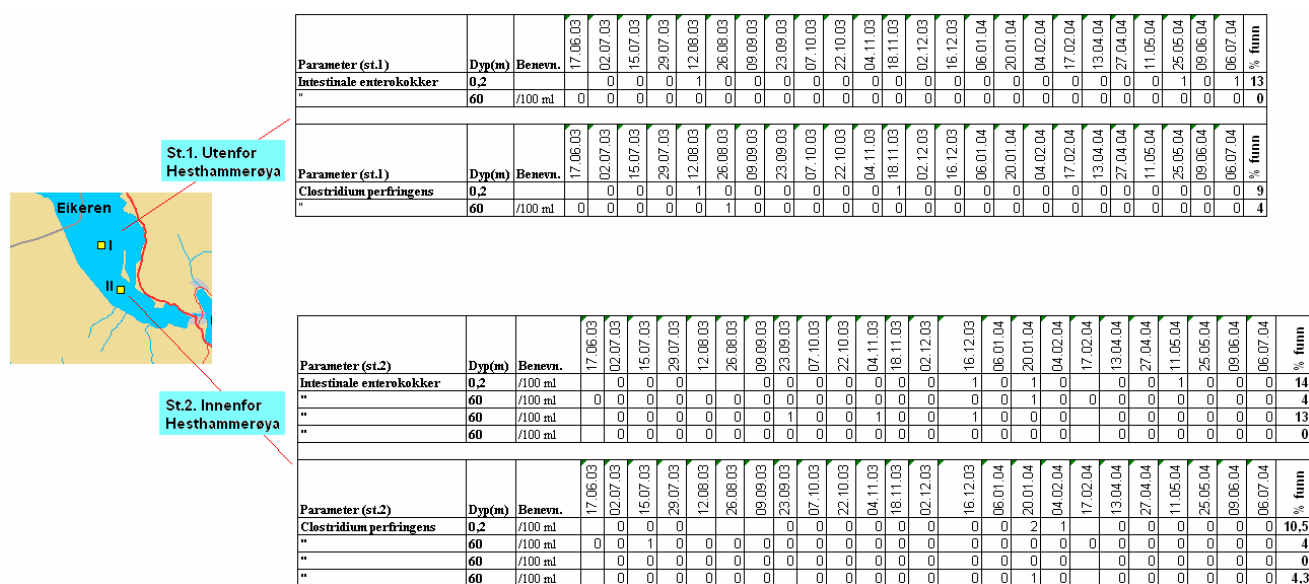
I SFT og Folkehelsas system for egnethetsvurdering av innsjøer til drikkevannsformål (SFT Veiledning 97:04) heter det at for termotolerante koliforme bakterier (hovedsakelig E.Coli) skal man ha tatt minst 10 prøver over en periode som dekker alle årstider. For at vannet skal være godt egnet til drikkevann med såkalt enkel vannbehandling, må minst 90 % av alle prøvene ha null TKB. Av de resterende prøvene skal ingen ligge høyere enn 10 TKB per 100 ml. Enkel vannbehandlig vil si finsiling, desinfisering og pH-justering.

Ser man på dypvannsprøvene fra Eikeren vist i **Figur 16**, fremgår det at begge stasjoner tilfredsstiller dette kravet. Ved stasjon 2, som er det mest aktuelle vann-inntaksstedet, er det tatt ut 3 prøveserier ved hvert av de 24 prøvetakingstoktene. Alle seriene tilfredsstiller det retningsgivende kravet om at mindre enn 10 % av prøvene skal inneholde TKB, se de blå feltene til høyre i figuren. Høyeste TKB funn ved disse prøveseriene er 2 bakterier per 100 ml vann.



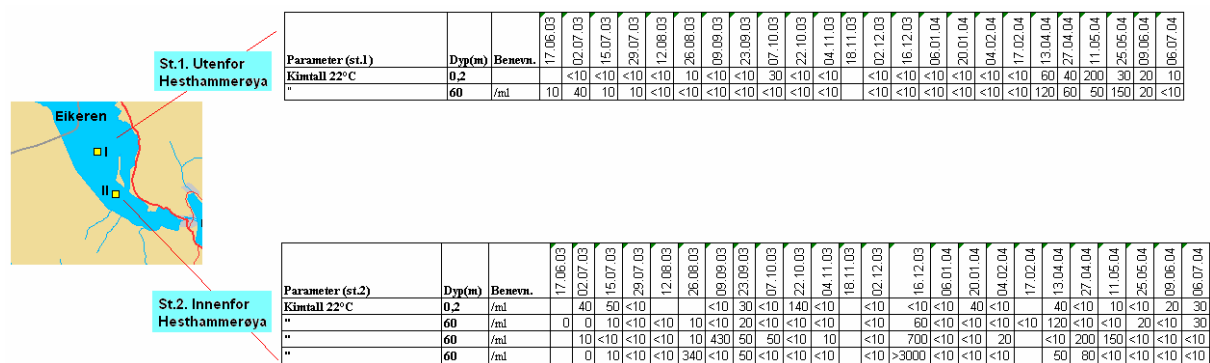
Figur 16. Koliforme bakterier ved de to stasjonene i Eikeren. Overflatevann og dypvann (60 m).

Figur 17 viser innhold av intestinale enterokokker samt *Clostridium perfringens*. Begge disse skal heller ikke finnes i rentvannet. I dypvannet ved de to stasjonene ble de påvist i langt mindre enn 10 % (0-4%) av prøvene og da i maksimalt 1-2 bakterier per 100 ml. Forekomsten av disse bakteriene er så lave at de neppe er større enn det som finnes i upåvirkede innsjøer.



Figur 17. Konsentrasjoner av intestinale enterokokker samt *Clostridium perfringens* ved de to stasjonene i Eikeren. Overflatevann og dypvann (60 m).

Figur 18 viser konsentrasjoner av kimtallbakterier ved de to stasjonene. Kimtall er et relativt mål på heterotrofe bakterier (lever av å bryte ned organisk materiale). I naturlig, næringsfattig innsjøvann er kimtallet alltid mindre enn 100 bakt per ml. Ved forurensning fra kloakk og husdyr øker det kraftig. I drikkevann skal kimtallet helst ikke overskride 100 per ml. Hvis kimtallet blir større enn 100 per ml, skal man finne kilden og om nødvendig gjøre tiltak.



