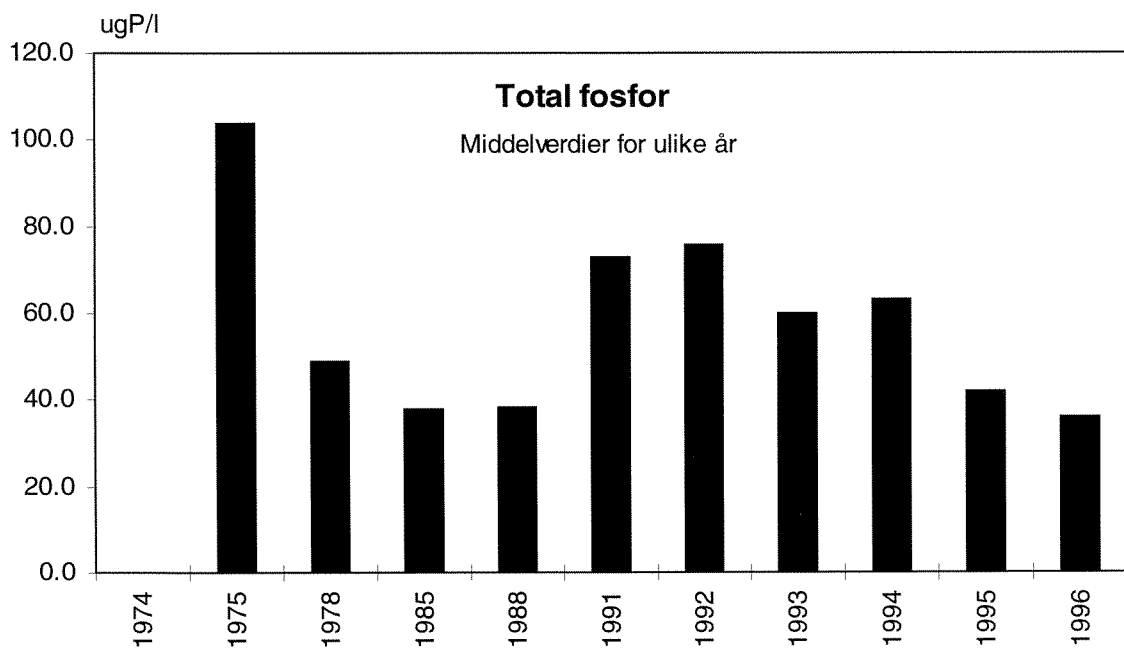


# En enkel overvåkingsundersøkelse av Hillestadvannet 1996



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 04 30 33  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgt 55  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 32 56 40  
Telefax (47) 55 32 88 33

**Akvaplan-NIVA A/S**

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel  En enkel overvåkingsundersøkelse av Hillestadvannet i 1996	Løpenr. (for bestilling) 3617-97	Dato 20. februar 1997
	Prosjektnr. Undernr. O-91083	Sider Pris 17
Forfatter(e)  Dag Berge	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e)  Hof og Holmestrand kommuner	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag :

Overvåkningsresultatene fra Hillestadvannet 1996 antyder en viss bedring av vannkvaliteten, men innsjøen må fortsatt karakteriseres som sterkt forurenset. Fosforkonsentrasjonen var i middel 36 ugP/l, konsentrasjonen av total nitrogen var 873 ugN/l, algemengden gitt som klorofyll a var i middel 35 ug/l. Midlere siktedyp var kun 0.9 m. Vannkvaliteten i 1996 var omlag som i 95, og betydelig bedre enn den man fant i 1994. Vannkvaliteten de 2 siste åra har vært blant de beste man har observert i Hillestadvannet siden målingene startet i midten av 1970-åra. Viktige årsaker til den observerte bedringen er sannsynligvis reduserte utslipp fra Hillestad, samt at terskelen som ble bygget ved utløpet av Vikevannet i 1993 har ført til en høyere sommervannstand. Hillestadvannet må karakteriseres som hypereutrof, eller sterkt overgjødset. Klassifisert etter vannkvalitetskriteriene til Statens forurensningstilsyn ligger den nå på grensen mellom dårligste og nest dårligste klasse. Tidligere har den ligget i dårligste klasse for alle parametrene.

