

Overvåking av Hillestadvannet og deler av Eikerenvassdraget i 2013



RAPPORT

Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

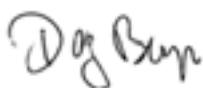
NIVA Region Vest

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

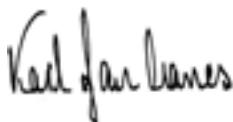
NIVA Region Midt-Norge

Høgskoleringen 9
7034 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel		Løpenr. (for bestilling)	Dato
Overvåking av Hillestadvannet og deler av Eikerenvassdraget i 2013		6616-2014	16.01.2014
		Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
		13292	25
Forfatter(e)		Fagområde	Distribusjon
Dag Berge		VRF	fri
		Geografisk område	Trykket
		Vestfold	NIVA
Oppdragsgiver(e)			Oppdragsreferanse
EVIKS – Eikerenvannverket IKS og Hof kommune			Tanja Breyholtz/Lise Irene Karlsen
Sammendrag			
<p>Det ble funnet høye konsentrasjoner (30-40 µg/l) av alggiften microcystin i Hillestadvannet både i juli og august, 3-4 ganger høyere enn normen for badevann. Det ble ikke funnet saxotoxiner, anatoxiner eller cylindrospermopsin. Imidlertid ble det observert en stor biomasse av blågrønnalgen <i>Aphanizomenon sp.</i>, og det ble vist ved dyrkingsforsøk at noen av disse produserte nervegiften, saxotoxin. Etter fiskedøden i 2012 var det flere symptomer som pekte mot at alggifter av nervegifttypen kunne være årsaken. Mer enn 95 % av algebiomassen i Hillestadvannet i 2013 bestod av blågrønnalger, med <i>Microcystis</i>, <i>Dolichospermum (Anabaena)</i> og <i>Aphanizomenon</i> som viktigste slekter. Vannkvaliteten ble karakterisert som svært dårlig, både etter SFT's gamle system og etter det nye systemet i vannforskriften. Statistisk analyse tydet ikke på at det hadde vært noen negativ vannkvalitetsutvikling i Hillestadvannet siden overvåkingen startet i 1974 og fram til i dag. I Bergsvannet var vannkvaliteten moderat. Heller ikke her var det noen signifikant endring av vannkvaliteten over de siste 40 åra. I Eikeren lå vannkvaliteten i beste klasse, svært god vannkvalitet. Her kunne man imidlertid spore en signifikant økning av algmengden og tilsvarende reduksjon i siktedypet over den 40-årige overvåkingsperioden. Datamaterialet kan tyde på at hovedårsaken til denne utviklingen kan ligge i Eikerens lokale nedbørfelt, og ikke i vassdraget oppstrøms. Man kan imidlertid ikke frikjenne tilrenningen fra oppstrømsvassdraget som medvirkende årsak, siden Eikeren har lang oppholdstid og reagerer sakte.</p>			
Fire norske emneord		Fire engelske emneord	
1. Eutrofiering		1. Eutrophication	
2. Overvåking		2. Monitoring	
3. Algegifter		3. Algal toxins	
4. Eikerenvassdraget		4. The Eikeren water course	



Dag Berge
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Thorjorn Larsen
Forskningsdirektor

Norsk institutt for vannforskning
Oslo

Overvåking av Hillestadvannet og deler av Eikerenvassdraget 2013

Oslo 16.01.2014

Saksbehandler: Dag Berge
Medarbeidere: Birger Skjelbred
Jan Wallace (VIV)

Forord

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag av EVIKS (Eikerenvannverket IKS) og Hof kommune.

Hillestadvannet synes å være «fødestedet» for blågrønnalgeproblemene i Eikerenvassdraget hvert år. På møtet i Hof (10.10.2012) etter fiskedøden i Hillestadvannet i september/oktober, ble det reist spørsmål om det ikke kunne være av verdi og holde oppsyn med utviklingen i Hillestadvannet gjennom et overvåkingsprogram som går hvert år, og om dette nærmest kan gi en «føre-var-pekepinn» for utviklingen i resten av det nedenforliggende vassdrag. EVIKS har Hillestadvannet på sin nåværende overvåkingsplan hvert 5. år, mens de driver overvåking i Eikeren hvert år. Det utarbeides imidlertid rapport bare hvert 5. år også for Eikeren.

Etter ønske har vi i denne rapporten også tar med data fra de andre stasjonene i Eikerenvassdraget som overvåkes hvert år, dvs. Eikeren og Bergsvannet i Eidsfoss.

Feltarbeidet er utført av VIV (Vestfold interkommunale vannverk) under ledelse av Jan Wallace, de kjemiske analysene er utført av Vestfold Lab AS på Sem, mens artsanalysene av planteplanktonet er utført av Birger Skjelbred, NIVA. Rapporteringen er utført av Dag Berge, NIVA. Oppdragsgivers kontaktperson har vært Tanja Breyholz, EVIKS/VIV, og Lise Irene Karlsen, Hof kommune. Alle takkes for godt samarbeid.

Oslo, 16.01. 2014

Dag Berge

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Resultater	10
2.1 Hillestadvannet 2013	10
2.1.1 Vannkjemi og siktedyp	10
2.1.2 Algesamfunnets artssammensetning og biomasse	10
2.1.3 Algegifter	11
2.2 Hillestadvannet tidsutvikling	12
2.3 Bergsvannet i Eidsfoss sommeren 2013	14
2.3.1 Vannkjemi og siktedyp	14
2.3.2 Bergsvannets tidsutvikling	15
2.4 Eikeren 2013	17
2.4.1 Vannkjemi og siktedyp på Hovedstasjonen midtfjords ut for nordenden av Holtøya	17
2.4.2 Eikerens tidsutvikling	18
2.5 Undersøkelser i elvene	21
3. Litteratur	23
4. Primærdata	24

Sammen drag

Overvåkingen av Hillestadvannet kom i stand som en følge av fiskedøden som skjedde i innsjøen på ettersommeren (sept./okt.) 2012. Undersøkelsen omfattet først og fremst Hillestadvannet med tilløpselver, samt Kopstadelva. Samtidig ble man enige om å rapportere Bergsvannet og hovedstasjonen i Eikeren, hvor det også tas prøver hvert år i den ordinære overvåkingen. Normalt rapporteres disse bare hvert 5. år.

Det ble funnet høye konsentrasjoner (30-40 µg/l) av algegiften microcystin i Hillestadvannet både i juli og august, vel 3-4 ganger høyere enn normen for badevann. Det ble ikke funnet giftstoffer av nervegifttypen, saxotoxiner, anatoxiner eller cylindrospermopsin. Imidlertid ble det observert en stor biomasse av blågrønnalgen *Aphanizomenon sp.*, og det ble vist ved dyrkingsforsøk at noen tilstedeværende stammer av disse produserte nervegiften, saxotoxin. Etter fiskedøden i 2012 var det flere symptomer som pekte mot at algegifter av nervegifttypen kunne være årsaken. Mer enn 95 % av algebiomassen i Hillestadvannet i 2013 bestod av blågrønnalger, med *Microcystis*, *Anabaena* og *Aphanizomenon* som viktigste slekter. Vannkvaliteten ble karakterisert som svært dårlig, både etter SFTs gamle system og etter det nye systemet etter vannforskriften. Statistisk analyse tydet ikke på at det hadde vært noen signifikant negativ vannkvalitetsutvikling i Hillestadvannet siden overvåkingen startet i 1974 og fram til i dag.

Av innløpselvene til Hillestadvannet var Hillestadelva den mest forurensede, hvor vannkvaliteten lå i dårligste eller nest dårligste klasse for alle parametre. Sundbyfosselva var den beste hvor vannkvaliteten lå i klasse 3: Moderat – dårlig. Løkenbekkens vannkvalitet lå i mellom de forannevnte. Kopstadelva, hovedinnløpet til Bergsvannet, hadde en vannkvalitet som så i klasse 4: Dårlig.

I Bergsvannet var vannkvaliteten i klasse 3 moderat. Heller ikke her var det noen signifikant endring av vannkvaliteten over de siste 40 åra.

I Eikeren lå vannkvaliteten i beste klasse, 1: Svært god vannkvalitet. Her kunne man imidlertid spore en signifikant endring av vannkvaliteten i negativ retning i form av økt algemengde og nedsatt sikt i vannet. Datamaterialet kan tyde på at hovedårsaken til denne utviklingen kan ligge i Eikerens lokale nedbørfelt, og ikke i vassdraget oppstrøms. Men siden Eikeren har lang oppholdstid og reagerer sakte, kan man ikke utelukke at til-renningen fra ovenfor liggende vassdrag har medvirkende årsak.

Summary

Title: Monitoring of Lake Hillestadvannet and parts of the Eikeren Watercourse 2013

Year: 2014

Author: Dag Berge

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6351-0

The monitoring of Lake Hillestadvannet in 2013 was initiated by Eviks IKS and Hof Municipality after the fish kill that happened in September/October 2012. First of all, the monitoring comprised Lake Hillestadvannet with main inlets. However, the report also includes other monitoring data from the watercourse in 2013, as well as trend analysis for the water quality from 1974-2013.

High concentrations (30-40 µg/) of the algal toxin microcystin (hepatotoxin) were observed in Lake Hillestadvannet in July and August. This is 3-4 times the norms for bathing water. Anatoxin, saxotoxin and cylindrospermopsin (neurotoxins) were not found. However, by algal culture strains of the species of *Aphanizomenon* present in Lake Hillestadvannet plankton, was found to produce saxotoxin. 95 % of the algal biomass in Lake Hillestadvannet consisted of blue-green algae. Therefore, algal toxins might have been the cause of the fish kill last summer, as suspected from the symptoms described by local residents.

The water quality of Lake Hillestadvannet were characterised as class 5: Very bad, both according to the old classification system of the State Pollution Control Authority, as well as the new one based on the EC WFD Regulations (Vannforskriften). No development trend was observed in Lake Hillestadvannet water quality over the last 40 years.

Hillestad River was the most polluted inlet to Lake Hillestadvannet.

In Lake Bergsvannet, the water quality was classified as Class 3: Moderate. Also here, no development trend could be detected over the 40 year of monitoring.

In Lake Eikeren the water quality was in class 1: very good. However, a significant trend of higher algal biomass, followed by a significant trend in lower transparency, was observed over the 40 year period of monitoring. Since no water quality development trend was observed in the upper watercourse, this can indicate that activities in the local catchment of Lake Eikeren could be the cause of the increased algal growth. As Lake Eikeren has long water renewal time, it reacts slowly, which means that we cannot exclude inflow from southern parts of the catchment as contributing cause.