Figur 18. Konsentrasjoner av Kimtallbakterier i Eikerens ved de to stasjonene, overflatevann og dypvann fra det aktuelle inntaksområdet.

Ved de aller fleste observasjonene ligger kimtallet under deteksjonsgrensa på 10 bakterier per ml. Den 16/12-03 hadde man høye kimtall i dypvannet ved stasjon 2. Dette kan trolig ha sammenheng med at fullsirkulasjon inntreffer ved dette tidspunktet. Det var store variasjoner mellom de tre uttakene fra denne prøven, og det er selvsagt en viss mulighet for at de høyeste verdiene skyldes kontaminering og feilanalyse. Denne antakelsen kan forsterkes av at påvirkningen var kortvarig. Ved foregående observasjon (2/12) og etterfølgende observasjon (6/1) var konsentrasjonen nede i <10 kimtallbakt/ml igjen.

En konstaterer at jamt over er kimtallene svært lave, men at enkelte observasjoner er høyere enn 100 per ml. Forekomster mer enn 100 per ml observeres i mindre enn 10 % av prøvene. Dvs. 90-persentilen tilfredsstillende rentvannskravet i drikkevannsforskriften.

De bakteriologiske resultatene fra undersøkelsene i 2003 og 2004 med i alt 96 prøver fra dypvannet i drikkevannuttaksområdet har gitt et mye sikrere bilde av hvordan man kan forvente at råvannskvaliteten til det nye Eikerensvannverket vil bli. Det ble funnet noe mindre bakterier i dypvannet denne gangen enn ved forrige undersøkelse (Berge 2001). De gode resultatene bekrefter strøm og spredningssimuleringene som ble foretatt for noen år siden (Tjomsland og Berge 1999), som konkluderte med at det var svært liten sjans for bakterieforurensning av et inntak på 60 m dyp ved Hesthammerøya.

Som en oppsummering på de bakteriologiske observasjonene i 2003 og 2004 vurderer NIVA at Eikerens dypvann er godt sikret mot forurensninger, og tilfredsstillende normene for enkel vannbehandling nedfelt i tidligere versjoner av drikkevannsforskriften. Basert på det foreliggende materialet fra denne undersøkelsen, og fra tidligere data, synes det ikke være behov for fullrensning av vannet. NIVAs vurdering er basert på gjeldende og tidligere drikkevannsforskrift og normer, samt hva som er vanlig ved andre store vannverk. Vurderingen er ikke basert på noen helsemessig risikoanalyse utover dette, noe NIVA ikke har kompetanse til å foreta.

2.6 Parametre i Drikkevannsforskriftens tabell 3.1

Råvannet er ved 4 anledninger undersøkt etter drikkevannsforskriftens "utvidet rutinekontroll", dvs. at det i tillegg analyseres med hensyn på parametrene i tabell 3.1 for planlagt drikkevannsinntak (stasjon II på 60 m dyp). Resultatene er gitt i **Tabell 4**.

Måleverdiene var alle under drikkevannsforskriftens normer.

Tabell 4. Analyseresultater av parametre i drikkevannsforskriftens tabell 3.1. Utvidet rutinekontroll.