Fire norske emneord 1. Overvåking 2. Eutrofiering 3. Alger 4. Næringsalter	Fire engelske emneord 1. Monitoring 2. Eutrophication 3. Algae 4. Nutrients
--	---

  
Dag Berge  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3173-0

  
Merete Johannessen  
Forskningsjef

O-91083

**En enkel overvåkingsundersøkelse av  
Hillestadvannet i 1996**

## Forord

Den foreliggende rapport er 6. årsrapport fra en enkel overvåkingsundersøkelse av Hillestadvannet igangsatt etter initiativ fra "Arbeidsgruppa for Eikerenvassdraget ovenfor Eidsfoss". Holmestrand og Hof kommuner er oppdragsgivere. Miljøvernrådsgiver Sigrid Skauge i Hof er kontaktperson, og har vært ansvarlig for innsamling av vannprøver. Miljøvernrådsgiver Åse Dahl er kontaktperson for Holmestrand kommune.

De kjemiske analysene er foretatt ved NIVA's laboratorium i Oslo. Cand. real. Dag Berge har vært NIVA's saksbehandler, og har vært ansvarlige for data-bearbeidelsen og rapporteringen.

Oslo 20. februar 1997

Dag Berge

---

# Innhold

<b>1. KONKLUSJON</b>	<b>5</b>
<b>2. INNLEDNING</b>	<b>6</b>
<b>3. RESULTATER OG DISKUSJON</b>	<b>8</b>
3.1 Total fosfor	8
3.2 Total nitrogen	9
3.3 Algemengde gitt som klorofyll-a	11
3.4 Siktedyp	13
<b>4. KLASSIFISERING AV TILSTAND</b>	<b>15</b>
<b>5. LITTERATURREFERANSER</b>	<b>16</b>
<b>6. VEDLEGG - PRIMÆRDATA</b>	<b>17</b>

---

# 1. KONKLUSJON

Overvåkningsresultatene fra Hillestadvannet 1996 antyder en viss bedring av vannkvaliteten, men innsjøen må fortsatt karakteriseres som sterkt forurenset. Fosforkonsentrasjonen var i middel 36 ugP/l, konsentrasjonen av total nitrogen var 873 ugN/l, algemengden gitt som klorofyll a var i middel 35 ug/l. Midlere siktedyp var kun 0.9 m.

Vannkvaliteten i 1996 var omlag som i 95, og betydelig bedre enn den man fant i 1994. Vannkvaliteten de 2 siste åra har vært blant de beste man har observert i Hillestadvannet siden målingene startet i midten av 1970-åra.

Viktige årsaker til den observerte bedringen er sannsynligvis reduserte utslipp fra Hillestad, samt at terskelen som ble bygget ved utløpet av Vikevannet i 1993 har ført til en høyere sommervannstand.

Hillestadvannet må karakteriseres som hypereutrof, eller sterkt overgjødslet. Klassifisert etter vannkvalitetskriteriene til Statens forurensningstilsyn ligger den nå på grensen mellom dårligste og nest dårligste klasse. Tidligere har den ligget i dårligste klasse for alle parametrene.

Selv om man nå ser antydning til at utviklingen av vannkvaliteten går den rette vegen i Hillestadvannet, må det minnes om at år til år variasjoner i meteorologiske forhold også har også betydning i denne grunne innsjøen. Bare gjennom en fortsettelse av overvåkingsprogrammet kan det sikkert avdekkes hvordan forholdene i Hillestadvannet utvikler seg.

## 2. INNLEDNING

Hillestadvannet er en grunn, eutrof (innsjø) i indre Vestfold. Ca halve innsjøen ligger i Holmestrand kommune og den andre halvparten i Hof kommune.

Innsjøen har fra naturens side vært næringsrik slik den ligger i næringsrike marine avsetninger. Imidlertid har den blitt betydelig eutrofiert (overgjødslet) i moderne tid som følge av menneskelig aktivitet, særlig av kloakktilførsel og jordbruksavrenning.