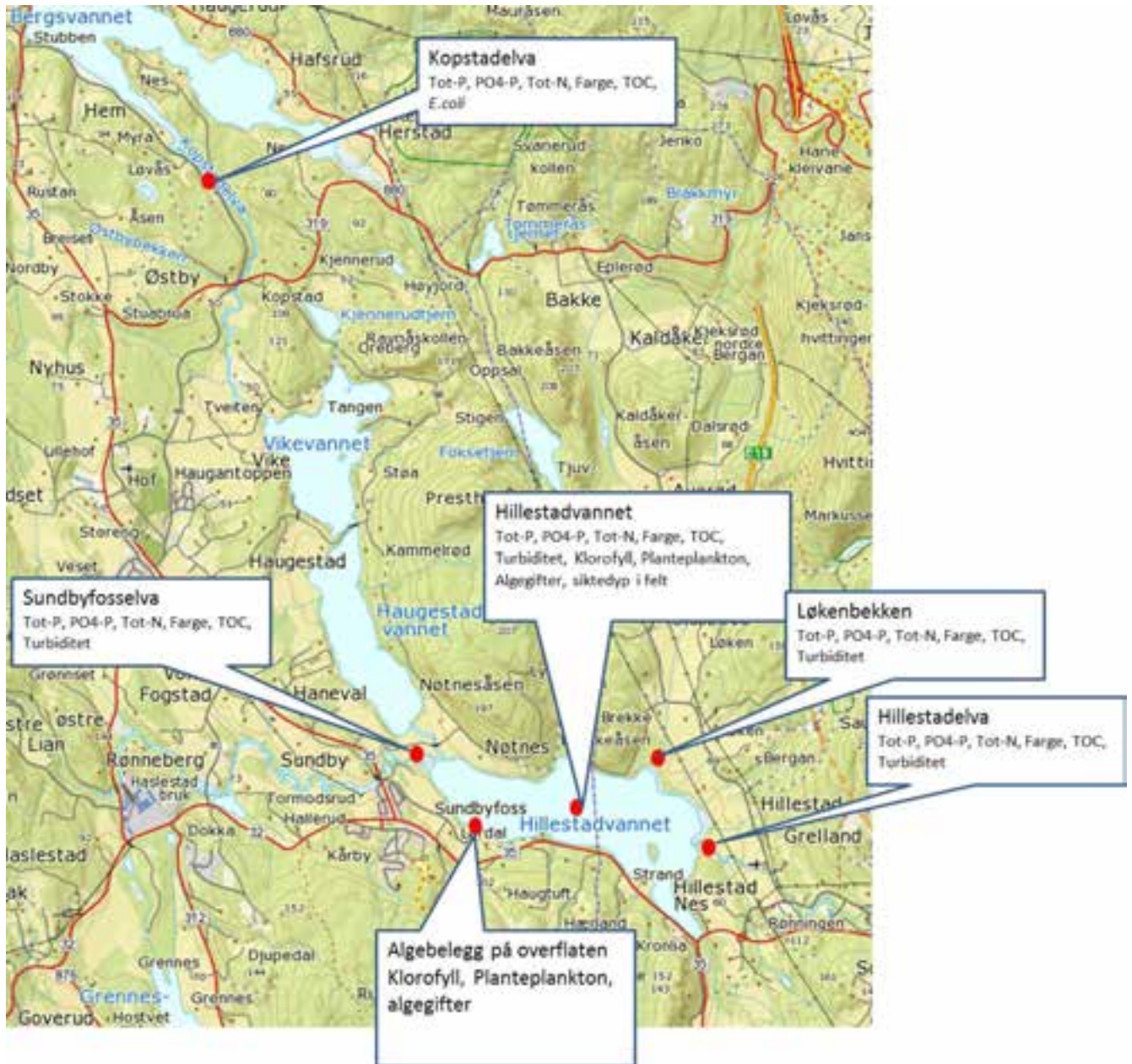
1. Innledning

Etter fiskedøden i Hillestadvannet i september/oktober 2012, satte Hof kommune og Eikeren-vannverket IKS (EVIKS) i gang en overvåking av Hillestadvannet som skal gå hvert år fremover. NIVA fikk i oppgave og utarbeide programmet, som består av at ca. midt i hver måned fra mai-oktober, tar man en blandprøve fra 0-1.5 m dyp, fra en stasjon sentralt i Hillestadvannet. Denne analyseres for alger (algesamfunnets artssammensetning og biomasse), klorofyll, total fosfor og total-nitrogen, samt at siktedyp måles i felt. I tillegg analyseres det for algegiftene microcystin, anatoksin og saksotoksin. Man tar også en prøve av eventuelt algebelegg som man finner på overflaten, som har drevet i land, som også analyseres for artssammensetning og algegifter. Denne prøven tas ved den kommunale badeplassen ved Lørdal, ofte kalt Grovstranda. Man tar samtidig en prøve fra de tre viktigste tilførselselvene til innsjøen, Sundbyfosselva, Hillestadelva og Løkenbekken. Disse prøvene analyseres for total fosfor, PO₄-P, og total nitrogen, samt farge, TOC, turbiditet og bakterier.

Siden EVIKS er med på å gjennomføre og bekoste overvåkingen, er de også interessert i om det kunne være av verdi å ta med noen bakteriologiske prøver når man allikevel var ute på feltarbeid på strekningen Eikeren – Hillestadvannet. De tar i dag prøver av Bergsvannet og utløpet fra denne (kraftverkstunnelen) samt fra Eikeren i sin årlige overvåking. I en eutrof innsjø som Hillestadvannet vil de fleste tarmbakterier bli spist opp av planktondyr, eller sedimentert ut, og en slik prøve fra denne innsjøen vil kanskje ikke gi så mye informasjon om den bakteriologiske tilførselen til Eikeren, som ligger «fire innsjøer lenger ned» i vassdraget. Utslippene fra Sundbyfoss tettsted (dvs. utslippsrøret fra renseanlegget) munner ut i utløpselva fra Hillestadvannet, slik at man bl.a. får da ikke med denne kilden. Siden hovedrenseanlegget fra Hof slipper ut i Kopstadelva, og dette er hovedtilførselen til Bergsvannet, vil man få viktig bakteriologisk informasjon med tanke på drikkevannsforsyningen fra Eikeren, gjennom å ta prøver fra Kopstadelva ved den nederste brua før elven munner ut i Bergsvatn. Her får man også med eventuelle gjenlevende bakterier fra Hillestadvannetområdet og andre kilder lenger opp i Vassdraget. Denne prøven analyseres også for total fosfor, PO₄-P, total nitrogen, farge og TOC, i tillegg til tarmbakterien *E. coli*.

Prøvene tas av VIVs personell etter forutgående instruksjon fra NIVA. Prøvene, med unntak av planteplanktonprøver og algegifter, analyseres av Vestfoldlab AS på Sem. Algeprøvene sendes til NIVA. NIVA lager en liten rapport hvert år etter at alle prøveresultatene foreligger.

Stasjoner og parametere på de ulike stasjoner er gitt i figur 1.



Figur 1. Årlig overvåkingsopplegg for Hillestadvannet. Månedlig prøvetaking i sommerhalvåret.

Som nevnt i forordet rapporteres her også resultater fra Bergsvannet i Eidsfoss og Hovedstasjonen i Eikeren, hvor det også foretas prøvetaking hvert år. Disse stasjonene er inkludert i et annet overvåkingsprogram, og står derfor ikke inntegnet på dette kartet.

Klassifisering av vannkvaliteten i vassdraget gjøres dels etter Drikkevannsforskriften, dels etter SFT veileder 97:04 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Mht. til eutrofitilstand klassifiseres det etter i hvilken grad fosforkonsentrasjonen overskrider eller underskrider øvre grense for akseptabel fosfor og klorofyll konsentrasjon utregnet etter formelverket i SFT veileder 95:01 Miljømål for vannforekomstene, og dels etter vanddirektivets klassifiseringsveileder.

For å kunne klassifisere tilstanden etter vanddirektivet må man først finne ut hvilken vanntype man har, se **Tabell 1**.

Tabell 1. Innsjøenes typifiseringsdata (Økoregion er Østlandet for alle) inkludert typifisering av innsjøen etter tabell 3.4 i den norske Klassifiseringsveilederen til vanddirektivet. (<http://www.vannportalen.no/hoved.aspx?m=31151&amid=1657299>).

Innsjø	H.o.h.	Areal Overfl.	Middeldyp	Farge	Kalsium	Type
	m	Km ²	m	Mg Pt/l	Mg Ca/l	N/NGIG
Eikeren	19	26	94	12	6,3	8/L-N1
Bergsvatn Eidsfoss	36	3	6,8	31	8	4/L-N8
Hillestadvatn	38	1,5	2	47	12	4/L-N8

I henhold til Vannforskriften skal man ha som målsetting at ingen vannforekomster skal være dårligere enn god økologisk tilstand. Tilstanden er delt inn i fem klasser hvorav de tre beste er 1) Meget god, 2) God og 3) Moderat tilstand. Grensen for akseptabel tilstand er grensen mellom God og Moderat, eller G/M-grensen som det ofte kalles. Dette er da det praktiske miljømålet. Det pågår nå et interkalibreringsarbeid mellom de nordiske landene og Skottland som kalles Norhtern GIG. Ikke alle innsjøtyper er endelig interkalibrert, særlig store innsjøtyper som Eikeren. Systemet er derfor av foreløpig versjon. Ny versjon av klassifiseringsveilederen er ventet i år, som også vil inneholde grenseverdier for innsjøer av Eikerens type: (Store, dype, moderat kalkrike, klarvannssjøer). Det er derfor ennå nødvendig å skjele til det gamle systemet der vi satte mål for de ulike innsjøer etter SFT-veileder 95:01 Miljømål for vannforekomstene.

Tabell 2. Maksimalt akseptable konsentrasjoner av fosfor og klorofyll i de angitte innsjøer etter hhv. SFT's veileder 95:01 Miljømål for vannforekomstene, og etter vanddirektivets norske klassifiseringsveileder.