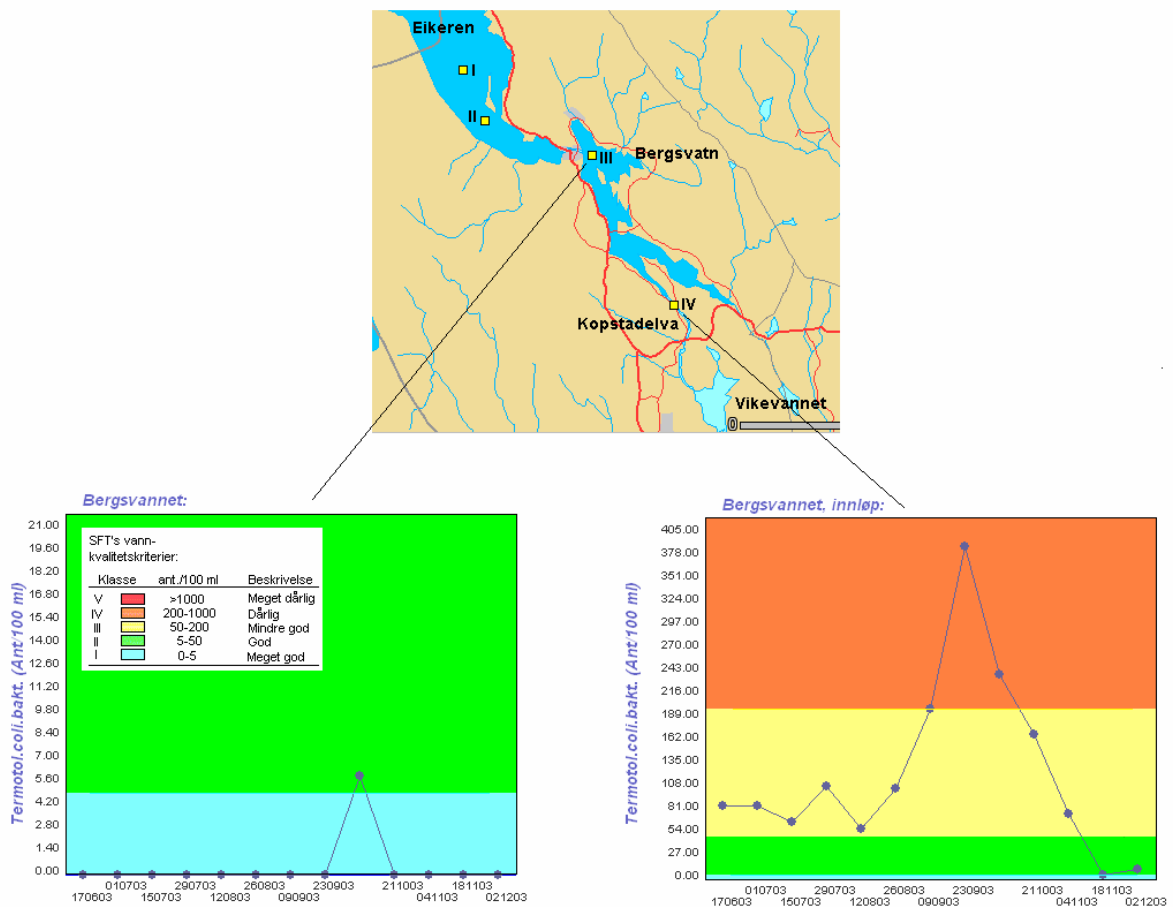
parameter	enhet	grense	1.7.03	9.9.03	16.12.03	26.05.2004
1,2-DIKLOR	µg/l	3	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
AL-IAES	µg/l	200	96	30	38	30
N-NH4-AA	µgN/l	500	2,6	7,4	5,7	11
SB-IMS	µg/l	5	0,22	0,27	0,19	0,25
AS-IMS	µg/l	10	0,46	0,12	0,15	0,06
BENZEN	µg/l	1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
PAH-BPYREN	ng/L	10	<10	<10	<10	<10
PB-IMS	µg/l	10	2,1	0,26	0,85	0,16
B-IAES	mg/l	1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
CN-AA	µg/l	10	<1.0	<1	<1,0	<1
F-POT	mgF/l	1,5	0,19	0,17	0,17	0,16
FE-IAES	µg/l	200	35	11	22	9
CD-IMS	µg/l	5	<0.05	<0.05	0,05	<0.05
CL-IC	mgCl/l	200	3,96	4,27	4,14	4,2
KOND-25	mS/m	250	5,92	6,12	6,13	6,22
CU-IMS	µg/l	100/1000	1,8	1,7	5,3	2,4
CR-IMS	µg/l	50	<0.5	<0.5	<0,5	<0,5
HG-AFS	ng/l	500	<5	<5	<5	<5
MN-IAES	µg/l	50		2,2	2	2
NA-IAES	mg/l	200	2,84	2,91	3,21	3,19
NI-IMS	µg/l	20	1,1	1,2	2,1	1,3
N-NO3-AA	µgN/l	10000	689	696	694	690
N-NO2-AA	µgN/l	50	1,7	<1	1,3	1,2
PH	pH	6.5-9.5	7.03	7.04	7.15	7.12
PC-LINURON	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-PROPAKL	ng/L	100	<10	<10	<10	<10
PC-ATRAZIN	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-A-DESET	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-SIMAZIN	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-MBUZIN	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-TBUTYLA	ng/L	100	<10	<10	<10	<10
PC-LINDAN	ng/L	100	<10	<10	<10	<10
PC-DDT-OP	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-DDT-PP	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-PERMITR	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-KLORFEN	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-FENITRO	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-FENVALE	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-PROPIKO	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-METALAX	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
Sum pesticider	ng/L	500	<25	<25	<25	<25
PAH-B-FLUO	ng/L		<10	<10	<10	<10
PAH-IPYREN	ng/L		<10	<10	<10	<10
PAH-PERYLE	ng/L		<10	<10	<10	<10
Sum PAH	ng/L	100	<10	<10	<10	<10
SE-IMS	µg/l	10	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
SO4-IC	mgSO4/l	100	6,3	6,3	6,1	6,1
TETRACHLOR	µg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
TRICHLORET	µg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sum kloretenner	µg/l	10	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
C-TOC	mgC/l	5	2,49	<0,5	2,55	3,47
CHLOROFORM	µg/l		<0.2	<0.02	<0.02	<0.02
BROMOFORM	µg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
DIBROMCHLO	µg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
BROMDICHLO	µg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sum trihalomet.	µg/l	50	<0.02	<0,02	<0,02	<0,02

2.7 Påvirkning fra Bergsvannet og vassdraget oppstrøms

Vassdraget oppstrøms er til dels svært eutroft, særlig i Hillestadvatneområdet. Det bedrer seg nedover mot Eikeren ved selvrensing i innsjøene. Det ble i denne sammenheng tatt prøver i hovedinnløpet til Bergsvannet (Kopstadelva) og fra Bergsvannet rett før vannet renner ut i Eikeren via kraftverkstunnel, se stasjonskartet i innledningen, **Figur 2**.

2.7.1 Bakterier fra ovenforliggende vassdrag

Figur 19 viser vannets innhold av termotolerante koliforme bakterier (TKB) i Bergsvannets innløp (Kopstadelva) og i nordre basseng før utløpet i Eikeren.



Figur 19. Konsentrasjon av termotolerante koliforme bakterier i innløpet til Bergsvannet (høyre panel), og utløpsbassenget i Bergsvatn (venstre panel).

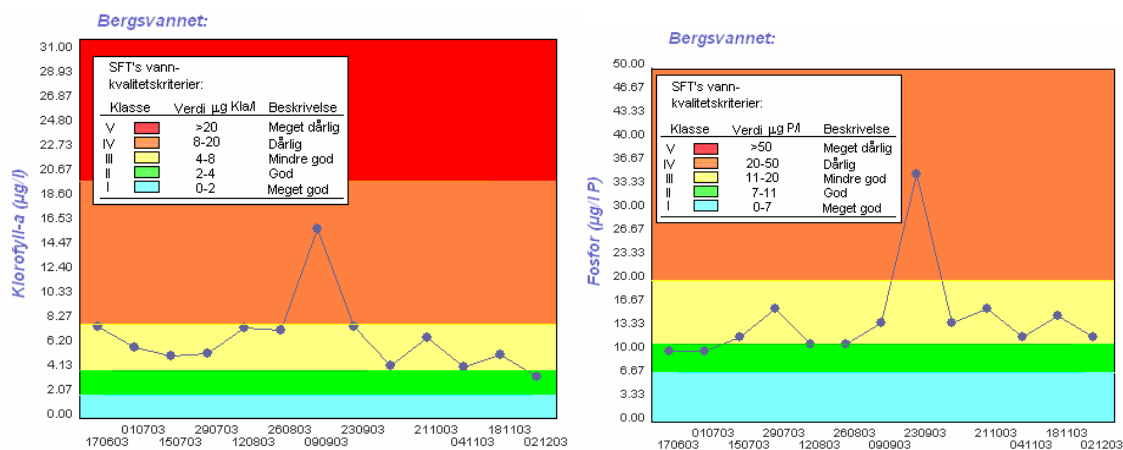
90 % av vanntilførselen til Bergsvatn kommer via Kopstadelva. Denne elva mottar renset avløp fra Hof sentrum og er bakterielt forurenset. Middelkonsentrasjonen er 124 TKB per 100 ml. I nordre basseng av Bergsvatn er midlere konsentrasjon av TKB bare 0,4 bakt per 100 ml. Det skjer altså en svært effektiv selvrensing mht bakterier på veien gjennom Bergsvatn, 99,6 % fjerning. I og med at resultatene fra st 3 (Bergsvatns nordre basseng) også inkluderer tilførsler fra utslippene fra RA i Vassbotn, er fjerningen av bakteriene fra Hof sentrum RA enda bedre enn 99,6 %. Innsjøer er meget effektive til å rense bakterier. Det å ha en serie innsjøer i hovedinnløpet, slik som Eikeren, er en meget god sikkerhet for en innsjø som skal nyttes til vannforsyning. Sammenliknet med for eksempel