I 1950-60-åra skjedde den mest dramatiske eutrofieringen som en direkte følge av økt boligreisning i nedbørfeltet, samt overgangen til moderne sanitæranlegg. Men det er klart at økt næringssaltavrenning fra jordbruket også har bidratt. Denne er hovedsakelig forårsaket av økt forbruk av kunstgjødsel samt økt høstpløyd areal i tiden etter krigen.

Jordbruket har også påvirket innsjøen gjennom senkninger, som er hjemlet i en tillatelse fra 1920-åra. Som følge av disse er det innvunnet ca 2000 da dyrkingsjord. Det meste av denne ligger helt ned til vassdraget. Den "næringssaltabsorberende kantsone-skogen" ned mot vannet er således betydelig redusert.

Den egentlige senkingen ble foretatt i 1930-åra. Senere senkinger har skjedd som et resultat av opprenskningsarbeider (vedlikehold av den første senking) i utløpselven til Vikevannet og Hillestadvannet. Siv- og buskvegetasjon som etablerer seg i utløpet i åras løp forårsaker demmingeffekter, som igjen gir oversvømmelser vår og høst. Siste opprenskning skjedde våren 1989, med en anslått senkingseffekt på 20-30 cm. Tatt i betraktning at Hillestadvannet bare har et middeldyp på 1.9 m (før siste senking) betyr en tilsynelatende liten senking nokså mye mht. volumreduksjon, og dermed økt forurensningskonsentrasjon. Se Berge (1990) for mer informasjon om dette.

Disse senkingsarbeidene var noe av bakgrunnen for at overvåkingsundersøkelsen ble igangsatt. En annen bakgrunn for at man ønsket å følge utviklingen, var at Holmestrand kommune er i gang med å sanere en god del av kloakktilførselene som drenerer til Hillestadvannet. Overvåkingen skal måle effekten av disse. Hof kommune har sanert det meste av sin kloakktilførsel for en del år tilbake.

Våren 1993 ble det bygget en terskel i utløpet av Vikevannet som har hevet minimumsvannstanden om sommeren. Dette tiltaket skulle bidra til å redusere den eutrofi-erende effekten av den siste senkingen. Overvåkingen er også ment å kunne belyse effekten av dette tiltaket.

Undersøkelsen har bestått i å måle siktedyp, fosforkonsentrasjon, nitrogenkonsentrasjon og algemengde på en stasjon midt ute på Hillestadvannet gjennom sommerhalvåret (vekstsesongen).

Årets resultater blir sammenliknet med data fra tidligere undersøkelser, som er hentet fra Berge (1976), Berge og Johannessen (1979), Åstebøl og medarb.. (1987), Berge (1989, 1990, 1993, 1994, 1996, og Berge og Fjeld 1995).



### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Total fosfor

Fosfor er det viktigste næringssaltet med hensyn til stimulering av algevekst i ferskvann. 1996 - resultatene for total fosforkonsentrasjon i Hillestadvannets vannmasser er gitt i fig.1, øvre plansje.