Innsjø	Type	Pmax µgP/l	Chla-max µg/l	G/M-P µgP/l	G/M-Kla µg/l
	N/NGIG	SFT 95:01 Miljømål		Vanddir. N. Klass.veil	
Eikeren ¹	8/L-N1	7	2	14	7,5
Bergsvatn Eidsfoss	4/L-N8	13,5	7,3	19	10,5
Hillestadvatn	4/L-N8	24	12,7	19	10,5

¹ G/M grensene for store dype innsjøer er ikke ferdig vurdert i klassifiseringsveilederen, særlig ikke for slike som Eikeren og Mjøsa som har kalsium konsentrasjon over 4 mg /l. Det vil være meget farlig å slippe Eikeren opp i slike nivåer som gitt av G/M grensene i tabell 2, som imidlertid er de man greier å lese ut av dagen klassifiseringsveileder. Derfor er det ikke trukket inn miljømål etter vanddirektivets klassifiseringsveileder i diskusjonen av Eikerens tilstand. Ny klassifiseringsveileder er i kjømda.

2. Resultater

2.1 Hillestadvannet 2013

2.1.1 Vannkjemi og siktedyp

Resultatene av vannprøvene fra Hillestadvannet i 2013 er vist i **Tabell 3**. Med hensyn til eutrofieringsrelevante parametere som total fosfor, total nitrogen, klorofyll, siktedyp, er vannkvaliteten karakterisert som hhv. dårlig(IV), dårlig(IV), svært dårlig(V), og svært dårlig(V), i henhold til det gamle SFT-systemet i SFT-veileder 97:04. Etter vannforskriftens klassifiseringsveileder (2009-versjonen som fortsatt gjelder, ny er i kjømda) er Hillestadvannet i klasse IV(dårlig). Med hensyn til å oppnå god økologiske status, må fosforkonsentrasjonen senkes til under 19 µg P/l (G/M-grensa i klassifiseringsveilederen til Vannforskriften). Etter SFT-veileder er øvre akseptable midlere fosforkonsentrasjon 24 µg P/l. Det vil si at dagens midlere fosforkonsentrasjon må halveres for at man skal få stabilt gode økologiske forhold i Hillestadvannet. Det er nylig utarbeidet en tiltaksanalyse for hvordan man kan oppnå dette i regi av Eikeren Vannområde, hvor Hof kommune er prosjektførende, og med Lise Irene Karlsen som prosjektleder (Karlsen 2013).

Tabell 3. Analyseresultater fra Hillestadvannet 2013, blandprøver i sjiktet 0-1,5 m. Vannkvaliteten klassifisert etter SFT-veileder 97:04.

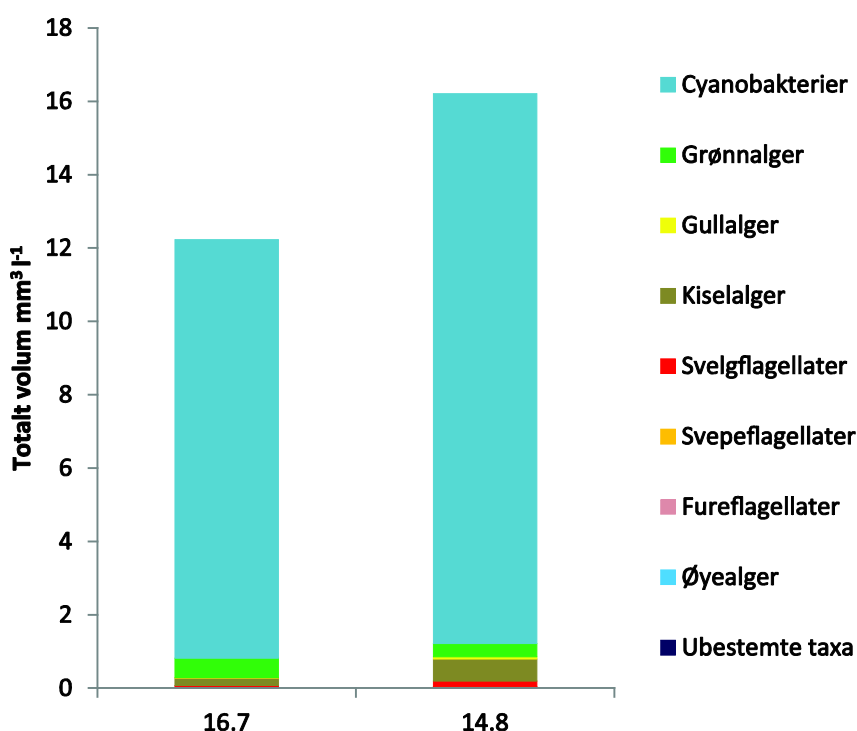
	Total	Orto	Total					E-coli		s-dyp
	fosfor	fosfat	nitrogen	Farge	TOC	Turbiditet	Klorofyll	bakterier	Ammonium	
Dag	mg P/l	mg P/l	mg N/l		mg C/l	FNU	µg/l	/100 ml	mg N/l	m
14.05.13	0,018	0,004	1,00	31	7,8	9,0	10,8			1,2
14.06.13	0,026	0,004	0,95	22	6,1	1,6	1,7			0,5
16.07.13	0,070	0,012	0,86	48	9,7	59,1	61,4	0	0,001	0,3
14.08.13	0,070	0,006	0,47	47	9,3	47,1	29,2	10	0,001	0,3
17.09.13	0,062	0,011	0,73	40	17,2	34,6	37,7	200	0,003	0,4
16.10.13	0,026	0,003	0,84	37	12,6	7,4	11,8	10	0,001	1,2
Middel	0,045	0,007	0,808	37,500	10,450	26,467	25,433	55,000	0,002	0,642

■ Meget god (I)
 ■ God (II)
 ■ Mindre god (III)
 ■ Dårlig (IV)
 ■ Meget dårlig (V)

2.1.2 Algesamfunnets artssammensetning og biomasse

Planteplanktonet var totalt dominert av cyanobakterier, blågrønnalger (**Figur 1**). Det var artene *Aphanizomenon flexuosum* og *Microcystis viridis* som utgjorde det meste av volumet, med noe *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii* og *Dolichospermum* (*Anabaena*). I tillegg var grønnalger fra slekten *Scenedesmus* og kiselalger fra slekten *Aulacoseira* til stede i planteplanktonet.

Indeksen for klorofyll indikerte dårlig økologisk tilstand, mens indeksene for totalt volum, PTI og Cyano_{max} indikerte svært dårlig tilstand i Hillestadvannet (**Tabell 8**). Totalvurderingen basert på planteplankton ble svært dårlig.



Figur 1. Totalt volum og fordeling av planteplanktonet i Hillestadvannet for de to prøvene fra 2013. Cyanobakteriene var totalt dominerende.

2.1.3 Algegifter

Det er tatt prøver av Hillestadvannet midt utpå (blandprøve av sjiktet 0-1,5 m) samt overflateprøver fra badeplassen (Grovstranda, eller Lørdalstranda som den også kalles). Prøvene er analysert for Microcystin, Anatoxin A, Saxotoxin, og Cylindrospermopsin. Den første er levegift, mens de tre andre er nervegifter. Alle fire giftstoffene er dødelige hvis de inntas i tilstrekkelig dose. Nervegiftene gir lammelser av muskulatur, særlig åndedrettsmuskulatur, noe som gjør at død kan inntre meget raskt (minutter), mens for levertoksiner tar det gjerne 10 timer – flere dager før død inntre. Blågrønnalger av slekten *Microcystis* er særlig potente mht. til å produsere microcystiner, mens blågrønnalger av slekten *Aphanizomenon* er potente mht. å produsere nervegifter, særlig saxotoxin. En ser av **Figur 1** at blågrønnalger utgjorde mer enn 90 % av algebiomassen, og av **Tabell 8** ser man at nettopp slektene *Microcystis* og *Aphanizomenon* var de viktigste av disse, sammen med *Dolichospermum* (het tidligere *Anabaena*). *Aphanizomenon* har ikke vært til stede i Eikerenvassdraget tidligere, og vi er ikke sikre på hvorfor den plutselig har dukket opp. Det kan ha sammenheng med varmere klima, da den har vært vanlig forekommende i mange 10-år i Akersvannet ved Tønsberg, et liknende vann som Hillestadvannet (grunt gjeddevann), men som ligger ute ved kysten i et noe mildere klima.

Det ble funnet høye konsentrasjoner av microcystin i så vel vannprøvene utpå, som de inne på badeplassen i juli og august, se **Tabell 4**, men ikke nervegifter. Kravet til drikkevann er at konsentrasjon av microcystin (den vanligste algegiften) skal være mindre enn 1 µg/l, og kravet (normen) for badevann er at konsentrasjonen skal være lavere enn 10 µg/l. Alle prøvene inneholdt langt høyere konsentrasjoner enn dette. Man må derfor ikke svelge vann når man bader i Hillestadvannet, noe som også står på varselplakaten kommunen har satt opp på badeplassen.

Tabell 4. Analyse av algegifter i juli og august, hhv. Midt utpå, og inne på badestranda (Grovstrand).a)

Parameter	Microcystin		Anatoxin A		Saxotoxin		Cylindrospermopsin	
	16.07.2013	14.08.2013	16.07.2013	14.08.2013	16.07.2013	14.08.2013	16.07.2013	14.08.2013
Dato / Stasjon	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Hillestadvannet midt utpå, blandprøve 0-2m	40	25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Grovstrand badeplass, overflate	45	16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Krav til drikkevann	<1	<1						
Krav til badevann	<10	<10						

Da fiskedøden i 2012 indikerte at det kunne være forårsaket av algegifter av typen saxotoxin eller anatoxin (Berge 2013), og alger av slekten *Aphanizomenon* var rikelig til stede, ble levende eksemplarer av disse algene dyrket opp i kultur for å få litt større materiale. Det viste seg da at det fantes raser blant *Aphanizomenon* artene i Hillestadvannet som produserte saxotoksiner. Grunnen til at man ikke fant saxotoksiner i vannprøvene under sommerens prøvetaking, var trolig at disse var tilstede i så små mengder at konsentrasjonene var mindre enn metodens deteksjonsgrense på 0,1 µg/l. Det er altså vist at det finnes saxotoxinproduserende *Aphanizomenon* alger i Hillestadvannets plankton, noe som gjør at man kan forvente liknende fiskedød-episoder i framtiden som det som skjedde i 2012. Dette gjør også at man bør være mer forsiktig med bading i Hillestadvannet på midt- og ettersommeren. Et barn som kommer under i vannlek, kan fort sluke så mye vann at det kan bli farlig, hvis det er i en periode hvor det er mye giftproduserende alger til stede.