Tyrifjorden og Mjøsa er Eikeren mye bedre sikret på denne måten. I Tyrifjorden slipper både Hønefossområdet og Jevnaketområdet ut til elver (hhv Storelva og Randselva) som drenerer direkte til Tyrifjorden uten retensjon i innsjøer. I Mjøsa skjer en masse utslipp direkte til sjøen, samt til Gubradslågen, Lena, Hunnselva, Brumunda, Svartelva, som også renner direkte til Mjøsa uten retensjon i innsjøer.

Bakterielt sett viser resultatene fra 2003 og 2004 at det nærmest bare er de direkte utslippene til selve Eikeren som er av betydning for drikkevannskvaliteten i Eikeren. Disse utslippene blir nå samlet og ført til RA med utslipp til Bergsvatn. Man bør forvente at dette ytterligere sikrer den bakteriologiske situasjonen i området for VIVs inntak i tiden fremover.

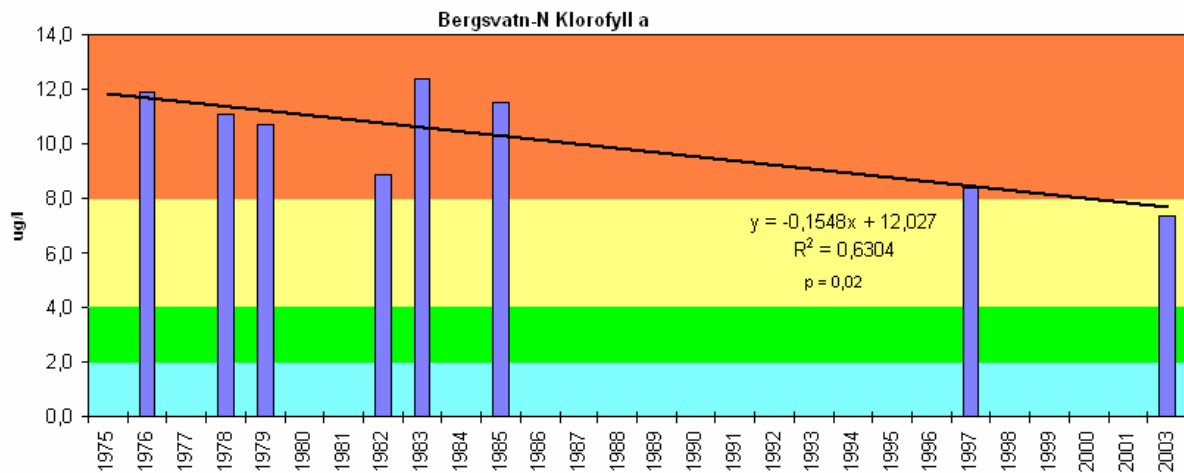
2.7.2 Næringsalter og eutrofieringstrussel fra ovenforliggende vassdrag

Figur 20 viser konsentrasjoner av total fosfor og algemengde gitt som klorofyll-a i det nordre bassenget til Bergsvannet fra 2003. En ser at dataene stort sett plasserer innsjøen i klasse 3: "Mindre god" for begge parametrene.

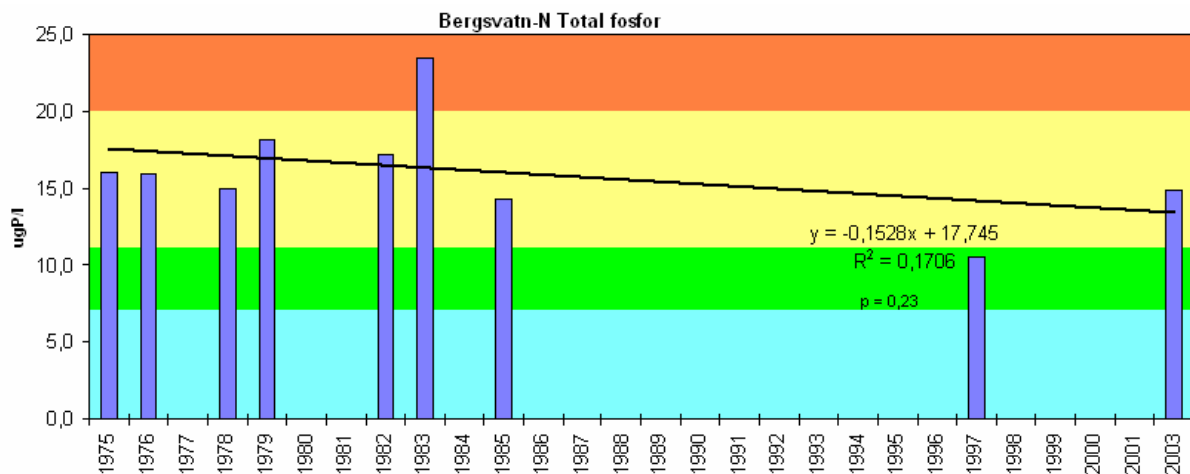


Figur 20. Konsentrasjon av fosfor (høyre panel) og algemengde gitt som klorofyll-a (venstre panel) i det nordre bassenget i Bergsvannet 2003.

Midlere konsentrasjoner over sommerhalvåret er hhv 14,9 µgP/l og 7,4 µg Kl-a/l. Hvordan vannkvaliteten i Bergsvatn har utviklet seg ses av **Figur 21** og **Figur 22**. En ser at algemengde viser en signifikant nedgang de siste 25 år, mens fosfor viser en svakere nedgang som ikke er statistisk signifikant. Klorofyll-a er regnet som en sikrere parameter for å angi eutrofisituasjonen på enn fosforanalyser. I og med at algeproduksjonen i Bergsvatn er fosforbegrenset (N:P = ca 125), viser resultatene at det er en bedring på gang i Bergsvatn mht eutrofiering.