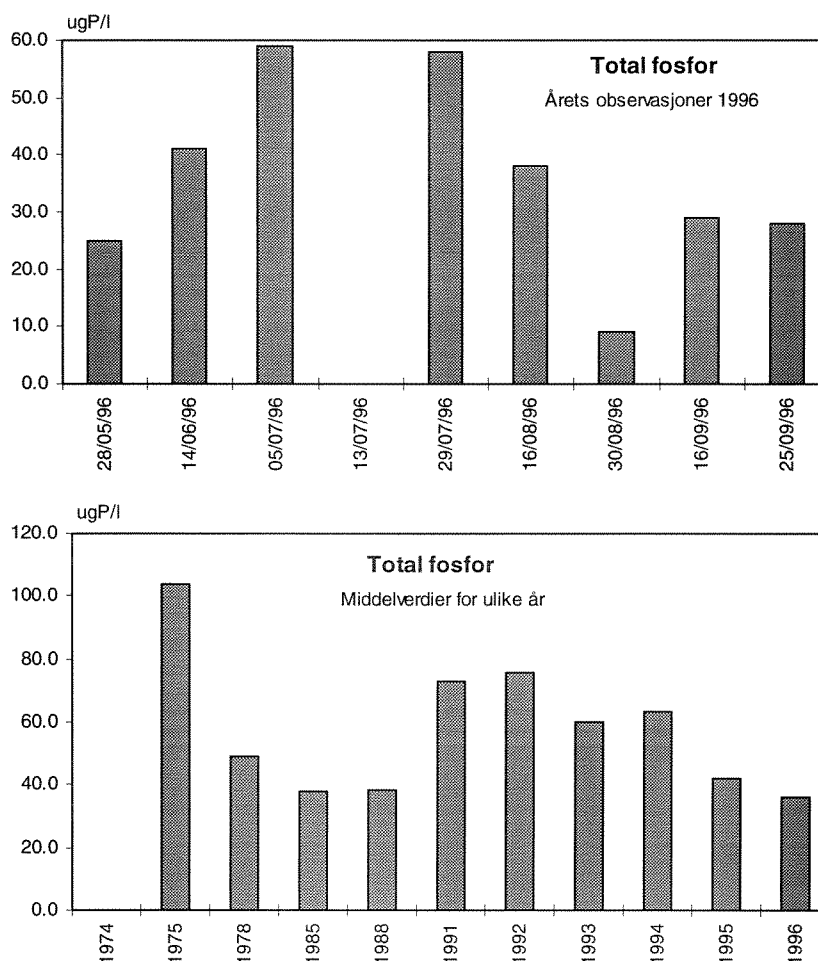


Fig.1 Total fosforkonsentrasjon i Hillestadvannet. I øvre panel vises årets resultater, mens i nedre panel er det ført opp midlere konsentrasjoner i sommerhalvåret for de ulike år det finnes data fra. (blandprøver 0-1.5m)

Konsentrasjonene av totalfosfor er høye og vitner klart om Hillestadvannets høyeutrofe (sterkt overgjødslende) karakter. Høyeste verdi i 1996 fant vi i juli hvor det ble målt 59 ugP/l. Dette er mindre enn maksimalkonsentrasjonen i 1994 og 95 som var på hhv. 91 og 72 ugP/l. Ved å se på kurven over sesongvariasjon for 1996, ser man at konsentrasjonen stiger fra en basiskonsentrasjon rundt 30 på forsommeren og når maksimum midtsommers og avtar mot basisnivået på omlag 30 ugP/l i september. Dette er et typisk forløp for

fosforkonsentrasjon i høyeutrofe, grunne innsjøer, hvor den kraftige økningen midtsommers skyldes indre gjødsling betinget av kombinasjonen høy pH og vindgenerert oppvirvling av bunnslam. Den høye pH dannes ved høy algeproduksjon. Ved høy pH reduseres sedimentpartiklenes bindingskapasitet til fosfor og fosfor frigis til de frie vannmasser. Prosessen akselereres ved at sedimentpartikler i denne grunne innsjøen virvles opp ved vind. Frigivingen av fosfor gir igjen høyere algeproduksjon og man har startet en ond sirkel.

Hvis man ser på det nedre panelet i fig. 1 som viser midlere fosforkonsentrasjon ved ulike år, ses at man hadde høye konsentrasjoner i 1975, deretter en periode med lavere konsentrasjoner igjen, og så betydelig høyere konsentrasjoner i 1991 og 92, og en viss nedgang de senere årene. Nedgangen etter 1975 hadde utvilsomt sammenheng med bygging av renseanlegg og avledning av kloakk fra Sundbyfoss (Hof kommune) og at kloakken fra Gullhaug og Godaker-lia (Holmestrand kommune) ble pumpet over til Holmestrandsfjorden.