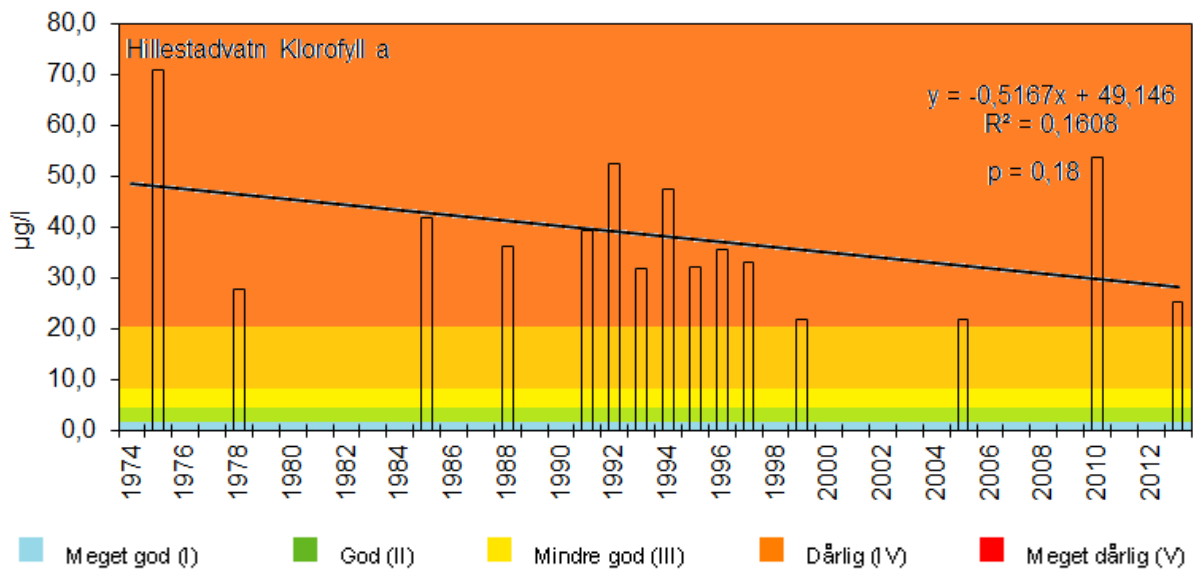
I 2011 og 2012 hvor det var mye nedbør og rask gjennomstrømming i de grunne innsjøene, spredte det grønne Hillestadvannet seg nordover og farget selv den søndre del av Eidsfossbukta i Eikeren grønn. En må derfor regne med at de giftige algene kan spre seg hele vegen opp til Eikeren. I Eikeren vil det bli liggende i overflaten, og det vil ikke være livsgrunnlag for dem i det klare, næringsfattige vannet. En ser på bilde, **Figur 12**, at selv om bukta inne i Eidsfoss er grønn, så er vannet ved Hesthammerøya helt klart og fint. Det er derfor ikke å forvente at disse algene skal kunne komme ned til vanninntaket, som ligger godt under sprangsjiktet i den aktuelle algevekstperioden.

Man bør imidlertid inkludere algegiftanalyser både i Eikeren (hovestasjon og Hesthammer) og i Bergsvannet i tillegg til i Hillestadvannet i neste års overvåking.

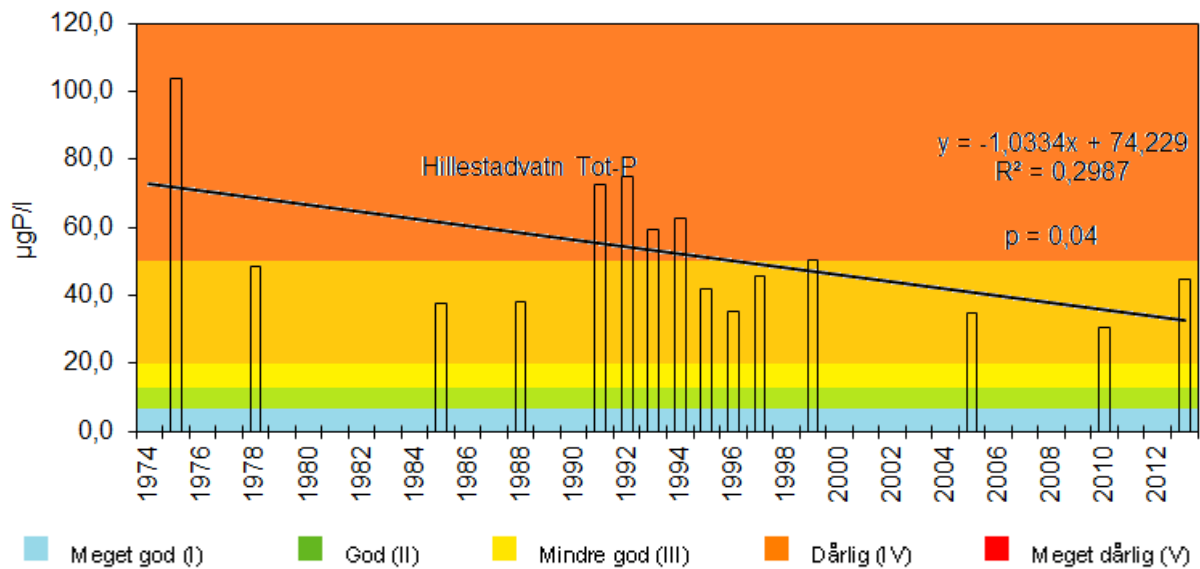
2.2 Hillestadvannet tidsutvikling

I **Figur 2 - Figur 5** er det sammenstilt middelveier over sommerhalvåret for de vanligste eutrofielaterte parametrene. Resultatene viser en signifikant nedgang i fosforkonsentrasjonen, **Figur 3**. Denne har forårsaket en tilsynelatende nedgang i algemengden, **Figur 2**, som imidlertid ikke er statistisk signifikant. Siden det er veldig god sammenheng mellom algemengde og siktedyp i Eikervassdraget med regresjons koeffisient $r^2=0,98$ (Berge 2011), skulle man forvente at en signifikant nedgang i algemengden også medførte en signifikant økning av siktedypet. Da man ikke kan spore noen økning i siktedypet, heller en nedgang, er dette en indikasjon på at nedgangen i algemengde bare er tilsynelatende, noe også den statistiske analysen viste. For nitrogen kan man også si at nedgangen bare er tilsynelatende da den er langt fra statistisk signifikant.

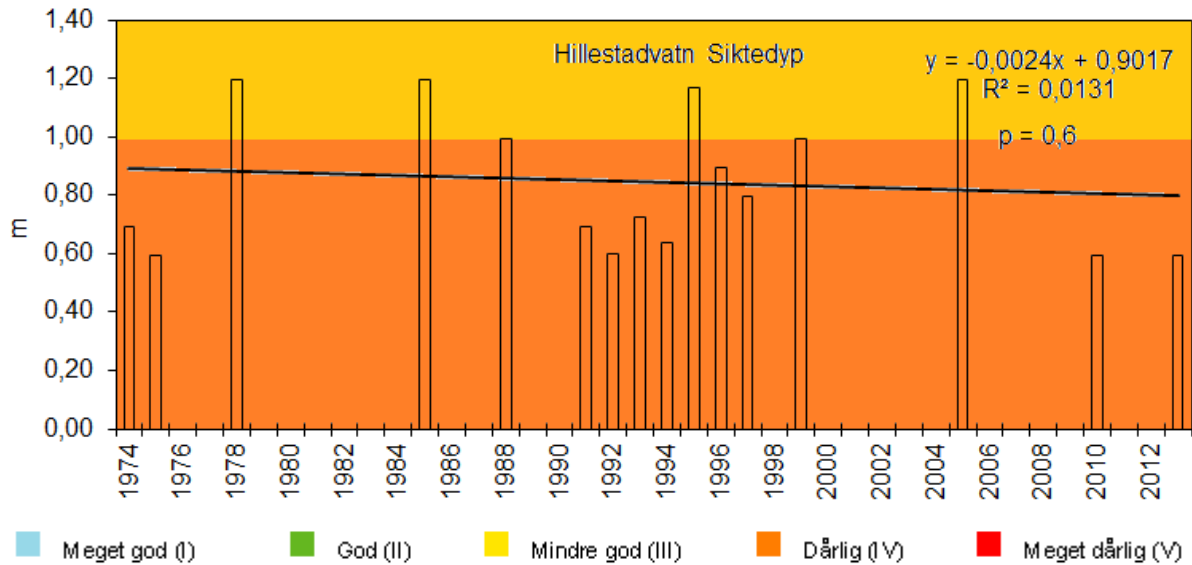
Det har med andre ord ikke vært signifikant endring av vannkvaliteten i Hillestadvannet siden overvåkingen startet i 1974. Vannkvaliteten ligger stadig i dårligste eller nest dårligste klasse.



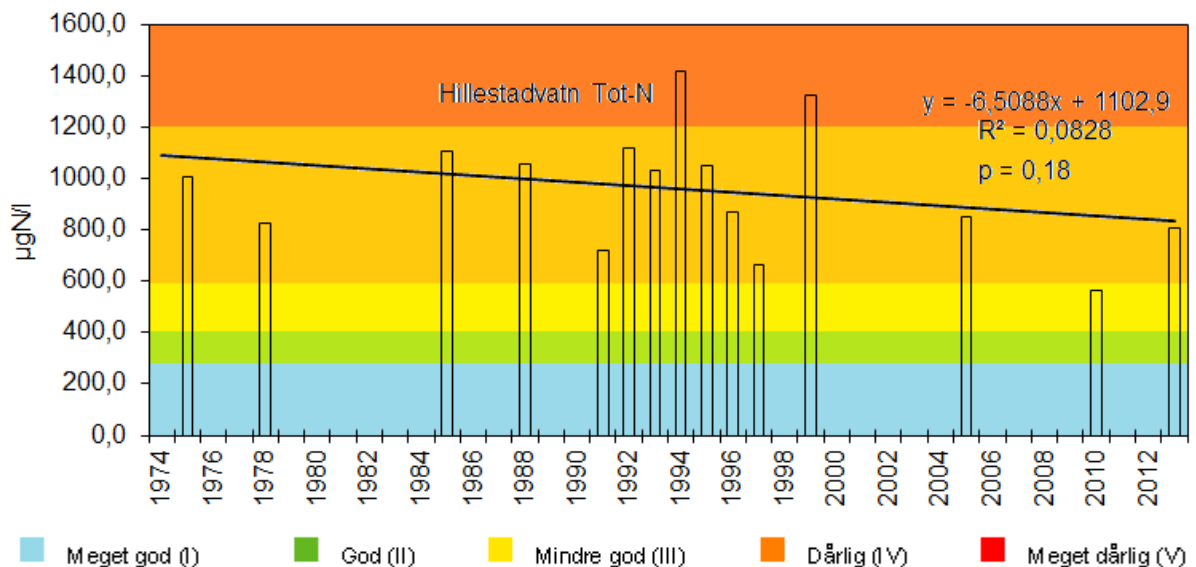
Figur 2. Algemengden gitt som klorofyll-a i Hillestadvatnet i de årene innsjøen har vært overvåket. Middelerdier over sommerhalvåret, målt som blandprøver i sjiktet 0-1,5 m.