Figur 21. Utvikling av algemengde i Bergsvatns norde basseng i de år vi har data fra. Algemengden viser en signifikant nedgang.



Figur 22. Utvikling av fosforkonsentrasjon i Bergsvatns nordre basseng for de årene vi har data fra. Utviklingen antyder en svak nedgang, som imidlertid ikke er statistisk signifikant.

Det synes med andre ord å være en bedring på gang i Eikerens hovedtilløp. Når man tar i betraktning at kloakken fra Eidsfoss sentrum og Orvika nå skal samles og ledes til RA i Vassbotn med utslipp til Bergsvatn, er det innlysende at man har liten grunn til å frykte eutrofieringsproblemer i Eikeren.

3. Litteratur

- Berge, D. 1991: Forurensningsutviklingen i drikkevannskilden Oppegårdtjernet i Frogn kommune – Årsakssammenheng. NIVA-Lnr 2533., 15 sider.
- Berge, D. 2001. Sammenstilling av overvåkingsdata fra Farrisvannet fra 1958 – 2001. NIVA-rapport Lnr 4542-2002, 23 sider.
- Berge, D. 2001: Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold. Oppdatere undersøkelse av hygieniske drikkevannsparemetre i Eikerens sydlige del 2001. NIVA-rapport Lnr. 4518: 25 sider.
- Berge, D. og P. Brettum 1999: Oppdaterende undersøkelse av Eikerenvassdraget 1997-1998. NIVA-rapport Lnr. 4011-1999: 85 sider.
- Berge, D. Tjomsland, T. Bækken, T. Brettum, P. Romstad, R. 2004: Utredning om Glitre - Tilstand og utvikling - overføring av nye felter - vanninntakets plassering - behov for nye beskyttelsestiltak, NIVA-rapport Lnr 4877: 116 sider
- Berge, D., H. Efraimsen, L. Lien og Åse Bakketun, 2000. Holsfjorden som ny drikkevannskilde for Oslo. Oppdaterende undersøkelse av bakterier og vannkjemi i Holsfjorden., NIVA-rapport Lnr 4216-2000: 37 sider.
- Bjerke, G., A. Erlandsen og K. Vennerød, 1978. Hydrografiske undersøkelser i Bergsvatn og Eikeren., Hovedfagsoppgave i Limnologi ved Univ. Oslo, Biol Inst, Limn. Avd., 136 sider.
- Dillon, P.J., and F. H. Rigler 1974. The Phosphorus – Chlorophyll relationship in lakes. Limnol. Oceanogr. Vol. 19., no.5: pp767-773.
- Drikkevannsforskriften 2004. Forskrift for vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften). D FOR 2001-12-04 nr 1372., Helsedirektoratet, Folkehelseavdelingen.
- Drikkevannsforskriften (forrige versjon). Forskrift om vannforsyning og Drikkevann mm. 1995. Sosial og Helsedepartementet, Oslo 1. februar 1995. 38 sider.
- Liltvedt, H., R. F. Wright og E. Gjessing, 2001. Kartlegging av fargeøkning i norsk overflatevann og mulige årsaker. Vann, nr 1, 2001: side 70-77.
- SFT Vannkvalitetskriterier. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04., TA-nummer 1468/1997. 31 sider.
- Tjomsland, T. og D. Berge 1999: Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold: Mulig bakteriell påvirkning av VIVs planlagte drikkevannsinntak på 70 m dyp i sørenden av Eikeren., NIVA-rapport Lnr 4148-99., 35 sider.

4. Primærtabeller

Tabell 5. Temperatur og siktedyp i Eikeren 2003

		st.1	temperatur, st.1					st.2	temperatur, st.2				
dato	anm.	sikt	1m	3m	6m	9m	60m	sikt	1m	3m	6m	9m	60m
17. jun.		7,5	13,8	13,8	13,8	6,8	4,0	7,0	13,8	13,8	9,8	7,0	4,0
1. jul.	tab. 3.1	9,0	16,1	16,0	15,7	12,1	4,0	8,0	16,1	16,0	15,7	11,9	4,1
15. jul.		8,0	19,4	18,2	17,0	15,8	4,3	8,0	18,7	18,0	17,2	14,8	4,2
29. jul.		9,0	19,2	19,5	19,0	16,5	5,0	8,0	19,5	19,5	19,5	18,0	4,5
12. aug.		9,0	21,1	21,1	20,5	20,5	4,2	8,0	20,5	21,0	20,6	20,5	4,5
26. aug.		10,0	18,9	18,7	18,2	18,0	4,5	9,0	18,0	18,0	18,0	18,0	4,2
9. sep.	tab. 3.1	9,5	15,0	15,1	15,0	15,0	4,1	9,0	15,2	15,1	15,1	15,1	4,2
23. sep.		9,0	13,8	13,8	13,8	13,6	4,6	8,0	13,8	13,6	13,6	13,5	5,0
7. okt.		-	10,5	10,5	10,5	10,5	4,1	-	10,4	10,4	10,4	10,4	4,0
21. okt.		9,0	8,9	8,9	8,9	8,9	4,1	9,0	8,9	8,9	8,9	8,9	4,0
4. nov.		8,0	6,9	6,9	6,9	6,9	4,2	8,0	6,9	6,9	6,9	6,9	4,2
18. nov.		9,7	6,2	6,2	6,2	6,2	4,2	9,7	6,2	6,2	6,2	6,2	4,2
2. des.		10,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,2	10,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,0

Tabell 6. Fysisk kjemiske primærdata fra Eikeren 2003 og 2004 fra St.1 0-10 m dyp.