I 1989 ble innsjøens vannstand senket ca 20-30 cm som følge av opprensningen av utløpet av Vikevannet. Denne moderate senkingen vil i denne grunne innsjøen kunne øke fosforkonsentrasjonen (se Berge 1990), og det er nærliggende å gi senkingen skylda for den observerte økningen i 1991 og 1992. Likeledes er det nærliggende å si at byggingen av terskelen i Vikevannets utløp (heving av sommervannstanden) har gitt en viss positiv effekt med lavere fosforkonsentrasjon igjen i de senere år. Økningen i 1991 og 1992 (nærmest fordobling) er imidlertid større enn det som kan beregnes å være et resultat av senkingen. Det er trolig meteorologiske forskjeller mellom de ulike år som er med på å forklare forskjellene. Årene 1975, 1991, 1992 og 1994 hadde alle særlig varme og tørre somre, hvor vannstanden blir ekstra lav og fortykning av de innkommende forurensninger blir ekstra liten. I 1995 og 96 var det kaldt og vått i juni, noe som gav seg utslag i lite alger i denne måneden. Resten av sommeren var varm og tørr. De andre somrene vi har observasjoner fra var mer normale med hensyn til nedbør. Man trenger imidlertid data fra noen flere år før man kan gjøre noen sikre analyser av væretts effekt.

Sommernivået av fosfor i 1996 var lavere enn det man har hatt de seneste årene. Faktisk må en tilbake til 1988 for å finne så lav middelkonsentrasjon av fosfor. Dette kan tyde på at en ser positive effekter av en økt renseanleggstilknytning i Holmestrand, samt en noe høyere sommervannstand som følge av terskelen i Vikevannets utløp.

### **3.2 Total nitrogen**

Konsentrasjoner av total nitrogen i Hillestadvannets frie vannmasser (0-1.5m) er fremstilt i fig. 2.

Konsentrasjonene av total nitrogen er høye etter norske forhold og varierer fra 625-1910 ugN/l. Sesongvariasjonen for total nitrogen har et noe annet forløp enn for fosfor. Man har gjerne et høyt nivå om våren og får et avtak ut gjennom vekstsesongen, delvis som følge av forbruk i innsjøen og redusert avrenning. Nitrogen tilførselen er i større grad enn for fosfor styrt av diffus avrenning fra dyrket mark, og er sterkt påvirket av opptak fra

terrestrisk vegetasjon. Tilførslene er derfor ofte størst utenfor vekstsesongen (vår og høst). Nitrogen bindes heller ikke nevneverdig i jordsmonnet, slik at enhver økning i nedbør og avrenning gir en økning i nitrogentilførslen.