Figur 3. Total fosfor i Hillestadvatnet for ulike år. Middelerdier i sommerhalvåret i sjiktet 0-1,5 m.



Figur 4. Siktedyp i Hillestadvatnet for ulike år. Middelerverdier i sommerhalvåret.



Figur 5. Total nitrogen i Hillestadvatnet for ulike år. Middelerkonsentrasjon i sjiktet 0-1,5 m over sommerhalvåret.

2.3 Bergsvannet i Eidsfoss sommeren 2013

2.3.1 Vannkjemi og siktedyp

Analyseresultatene fra vannprøvene fra Bergsvannet i Eidsfoss 2013 er vist i **Tabell 5**. Middelerverdiene nederst i tabellen er klassifisert etter SFT veileder 97:04. Vannkvaliteten med hensyn til eutrofi (gjødslingseffekter), som beskrives av algemengde (klorofyll-a), siktedyp, total fosfor og

total nitrogen, ligger i klasse IV dårlig. Etter vannforskriftens klassifiseringsveileder gir fosforkonsentrasjonen klasse II god, siktedypet gir klasse III moderat, mens klorofyll-a gir klasse III moderat. Bergsvannet vurderes således litt mindre strengt etter vannforskriften enn etter det gamle SFT-systemet. Når vi vet fra tidligere overvåking at algesamfunnet består av 90 % blågrønnalger store deler av sommeren, noe som nok så sikkert også er tilfellet nå (prøver tatt, men ikke analysert i denne rapporteringen), så vil dette trekke innsjøen ned i klasse IV dårlig. I «våte år» med stor gjennomstømning i sommerhalvåret i disse grunne sjøene, som i 2011 og 2012, vil Bergsvannet være sterkt preget av vann fra den ovenforliggende delen av vassdraget, og forurensningspreget til innsjøen vil ikke bare være en effekt av forurensningstilførsler fra eget lokalfelt. I tiltaksplanen som lages i regi av Eikeren vannområde (Karlsen 2013), ser man at tiltakene i Hillestadvannet og Haugestadvannets nedbørfelt også vil gi store gevinster for Bergsvannet.

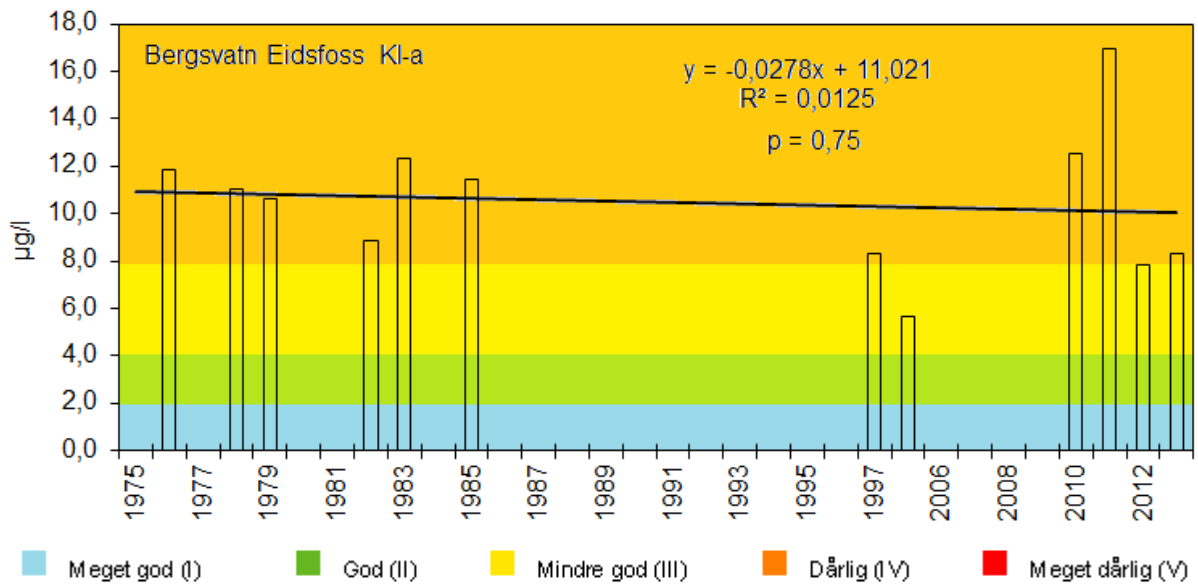
Tabell 5. Analyseresultater fra Bergsvannet i Eidsfoss (nordre basseng) i 2013, blandprøver i sjiktet 0-4 m. Vannkvaliteten klassifisert etter SFT 97:04.

Dag	Total		Turbiditet FNU	Farge mg Pt/l	TOC mg C/l	Klorofyll µg/l	S-dyp m
	fosfor mg P/l	nitrogen mg N/l					
14.05.13	0,016	1,00	3,6	34	7,8	5,9	
14.06.13	0,006	1,80	3,2	37	10,1	7,9	1,5
17.07.13	0,010	0,58	12,7	34	9,1	15,6	0,5
13.08.13		0,28	5,5	26	6,5	8,7	2,0
17.09.13	0,013	0,46	2,9	21	8,8	3,9	1,5
Middel	0,0113	0,824	5,580	30,400	8,460	8,400	1,375

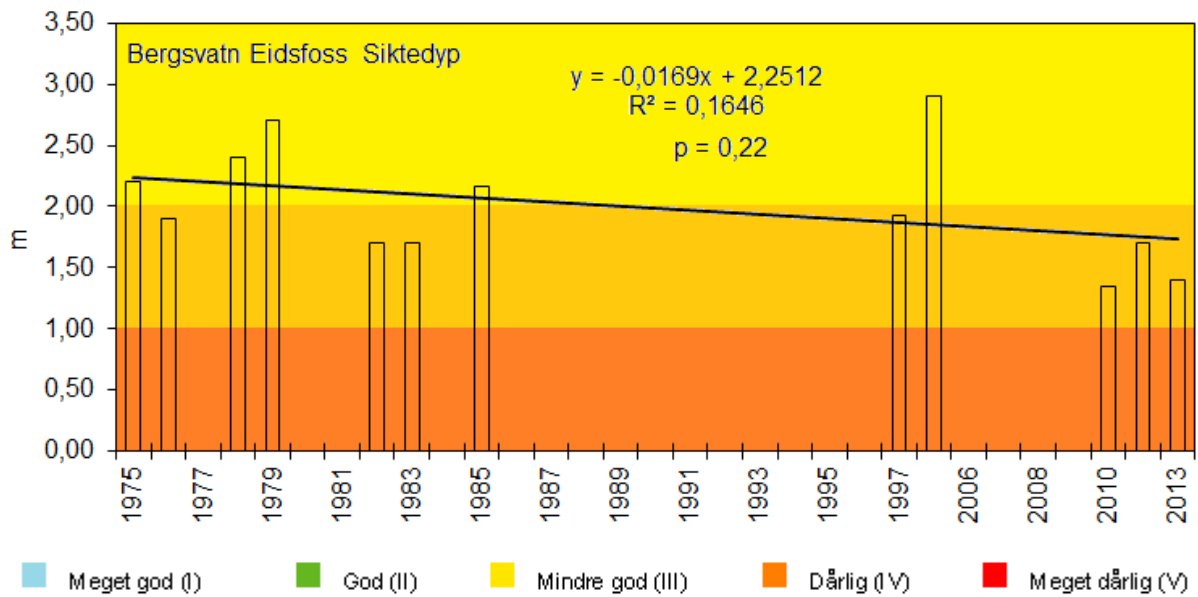
■ Meget god (I)
 ■ God (II)
 ■ Mindre god (III)
 ■ Dårlig (IV)
 ■ Meget dårlig (V)

2.3.2 Bergsvannets tidsutvikling

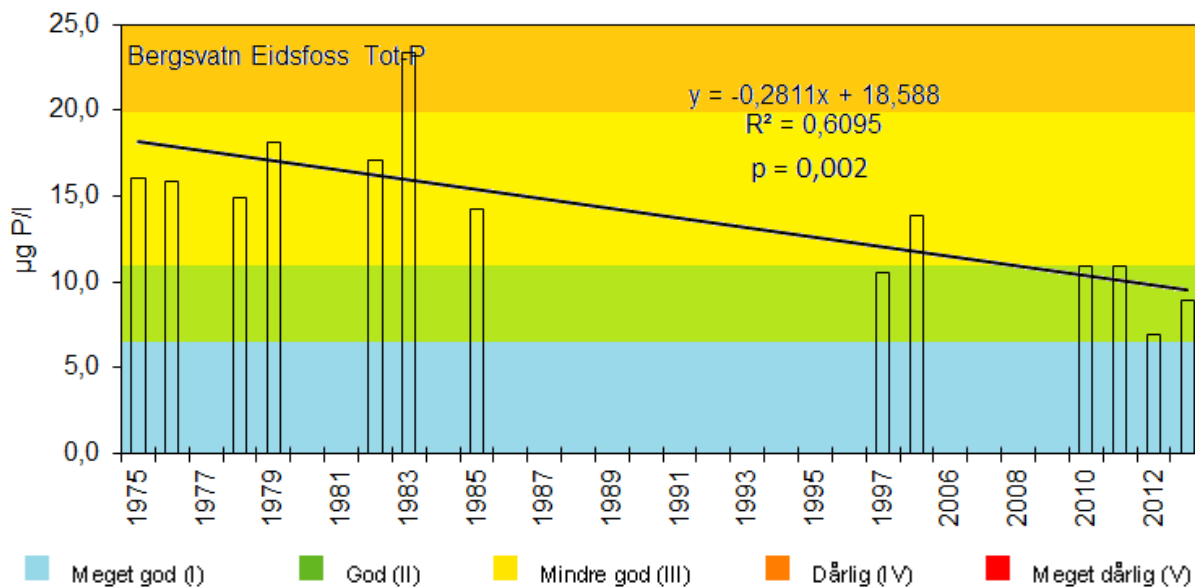
I **Figur 6 - Figur 9** er det satt opp middelveier over sommerhalvåret for de eutrofirelaterte parameterne, algemengde som klorofyll-a, siktedyp, total fosfor og total nitrogen. Hvis man ser på de to siste av disse parameterne, total fosfor og total nitrogen, så viser resultatene en signifikant nedgang over perioden fra 1975 og fram til i dag. Hvis man ser på effektparameterne, algemengden og siktedypet, så viser disse en ikke-signifikant nedgang. Konklusjonen på dette er at det synes som om det har vært liten endring av vannkvaliteten i Bergsvannet over perioden. Det har i alle fall ikke vært noen forverring, snarere en liten bedring. Man må vurdere algesamfunnets sammensetning og biomasse før man kan si noe sikrere om utviklingen i Bergsvannet. Dette vil bli gjort etter den utvidete overvåkingen i 2015.