Eikeren 2003-2004 St. 1 0-10 m

Parameter	Dato	37789	37804	37817	37831	37845	37859	37873	37887	37901	37916	37929	37943	37957	37971	37992	38006	38021	38034	38090	38104
Kolif. 37°C	/100 ml																				
E-Kolif. 44°C termotolerante	/100 ml																				
Intestinale enterokokker	/100 ml																				
Clostridium perfringens	/100 ml																				
Kimfall 22°C	/ml																				
pH, surhetsgrad		7,1	7,3	7,2	7,3	7,1	7,1	7	6,9	7,3	7,4	7,3	7,3	7,3	7,3	7,2	7,2	6,8	7,2	7	7
Farge, mg Pt/l		14	14	10	10	6	7	7	10	9	9	9	9	10	9	12	11	11	9	11	11
Turbiditet		0,55	0,45	0,4	0,3	0,35	0,36	0,31	0,33	0,31	0,24	0,31	0,25	0,22	0,43	0,4	0,37	0,34	0,28	0,24	0,32
Konduktivitet v/25C	mS/m	6,5	6,5	7,3	6,4	6,4	6,5	6,1	6,4	6,9	6,3	6,9	6,5	6,8	6,1	6,6	6,7	5,5	5,5	6,1	6,8
UV-Transmisjon 5cm kvvette	%	37	38,1	38,9	38,5	40	40,7	44,2	41,4	42,6	42,1	42,5	42	40,9	41,1	43	41,6	41,5	<0,002	39,7	40,2
Ammonium-nitrogen	mg N/l		0,002	<0,002	0,002	0,005	0,013	0,01	0,004	0,007	0,015	0,009	0,003	0,012	0,005	0,024	0,037	<0,002	0,006	0,009	<0,002
Toatl fosfor	mg P/l	0,009	0,006	0,006	0,017	0,011	0,005	0,008	0,004	<0,002	0,01	0,007	0,003	0,007	0,007	0,005	0,012	0,007	0,77	0,008	0,011
Total nitrogen	mg N/l	0,61	0,69	0,8	0,82	0,81	0,8	0,84	0,78	0,87	0,74	0,69	0,75	0,83	0,98	0,71	0,95	0,82	0,83	0,75	0,77
Klorofyll a	µg/l	1,5	1,9	1,1	0,96	1,5	2,7	1,3	0,6	1,4	0,3	0,9	0,5	0,4	0,2	0,08	0,09	0,41		0,67	0,97
TOC		3																			

Parameter	Dato	38118	38132	38147	38174
Kolif. 37°C	/100 ml				
E-Kolif. 44°C termotolerante	/100 ml				
Intestinale enterokokker	/100 ml				
Clostridium perfringens	/100 ml				
Kimfall 22°C	/ml				
pH, surhetsgrad		7	7	7	6,8
Farge, mg Pt/l		15	12	9	11
Turbiditet		0,44	0,65	0,58	0,47
Konduktivitet v/25C	mS/m	6,1	6,2	6,2	5,3
UV-Transmisjon 5cm kvvette	%	29,4	33,6	39,5	39,8
Ammonium-nitrogen	mg N/l	0,009	0,007	<0,002	0,01
Toatl fosfor	mg P/l	0,004	0,011	0,006	0,005
Total nitrogen	mg N/l	0,81	0,87	0,84	0,81
Klorofyll a	µg/l	1,6	1	0,71	0,05
TOC					

Tabell 7. Bakteriologiske resultater fra overflatesjiktet ved st. 1: 0,2 m
St1. 0,2m

		17.06.03	02.07.03	15.07.03	29.07.03	12.08.03	26.08.03	09.09.03	23.09.03	07.10.03	22.10.03	04.11.03	18.11.03	02.12.03	16.12.03	06.01.04	20.01.04	04.02.04	17.02.04	13.04.04	27.04.04	11.05.04	25.05.04	09.06.04	06.07.04
Kolif. 37°C	/100 ml		0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0
E-Kolif. 44°C termotolerante	/100 ml		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Intestinale enterokokker	/100 ml		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Clostridium perfringens	/100 ml		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kimtall 22°C	/ml		<10	<10	<10	<10	10	<10	<10	30	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	60	40	200	30	20	10

Tabell 8. Bakteriologiske og kjemiske data fra Eikeren st1. 60 m dyp

St.1. 60m

Parameter	Dato	17.06.03	02.07.03	15.07.03	09.09.03	23.09.03	07.10.03	22.10.03	04.11.03	18.11.03	02.12.03	16.12.03	06.01.04	20.01.04	04.02.04	17.02.04	13.04.04	27.04.04	11.05.04
Kolif. 37°C	/100 ml	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Kolif. 44°C termotolerante	/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intestinale enterokokker	/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clostridium perfringens	/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kimfall 22°C	/ml	10	40	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	120	60	50
pH, surhetsgrad		7,3	7	6,9	7,2	6,8	6,7	6,8	7,1	7,2	7,2	7,2	7,1	7,2	6,8	7,2	7,0	7	7
Farge, mg Pt/l		12	14	9	10	7	9	10	11	10	10	11	10	14	11	9	11	11	10
Turbiditet	FNU	0,65	0,26	0,25	0,25	0,43	0,19	0,25	0,3	0,14	0,21	0,26	0,41	0,34	0,27	0,26	0,33	0,3	0,3
Konduktivitet v/25C	mS/m	6,8	8,6	6,7	6,4	6,5	6,1	6,3	7	6,4	7	6,6	6,8	6,5	6,4	5,5	6,9	6,7	6,7
UV-Transmisjon 5cm kyvette	%	37,6	40,4	41,5	38,5	40,2	44,5	41,4	42,4	42,9	42,4	42,4	41,1	43,8	42,1	42,7	42,8	38,8	39,6
Ammonium-nitrogen	mg N/l	0,002	0,003	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	0,006	0,003	0,15	0,003	<0,002	0,003	0,009	0,019	<0,002	<0,002	0,006	0,003
Toatl fosfor	mgP/l	0,007	0,0007	0,006	0,003	0,013	0,007	0,006	0,008	0,012	0,009	0,005	0,008	0,006	0,007	0,006	0,004	0,010	0,009
Total nitrogen	mgN/l	0,58	0,71	0,77	0,83	0,82	0,91	0,83	0,84	0,91	0,78	0,74	0,79	0,68	0,76	0,75	0,78	0,72	0,72
Klorofyll a	µg/l																		
TOC		2,8																	

Parameter	Dato	15.05.04	09.06.04	09.07.04
Kolif. 37°C	/100 ml	1	1	0
E-Kolif. 44°C termotolerante	/100 ml	0	0	0
Intestinale enterokokker	/100 ml	0	0	0
Clostridium perfringens	/100 ml	0	0	0
Kimfall 22°C	/ml	150	20	<10
pH, surhetsgrad		6,9	7	6,8
Farge, mg Pt/l		12	10	9
Turbiditet	FNU	0,34	0,37	0,57
Konduktivitet v/25C	mS/m	5,7	5,9	6,2
UV-Transmisjon 5cm kyvette	%	39,1	40,5	40,5
Ammonium-nitrogen	mg N/l	0,002	0,005	<0,002
Toatl fosfor	mgP/l	0,003	0,01	0,008
Total nitrogen	mgN/l	0,74	0,82	0,84
Klorofyll a	µg/l			
TOC				

Tabell 9. Fysisk kjemiske analyseresultater fra Eikerens overflatelag St.2 0-10 m blandprøve.