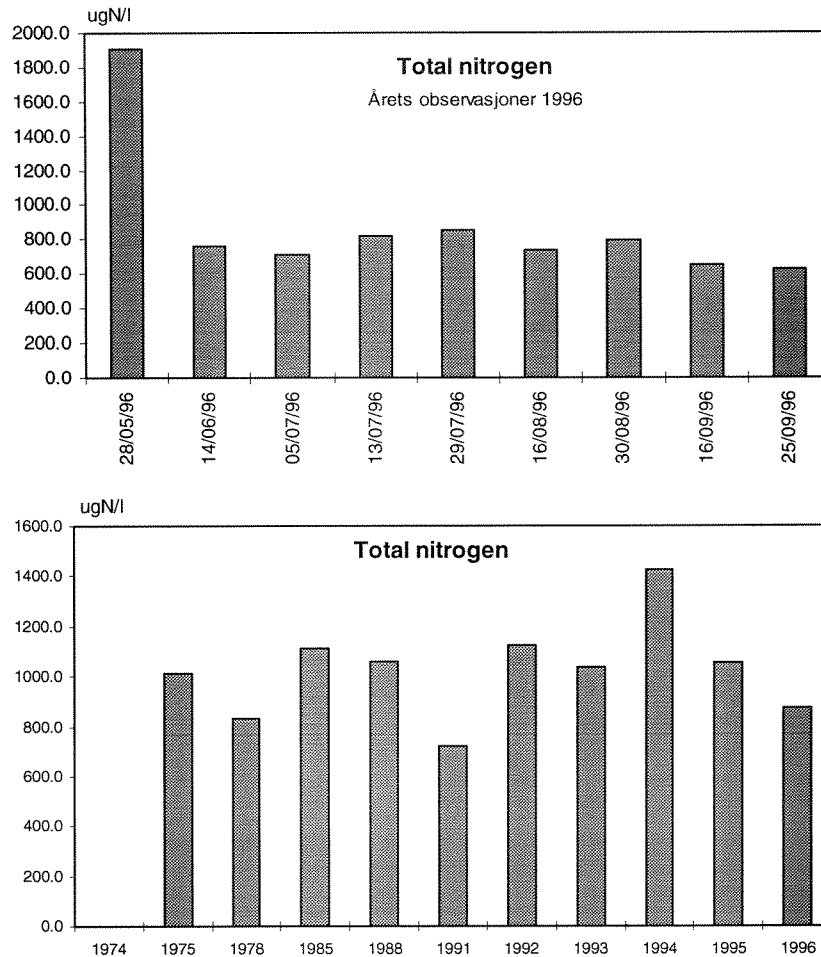


Fig.2 Konsentrasjonen av total nitrogen i Hillestadvannet (0-1.5 m blandprøve). I øvre panel vises sesongvariasjonen i 1996, og i nedre panel midlere konsentrasjon over sommerhalvåret for de år vi har data fra.

Den midlere nitrogenkonsentrasjonen har hatt en synkende tendens de seneste årene, men det er ikke mulig å se noen klar trend i konsentrasjonsutviklingen fra år til år over hele overvåkingsperioden (se fig.2, nedre panel). Konsentrasjonene må sies å ligge jevnt høyt i hele perioden. Det kan imidlertid nevnes at i de årene man har drevet vassdragsovervåking (ca fra 1970-nå) har nitrogenkonsentrasjonen vist en stigende tendens i mer eller mindre alle vassdrag rundt om i landet, spesielt i siviliserte strøk, men også til en viss grad i avsidesliggende strøk. I de avsidesliggende strøk skyldes økningen atmosfærisk nedfall, mens i bebygde strøk skyldes økningen hovedsaklig kloakktilførsel og jordbruksavrenning.

### 3.3 Algemengde gitt som klorofyll-a

Vannets konsentrasjon av klorofyll a er et indirekte mål på algemengden i innsjøen. Resultatene er gitt i fig. 3.

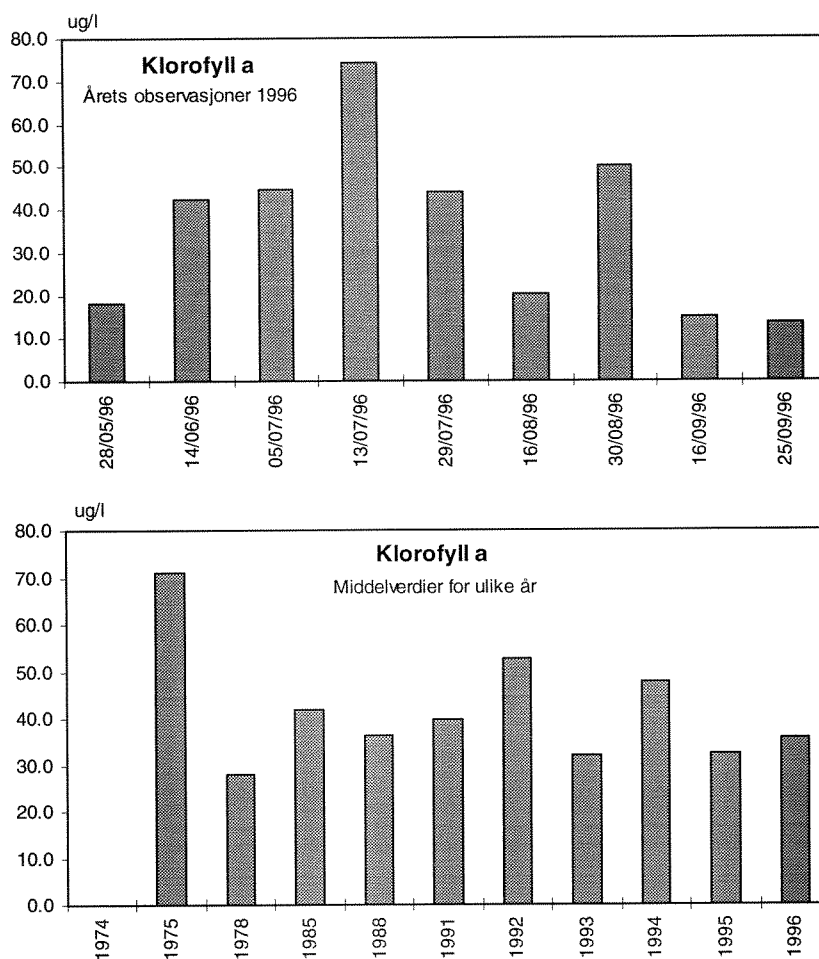


Fig.3 Algemengden i Hillestadvannet gitt som klorofyll a konsentrasjon (0-1.5 m blandprøver). Øvre panel viser resultatene fra 1996, mens nedre panel viser middelerverdiene fra sommerhalvåret i de år vi har data fra.