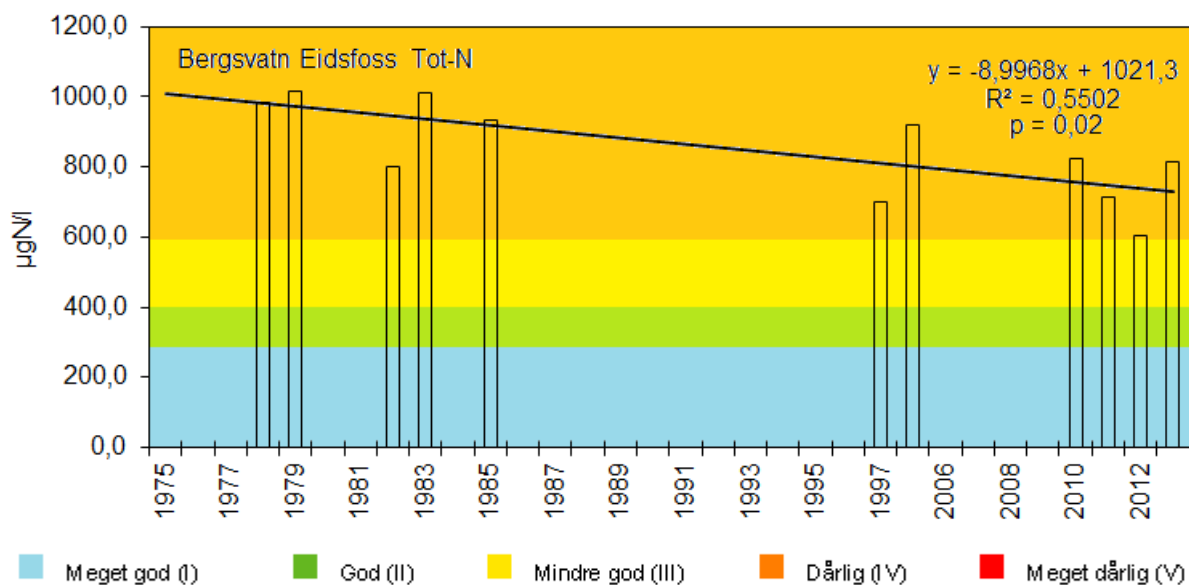
Figur 6. Algemengde i Bergsvannet, gitt som klorofyll-a. Middelkonsentrasjoner over sommerhalvåret i sjiktet 0-4 m for ulike år.



Figur 7. Siktedyp i Bergsvannet for ulike år. Middelerverdier over sommerhalvåret.



Figur 8. Total fosfor i Bergsvannet. Middelkonsentrasjon over sommerhalvåret for ulike år i sjiktet 0-4 m.



Figur 9. Total nitrogen i Bergsvannet. Middelkonsentrasjon over sommerhalvåret for ulike år i sjiktet 0-4 m.

2.4 Eikeren 2013

2.4.1 Vannkjemi og siktedyp på Hovedstasjonen midtjords ut for nordenden av Holtøya

Analyseresultatene fra 2013 er fremstilt i **Tabell 6**. En ser at klassifisert etter SFT veileder 97:04, så viser de sentrale eutrofirelaterte parameterne at innsjøen ligger i beste vannkvalitet. Det er ikke

interkalibrert noen vanntype som passer for Eikeren etter vannforskriften, det nærmeste er LN1, norsk vanntype nr 8. Man kan derfor ikke klassifisere Eikeren etter dagens klassifiseringsveileder, se innledningen.

En høy konsentrasjon på 10 koliforme bakterier per 100 ml den 17. september (3 *E. coli*) bidrar til å ødelegge den fine serien med bare nuller fra tidligere tokt. Verdien følges av en svært høy kimtall analyse også, noe som klart tilsier at dette er en forurensning som har vært i prøveflaska i det den kommer til laboratoriet, og ikke skyldes analysefeil. Man kan lure på hva som kan føre så mye bakterier ut på denne stasjonen sentralt i Eikeren. Rent teoretisk kan det kanskje skyldes en fuglebæsj (gås, svane) sluppet fra oven, eller fra svømmende fugl på vannet, og som har dannet en forurensnings-plum langs synkeruten bæsjen har fulgt nedover i vannet, og som vannhenteren tilfeldigvis har kommet i nærheten av når prøven tas. Sannsynligheten for at dette skal kunne skje, er imidlertid veldig liten. En kan også tenke seg at det kan være massiv overflow i kloakkanlegget fra Thorud camping, eller fra Hakavika tettsted. Det var ikke noe nedbør hverken på prøvetakingsdagen eller dagene forut, og september hadde nedbør bare på 60 % av normalen (Yr: Været som var, Hokksund målestasjon), så det er vel ikke så sannsynlig at det har gått mye kloakk i overløp i denne perioden. Det kan rett og slett være at prøveflaska var blitt forurenset av en eller annen grunn. Ved de andre toktene var bakteriesituasjonen i Eikeren meget god, så man skal ikke legge så mye vekt på en slik enkelt analyse. Prøvene er dessuten fra overflatelagene (0-10m) der alle utslipp munner ut. Den bakterielle tilstanden i dypvannet, der drikkevannsuttakene skjer, er alltid mye bedre enn i overflaten i slike store innsjøer.

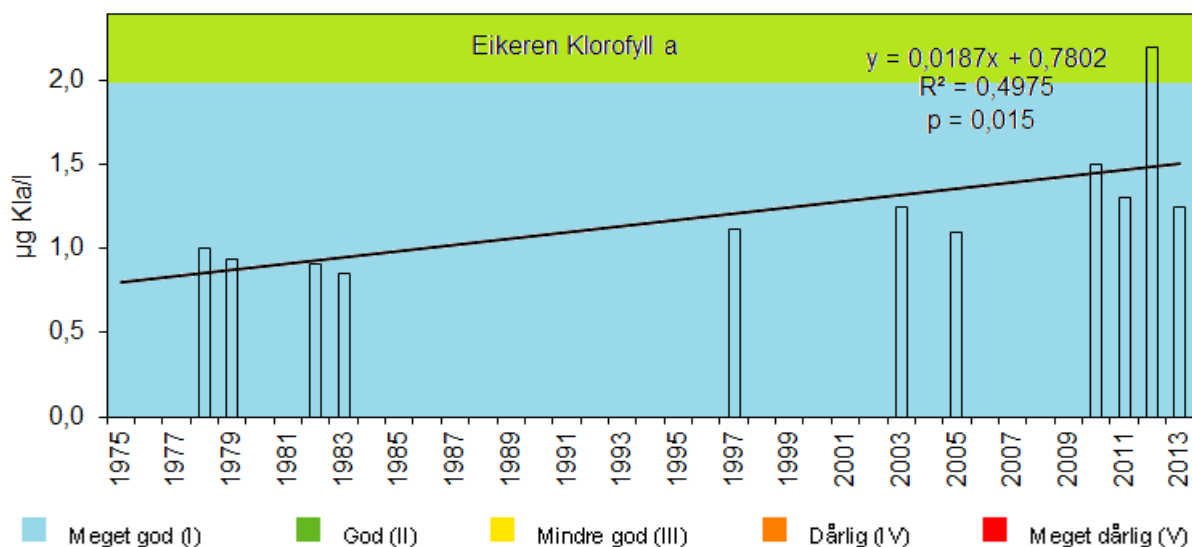
Tabell 6. Analyseresultater fra Eikeren ute ved hovedstasjonen i 2013, blandprøver i sjiktet 0-10 m. Vannkvaliteten klassifisert etter SFT 97:04.