Parameter	Dato	17.06.03	02.07.03	15.07.03	29.07.03	12.08.03	26.08.03	09.09.03	23.09.03	07.10.03	22.10.03	04.11.03	18.11.03	02.12.03	16.12.03	06.01.04	20.01.04	04.02.04	17.02.04	13.04.04
pH, surhetsgrad			7,3	7,6	7,4	7,1	7,1	7,1	7	7,3	7,4	7,3	7,3	7,2	7,2	7,2	7,2	6,9	7,2	7,1
Farge, mg Pt/l			12	9	10	7	7	8	10	10	9	10	8	10	10	17	13	9	9	11
Turbiditet			0,42	0,57	0,27	0,34	0,33	0,3	0,41	0,31	0,23	0,3	0,3	0,23	0,63	0,35	0,47	0,28	0,28	0,26
Konduktivitet v/25C			6,4	7	6,6	6,3	6,42	6,1	6,4	7	6,3	6,5	6,6	6,8	6,6	6,4	6,4	5,5	5,5	6,2
UV-Transmisjon 5cm kyvette			37	38,5	38,6	40,1	40	44	41,3	42,2	42,6	42,3	41,7	40,4	39,6	43,1	39,4	41,7	42	40,9
Ammonium-nitrogen			0,002	<0,002	<0,002	0,019	0,019	0,007	0,005	0,017	0,021	0,013	0,006	0,015	0,013	0,003	0,002	<0,002	<0,002	0,005
Total fosfor			0,008	0,008	0,013	0,008	0,003	0,008	0,004	0,008	0,009	0,008	0,002	0,007	0,008	0,004	<0,002	0,007	0,006	0,009
Total nitrogen			0,6	0,7	0,75	0,85	0,83	0,84	0,81	0,76	0,86	0,66	0,75	0,82	0,98	0,82	0,98	0,86	0,77	0,76
Klorofyll a			1,4	1,9	0,98	1,0	1,4	0,6	1,2	1,4	0,1	0,7	0,5	0,3	0,3	0,09	0,08	0,35	0,83	0,68
TOC			2,9																	

Parameter	Dato	27.04.04	11.05.04	25.05.04	09.06.04	06.07.04
pH, surhetsgrad		7,1	7	7,1	7	6,9
Farge, mg Pt/l		11	13	11	10	10
Turbiditet		0,33	0,43	0,51	0,44	0,35
Konduktivitet v/25C		6,8	5,9	5,9	6,1	6,9
UV-Transmisjon 5cm kyvette		38	36,7	39,9	39,4	38,7
Ammonium-nitrogen		<0,002	0,005	<0,002	<0,002	0,002
Total fosfor		0,009	0,002	0,009	0,006	0,006
Total nitrogen		0,78	0,79	0,81	0,8	0,83
Klorofyll a		0,66	0,05	0,74	0,07	1,4
TOC						

Tabell 10. Bakteriologiske analyseresultater fra Eikerens overflatelag St.2 0,2 m

Parameter	Dato	17.06.03	02.07.03	15.07.03	29.07.03	12.08.03	26.08.03	09.09.03	23.09.03	07.10.03	22.10.03	04.11.03	18.11.03	02.12.03	16.12.03	06.01.04	20.01.04	04.02.04	25.05.04	09.06.04	06.07.04
Kolif. 37°C	/100 ml		0	0	0	1		0	0	2	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	2
E-Kolif. 44°C termotolerante	/100 ml		0	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Intestinale enterokokker	/100 ml		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Clostridium perfringens	/100 ml		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kimfall 22°C	/ml		40	50	<10			<10	30	<10	140	<10	<10	<10	<10	40	<10	<10	<10	20	30

Tabell 11. Fysisk-kjemiske og bakteriologiske analyseresultater fra dypvannet (60 m) ved det planlagte drikkevannsinntaket (St2. 0,2m)

Parameter	Dato	17.06.03	02.07.03	15.07.03	29.07.03	12.08.03	26.08.03	09.09.03	23.09.03	07.10.03	22.10.03	04.11.03	18.11.03	02.12.03	16.12.03	06.01.04	20.01.04	04.02.04	17.02.04	13.04.04
Kolif. 37°C	/100 ml	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0
"			1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	1	0		0
"			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0		1
E-Kolif. 44°C termotolerante	/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
"			0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
"			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		1,0
Intestinale enterokokker	/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
"			0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0		0
"			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Clostridium perfringens	/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
"			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
"			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
"			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		0
Kimtall 22°C	/ml	0	10	<10	<10	<10	10	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10	60	<10	<10	<10	<10	120
"			10	<10	<10	<10	10	430	50	50	<10	10		<10	700	<10	<10	20	<10	<10
"			0	10	<10	<10	340	<10	50	<10	<10	<10		<10	>3000	<10	<10	<10	<10	50
pH, surhetsgrad		7,3	7	6,9	7	7	7	7	7	7	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,1	7,2	6,8	7,2	7
Farge, mg Pt/l		12	12	10	12	7	8	9	10	13,0	9	10	9	9	10	12	13	10	9	10
Turbiditet	mgPt/l	0,8	0,25	0,28	0,23	0,25	0,33	0,27	0,95	0,3	0,26	0,24	0,33	0,2	0,46	0,3	0,52	0,31	0,26	0,29
Konduktivitet v/25C	mS/m	6,2	6,3	7,2	6,5	6,4	6,3	6,2	6,3	7,0	6,3	6,3	6,6	6,8	6,3	6,5	6,7	5,5	5,5	6,1
UV-Transmisjon 5cm kvvette	%	37,2	40,8	41,5	39,5	40,6	40,1	43,9	40,3	41,9	43	42,5	42,5	40,9	39,7	44	41,5	42,6	42,8	40,9
Ammonium-nitrogen	mg N/l	0,008	0,006	<0,002	<0,002	<0,002	0,03	0,012	0,003	0	0,082	0,012	<0,002	0,007	0,032	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,004
Toat fosfor	mgP/l	0,61	0,65	0,009	0,018	0,01	0,005	0,007	0,015	<0,002	0,009	0,011	0,002	0,007	0,007	0,006	0,008	0,007	0,004	0,009
Total nitrogen	mgN/l		0,77	0,83	0,83	0,85	0,81	0,83	0,81	0,9	0,86	0,7	0,82	0,88	1,1	0,67	0,92	0,84	0,75	0,74
Klorofyll a	µg/l	2,6																		
TOC																				

Tabell 11. forst.