Dag	Eikeren Hovedstasjon										S-dyp m
	Total		PH	Turbiditet	Farge	TOC	Klorofyll	Koliforme	E-coli	Totale	
	fosfor	nitrogen						bakterier 37C	bakterier	bakterier 22C	
mg P/l	mg N/l	ph	FTU	Fargeenhet	mg C/l	µg/l	ant/100ml	ant/100ml	ant/ml		
14.05.13	1,000	0,80	7,1	0,46	12	4,1	0,0	0	0	20	6
14.06.13	0,009	1,50	7,0	2,10	14	7,2	1,7	0	0	0	5
17.07.13	1,000	0,64	7,2	0,86	14	3,5	1,6	0	0	450	6
13.08.13	1,000	0,95	7,2	0,61	11	3,6	1,5	0	1	700	6
17.09.13	0,015	0,97	7,1	0,65	12	5,7	1,1	10	3	2000	10
16.10.13	0,009	0,83	7,0	0,38	12	6,5	1,6	2	0	70	8
Middel	0,506	0,948	7,100	0,843	12,500	5,100	1,250	2,000	0,667	540,000	6,583

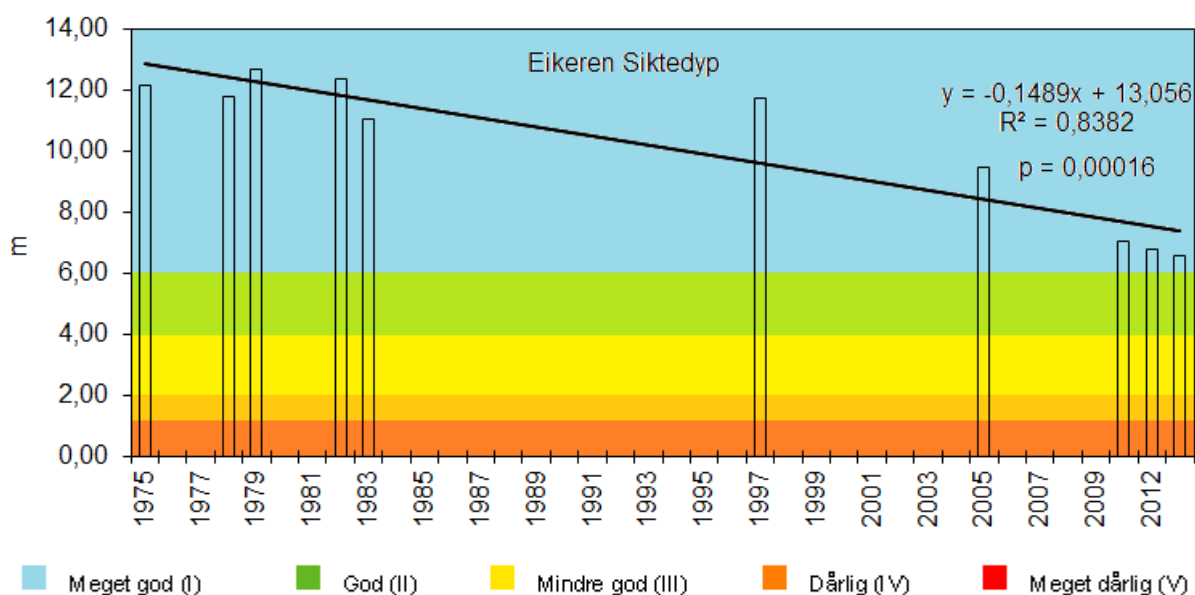
■ Meget god (I)
 ■ God (II)
 ■ Mindre god (III)
 ■ Dårlig (IV)
 ■ Meget dårlig (V)

2.4.2 Eikerens tidsutvikling

Tidsutviklingen med hensyn til eutrofiering (overgjødning) i Eikeren er gitt i **Figur 10 - Figur 14**. En ser at mengden har øket jamt og trutt, og at siktedypet i tråd med dette har minnet jamt og trutt. Utviklingen er statistisk signifikant for begge parameterne. Vannkvaliteten er imidlertid fortsatt i beste klasse, så noen krise er det ikke. Inne i Eidsfoss (**Figur 12**) er overflatevannet sterkt preget av det grå-grønne vannet som renner inn fra Bergsvannet. Ute ved Hesthammerøya er vannet tilsynelatende klart og fint, men altså ikke like klart som før, og utviklingen går den gale veien. Man bør prøve å finne ut av årsaken til dette.



Figur 10. Algemengden i Eikerensvatn gitt som klorofyll-a. Middelkonsentrasjoner over sommerhalvåret for ulike år. Blandprøver i sjiktet 0-10 m.



Figur 11. Siktedyp i Eikerensvatn. Middelverdier over sommerhalvåret for ulike år.

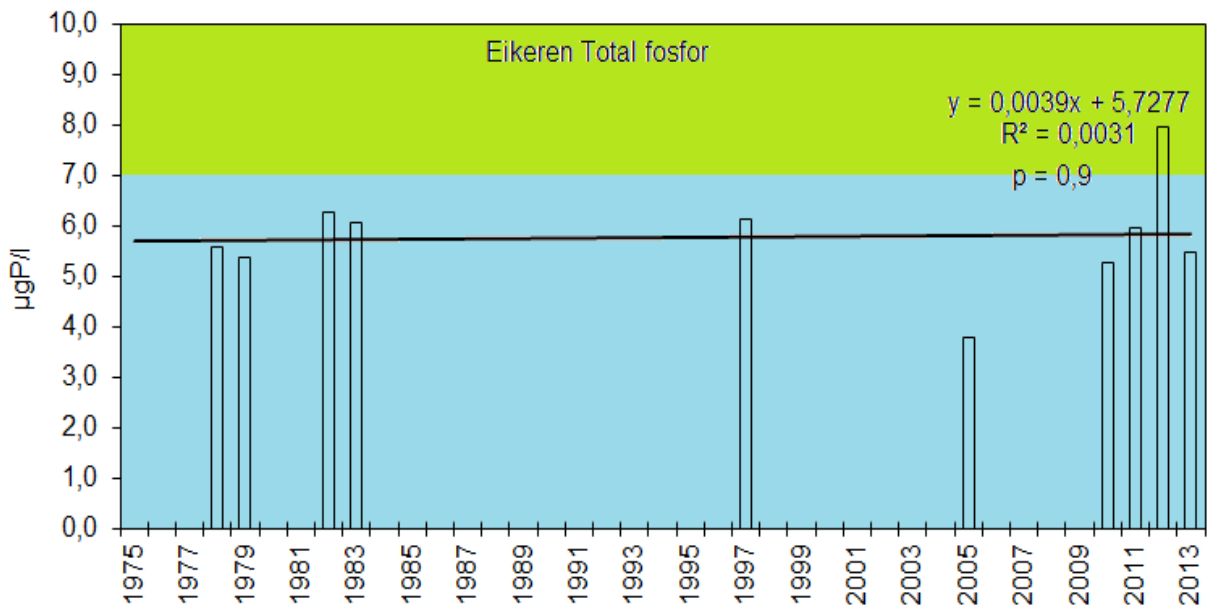
For parameterne total fosfor og total nitrogen er det ikke noen klare trender i utviklingen. Nitrogen viser en tilsynelatende svak økning som imidlertid ikke er signifikant. Klorofyll og siktedyp er parametere hvor det er lett å analysere riktig, og sammen med den statistiske signifikansen fra trendanalysen, tyder dette på at denne negative utviklingen reell.

Av foregående kapitler fremgikk det at det ikke hadde vært noen forverring av eutrofisituasjonen av hverken Hillestadvannet eller Bergsvannet. Likeledes viser konsentrasjonene av forurensninger i utløpet fra Bergsvatn og ned i Eikerensvatn via kraftversktunnelen, også en nedadgående trend

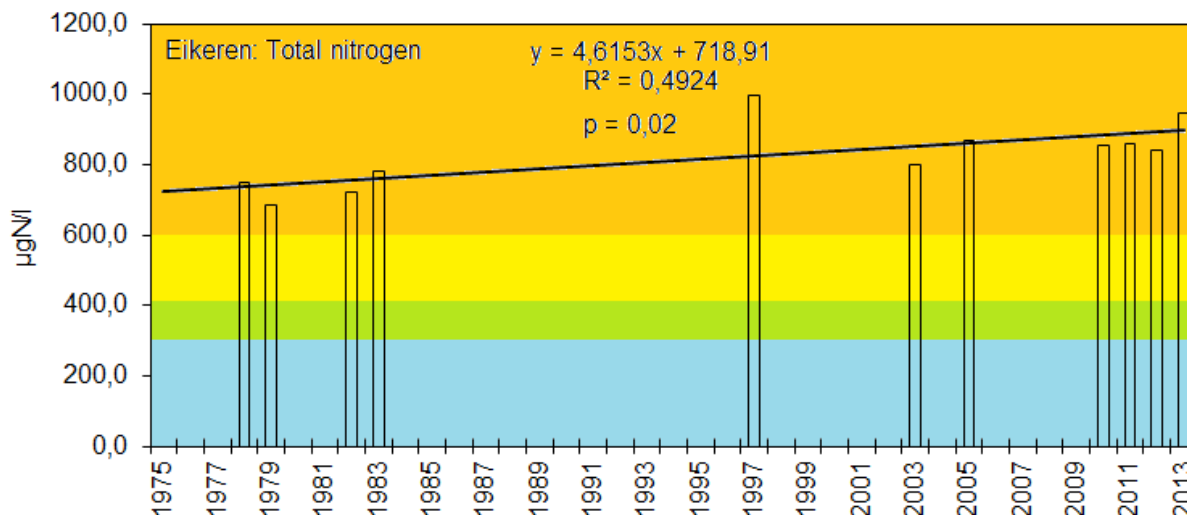
(Figur 15). Det er derfor vanskelig å si at forverringen av vannkvaliteten i Eikeren skyldes forhold lenger opp i nedbørfeltet, basert på de foreliggende dataene. Det kan tyde på at utviklingen i Eikeren skyldes økt næringssaltbelastning fra innsjøens lokal nedbørfelt. Men, Eikeren har lang oppholdstid, og reagerer sakte, så man kan ikke frikjenne tilrenning fra ovenforliggende vassdragsavsnitt fra å ha medvirkende årsak til den saktegående algevekstøkningen i Eikeren.



Figur 12. Inne i Eidsfoss er vannet preget av det grå-grønne vannet som kommer fra Bergsvannet. Ute ved Hesthammerøya er vannet tilsynelatende klart og fint, men altså ikke like klart som før. Bilder fra 1. august 2012. Foto: Dag Berge.



Figur 13. Total fosfor i Eikeren. Middelkonsentrasjoner over sommerhalvåret i sjiktet 0-10 m for ulike år.

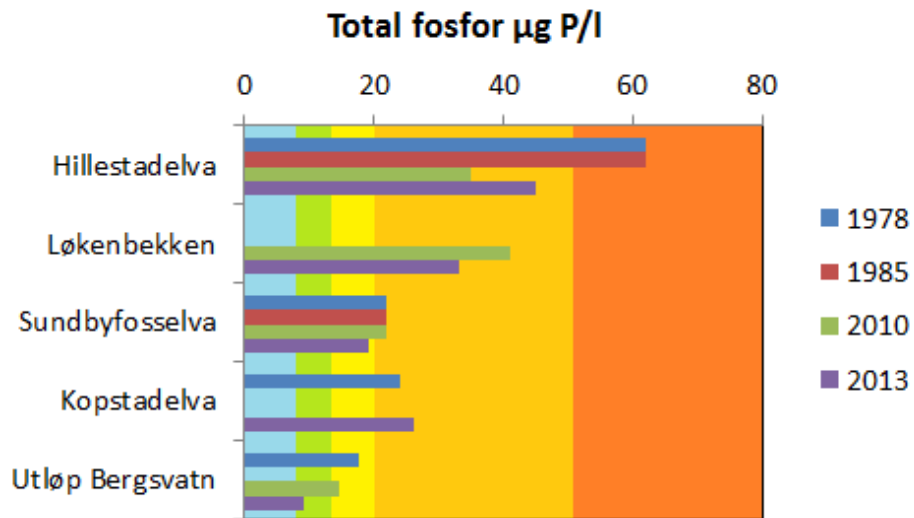


Figur 14. Total nitrogen i Eikeren. Middelkonsentrasjoner over sommerhalvåret i sjiktet 0-10 m for ulike år.