Parameter	Dato					
Kolif. 37°C	/100 ml	0	0	0	0	06.07.04
"		0	1	0	0	0
"		0	0	0	0	1
E-Kolif. 44°C termotolerante	/100 ml	0	0	2	0	0
"		0	0	0	0	0
"		0	0	0	0	0
Intestinale enterokokker	/100 ml	0	0	0	0	0
"		0	0	0	0	0
"		0	0	0	0	0
Clostridium perfringens	/100 ml	0	0	0	0	0
"		0	0	0	0	0
"		0	0	0	0	0
Kimtall 22°C	/ml	<10	<10	20	<10	30
"		200	150	<10	<10	<10
"		80	<10	<10	<10	<10
pH, surhetsgrad		7	6,9	6,9	6,8	6,6
Farge, mg Pt/l	mgPt/l	11	12	10	10	10
Turbiditet	FNU	0,33	0,34	0,31	0,45	0,25
Konduktivitet v/25C	mS/m	6,8	5,7	6	6,1	6,7
UV-Transmisjon 5cm kyvette	%	38	39,1	41,3	39,9	41,8
Ammonium-nitrogen	mg N/l	<0,002	0,002	0,004	<0,002	0,002
Toatl fosfor	mgP/l	0,009	0,003	0,008	0,008	0,006
Total nitrogen	mgN/l	0,78	0,74	0,8	0,85	0,84
Klorofyll a	µg/l	0,66				
TOC						

Tabell 12.Data fra Bergsvatn 0-4m blandprøve

Dato	Tot-P µg/l P	Term.stab. Koli ant/100ml	Klorofyll-a µg/l
20030617	10	0	7,7
20030701	10	0	6
20030715	12	0	5,3
20030729	16	0	5,5
20030812	11	0	7,6
20030826	11	0	7,4
20030909	14	0	16
20030923	35	0	7,7
	14	6	4,4
20031021	16	0	6,8
20031104	12	0	4,3
20031118	15	0	5,4
20031202	12	0	3,5

Tabell 13. termotolerante koliforme bakterier i Bergsvatns hovedinnløp, Kopstadelva

Dato	T.Koli.bakt ant/100ml
20030617	86
20030701	86
20030715	67
20030729	110
20030812	59
20030826	106
20030909	200
20030923	390
	240
20031021	170
20031104	77
20031118	5
20031202	12

Tabell 14. Analyseresultater av parametre i drikkevannsforskriftens tabell 3.1. (St.2. 60m)

parameter	enhet	grense	1.7.03	9.9.03	16.12.03	26.05.2004
1,2-DIKLOR	µg/l	3	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
AL-IAES	µg/l	200	96	30	38	30
N-NH4-AA	µgN/l	500	2,6	7,4	5,7	11
SB-IMS	µg/l	5	0,22	0,27	0,19	0,25
AS-IMS	µg/l	10	0,46	0,12	0,15	0,06
BENZEN	µg/l	1	<0.02	<0,02	<0,02	<0,02
PAH-BPYREN	ng/L	10	<10	<10	<10	<10
PB-IMS	µg/l	10	2,1	0,26	0,85	0,16
B-IAES	mg/l	1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
CN-AA	µg/l	10	<1.0	<1	<1,0	<1
F-POT	mgF/l	1,5	0,19	0,17	0,17	0,16
FE-IAES	µg/l	200	35	11	22	9
CD-IMS	µg/l	5	<0.05	<0,05	0,05	<0,05
CL-IC	mgCl/l	200	3,96	4,27	4,14	4,2
KOND-25	mS/m	250	5,92	6,12	6,13	6,22
CU-IMS	µg/l	100/1000	1,8	1,7	5,3	2,4
CR-IMS	µg/l	50	<0.5	<0.5	<0,5	<0,5
HG-AFS	ng/l	500	<5	<5	<5	<5
MN-IAES	µg/l	50		2,2	2	2
NA-IAES	mg/l	200	2,84	2,91	3,21	3,19
NI-IMS	µg/l	20	1,1	1,2	2,1	1,3
N-NO3-AA	µgN/l	10000	689	696	694	690
N-NO2-AA	µgN/l	50	1,7	<1	1,3	1,2
PH	pH	6.5-9.5	7,03	7,04	7,15	7,12
PC-LINURON	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-PROPAKL	ng/L	100	<10	<10	<10	<10
PC-ATRAZIN	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-A-DESET	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-SIMAZIN	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-MBUZIN	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-TBUTYLA	ng/L	100	<10	<10	<10	<10
PC-LINDAN	ng/L	100	<10	<10	<10	<10
PC-DDT-OP	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-DDT-PP	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-PERMITR	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-KLORFEN	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-FENITRO	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-FENVALE	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-PROPIKO	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
PC-METALAX	ng/L	100	<25	<25	<25	<25
Sum pesticider	ng/L	500	<25	<25	<25	<25
PAH-B-FLUO	ng/L		<10	<10	<10	<10
PAH-IPYREN	ng/L		<10	<10	<10	<10
PAH-PERYLE	ng/L		<10	<10	<10	<10
Sum PAH	ng/L	100	<10	<10	<10	<10
SE-IMS	µg/l	10	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
SO4-IC	mgSO4/l	100	6,3	6,3	6,1	6,1
TETRACHLOR	µg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
TRICHLORET	µg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sum kloretenner	µg/l	10	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
C-TOC	mgC/l	5	2,49	<0,5	2,55	3,47
CHLOROFORM	µg/l		<0.2	<0,02	<0,02	<0,02
BROMOFORM	µg/l		<0.02	<0,02	<0,02	<0,02
DIBROMCHLO	µg/l		<0.02	<0,02	<0,02	<0,02
BROMDICHLO	µg/l		<0.02	<0,02	<0,02	<0,02
Sum trihalomet.	µg/l	50	<0.02	<0,02	<0,02	<0,02