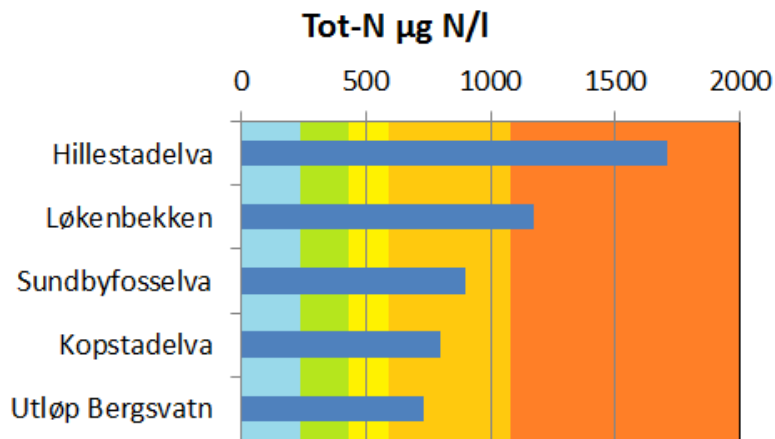
2.5 Undersøkelser i elvene

Hillestadelva renner fra Sukkevannet ved Gullhaug og passerer Godaker, Hynnås, Grelland, og Hillestad, alle er områder som har betydelig bebyggelse og jordbruk. Denne elven skal være avkloakert i det store og hele. Løkenbekken drenerer fra Eplerød og går gjennom jordbruksområdet i Nord-Hillestad, hvor det blant annet er et par-tre husdyrbruk. Det er ellers kun gårdsbebyggelse langs denne bekken. Kopstadelva er elva fra Vikevannet og ned til Bergsvannet i Eidsfoss. Her kommer blant annet utslippet fra rensesanlegget fra Hof sentrum ut. Vassdraget renner så gjennom Bergsvannet før det munner ut i Eikeren via en kraftverkstunnel. Prøvene fra utløp Bergsvann tas fra kraftverkstunnelen med innløp ca 6 m under høyeste regulerte vannstand i Bergsvannet.

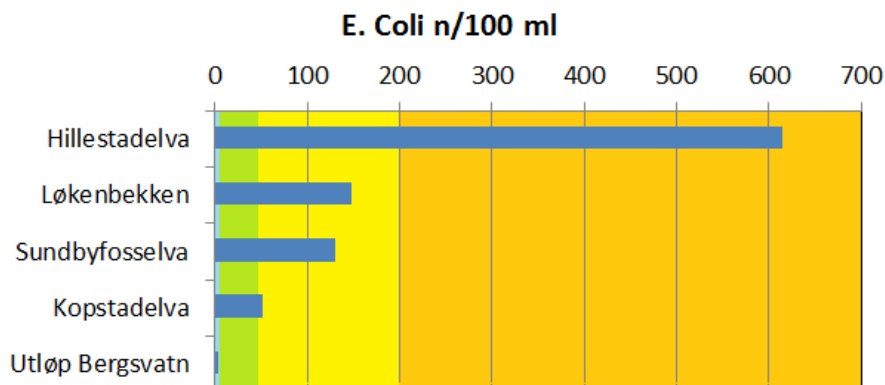
Av de viktigste tilløpselvene til Hillestadvannet, Hillestadelva, Sundbyfosselva og Løkenbekken, var den først nevnte den mest forurensede, både mht. total-fosfor, total-nitrogen og tarmbakterier, se **Figur 15 - Figur 17**. Sundbyfosselva renner forbi og dels gjennom Sundbyfoss tettsted, men ble avkloakert i 1976. Sundbyfosselva er minst forurenset av de tre. Det er bare få år man har prøver nok fra elvene til å lage en noenlunde sikker middelvei, så noen statistisk trendanalyse har ikke vært mulig å lage. Ser man på **Figur 15** så kan det se ut som om det har vært en bedring av vannkvaliteten i alle elvene, kanskje med unntak av Kopstadelva. I Hillestadelva har det også vært en økning det siste året. Utløpet av Bergsvann har bedret seg mht. til fosfor konsentrasjon, noe som skulle indikere at Eikeren mottar mindre forurensning fra søndre deler av vassdraget enn tidligere.



Figur 15. Middelskonsentrasjoner av total-fosfor for ulike år i de angitte elvene



Figur 16. Middelskonsentrasjon av total-nitrogen ved overvåkingen i 2013



Figur 17. Middelskonsentrasjoner av tarmbakterier (*E. coli*) i de angitte elvene i 2013

3. Litteratur

- Berge, D. 2011. Overvåking av eutrofisituasjonen i Eikerenvassdragets innsjøer 1974-2010. NIVA-rapport Lnr. 6172-2011, 52 sider.
- Vannforskriftens klassifiseringsveileder. 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.file
- SFT-veileder 97:04 (Bratli et al 1997). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-rapport TA-nr. 1468/1997, 31 sider.
- Berge, D. 2013. Fiskedød i Hillestadvannet 26-29. september 2012 – Vurderinger av mulige årsaker. NIVA-notat i brevs form Jnr. 37/13, 16. januar 2013, 13 sider.
- Hof kommune, Vestfold fylkeskommune 2013. Lokal tiltaksanalyse for Eikeren Vannområde, foredrag på folkemøte i Hof 25. nov. 2013.
- Karlsen, L. I. 2013: Lokal tiltaksanalyse for Eikeren Vannområde, Vestviken Vannregion. Foreløpig versjon per 13.12.2013. 56 sider, www.vannportalen.no

4. Primærdata

Kjemidataene ligger lagret i VIVs database Gurusoft og kan hentes derfra. De rapporteres derfor ikke her.

Tabell 7. Indekser basert på planteplanktonet i Hillestadvannet 2013.

	Verdi	EQR	nEQR	Klasse
Klorofyll a, µg/l	25.40	0.14	0.31	D
Totalt volum (mg/l)	14.22	0.00	0.00	SD
Planteplankton, trofisk indeks (PTI)	3.89	0.06	0.02	SD
Cyano _{max} , (mg/l)	14.99	0.00	0.00	SD
Totalvurdering planteplankton			0.06	SD

Tabell 8. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Hillestadvannet

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	Dyp	0-1,5m	0-1,5m
		16.7	14.8
Cyanophyceae (Blågrønnalger)			
<i>Dolichospermum crassum</i>		8.4	.
<i>Dolichospermum</i> sp.		148.2	.
<i>Aphanizomenon flexuosum</i>		386.9	2616.0
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>		2.5	.
Cyanobacteria, ubestemt		3.8	82.3
<i>Microcystis aeruginosa</i>		119.5	79.6
<i>Microcystis smithii</i>		47.8	.
<i>Microcystis viridis</i>		10640.9	12056.0
<i>Microcystis wesenbergii</i>		27.6	78.0
<i>Planktolyngbya limnetica</i>		10.3	43.7
<i>Planktolyngbya contorta</i>		18.0	29.2
<i>Planktothrix prolifica</i>		.	1.7
Sum - Blågrønnalger		11413.7	14986.5
Chlorophyceae (Grønnalger)			
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)		1.6	11.4
<i>Franceia ovalis</i>		.	3.3
<i>Lagerheimia subsalsa</i>		.	4.6
<i>Monoraphidium minutum</i>		.	3.9
<i>Oocystis parva</i>		.	1.6
<i>Pediastrum boryanum</i>		.	2.0
<i>Scenedesmus abundans</i>		101.3	153.6
<i>Scenedesmus acutiformis</i>		0.2	.
<i>Scenedesmus armatus</i>		55.5	35.9
<i>Scenedesmus denticulatus</i>		.	4.1
<i>Scenedesmus dimorphus</i>		.	4.9
<i>Scenedesmus opoliensis</i>		11.4	11.4

<i>Scenedesmus quadricauda</i>	333.3	107.8
<i>Staurastrum chaetoceras</i>	8.2	.
<i>Staurastrum paradoxum</i> var <i>parvum</i>	.	5.7
<i>Tetraedron minimum</i>	.	8.2
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6)	7.2	7.2
Sum - Grønnalger	518.7	365.6

Chrysophyceae (Gullalger)

<i>Craspedomonader</i>	1.1	7.4
<i>Paraphysomonas</i>	8.8	.
Små chrysomonader (<7)	7.4	51.0
Sum - Gullalger	17.3	58.4

Bacillariophyceae (Kiselalger)

<i>Aulacoseira ambigua</i>	161.7	314.5
<i>Aulacoseira islandica</i>	.	30.0
<i>Aulacoseira italica</i>	.	244.2
<i>Fragilaria</i> sp. (l=40-70)	6.5	3.3
<i>Ulnaria acus</i>	3.3	.
<i>Ulnaria delicatissima</i> var <i>angustissima</i>	36.8	0.3
<i>Gyrosigma acuminatus</i>	.	1.8
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	.	9.8
Sum - Kiselalger	208.3	603.9

Cryptophyceae (Svelgflagellater)

<i>Cryptomonas</i> sp. (l=15-18)	.	65.3
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=20-22)	9.8	39.2
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=24-30)	8.2	32.7
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=30-35)	22.1	.
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	12.3	14.7
Sum - Svelgflagellater	52.3	151.9

Dinophyceae (Fureflagellater)

<i>Gymnodinium</i> sp. (l=14-16)	.	8.6
<i>Peridiniopsis edax</i>	.	6.9
Sum - Fureflagellater	0.0	15.5

Euglenophyceae (Øyealger)

<i>Euglena proxima</i>	.	4.2
Sum - Øyealger	0.0	4.2

Haptophyceae (Svepeflagellater)

<i>Chrysochromulina parva</i>	.	1.3
Sum - Svepeflagellater	0.0	1.3

Ubestemte taxa

My-alger	4.2	3.3
Ubest.fargel flagellat	13.1	17.2
Sum - Ubestemte taxa	17.2	20.5

Sum total : 12235.8 16215.2

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