Konsentrasjonen av klorofyll-a er meget høy i Hillestadvannet sammenliknet med hva som er vanlig for norske forhold. Verdiene i 1996 varierte mellom 14 og 75 ug kla/l, mens middelerverdien var 35 ug/l. Dette er omtrent som i 1995, og blandt de laveste nivåer som er målt i Hillestadvannet siden målingene startet i 1975. På samme måte som total fosfor indikerer utviklingen av algemngden at det har skjedd en bedring av vannkvaliteten de senere åra i Hillestadvannet.

Klorofyllkonsentrasjonen har omtrent samme sesongvariasjon som kurven over total fosfor, med lave verdier i mai og mot slutten av september, og et høyt nivå midtsommers. Algemengden er direkte avhengig av fosforkonsentrasjonen for å kunne produsere, så det

er ikke overaskende at forløpet er noenlunde ens for de to parametrene. Økt algeproduksjon fører til høy pH som igjen fører til utlekking av fosfor fra sedimentpartikler, slik at konsentrasjonene gjensidig påvirker hverandre (indre gjødsling).

Når det gjelder algemengden ved ulike år, er det også et visst likhetsmønster med fosforkonsentrasjonene. Vi har i fig. 4. framstilt sammenhengen mellom total fosfor og midlere algemengde (målt som klorofyll a) for de ulike årene.

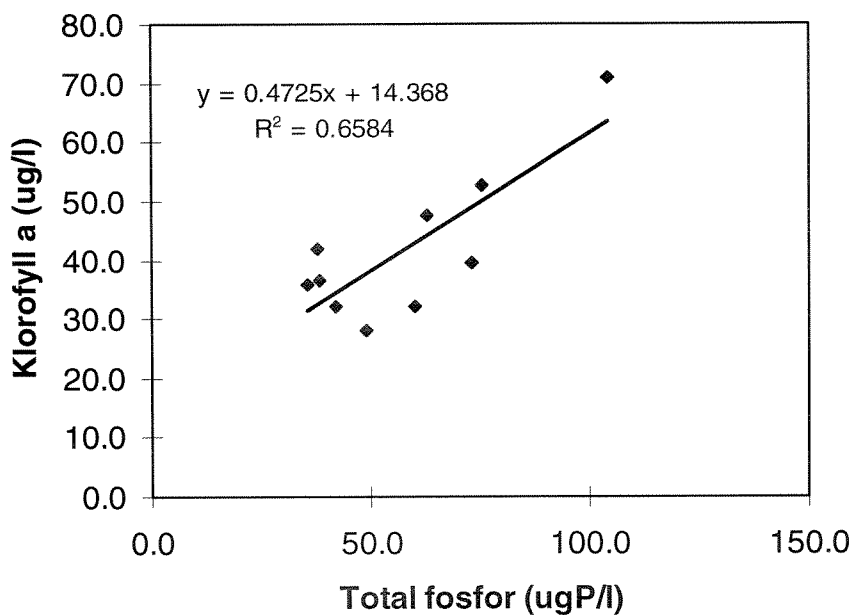


Fig. 4. Sammenhengen mellom midlere algemengde (klorofyll a) og total fosfor for undersøkelsesårene i perioden 1975-1996.

### 3.4 Siktedyp

Siktedyp i en innsjø er bestemt av vannets innhold av alger, av uorganisk materiale som f.eks. oppvirvlet sediment, eller inntransportert leirholdig flomvann, og av innhold av humus, dvs. grad av myrvannskarakter. I Hillestadvannet er det først og fremst alger og resuspendert sediment som er styrende faktorer for siktedypet. Resultatene over siktedypsmålinger er gitt i fig.5.

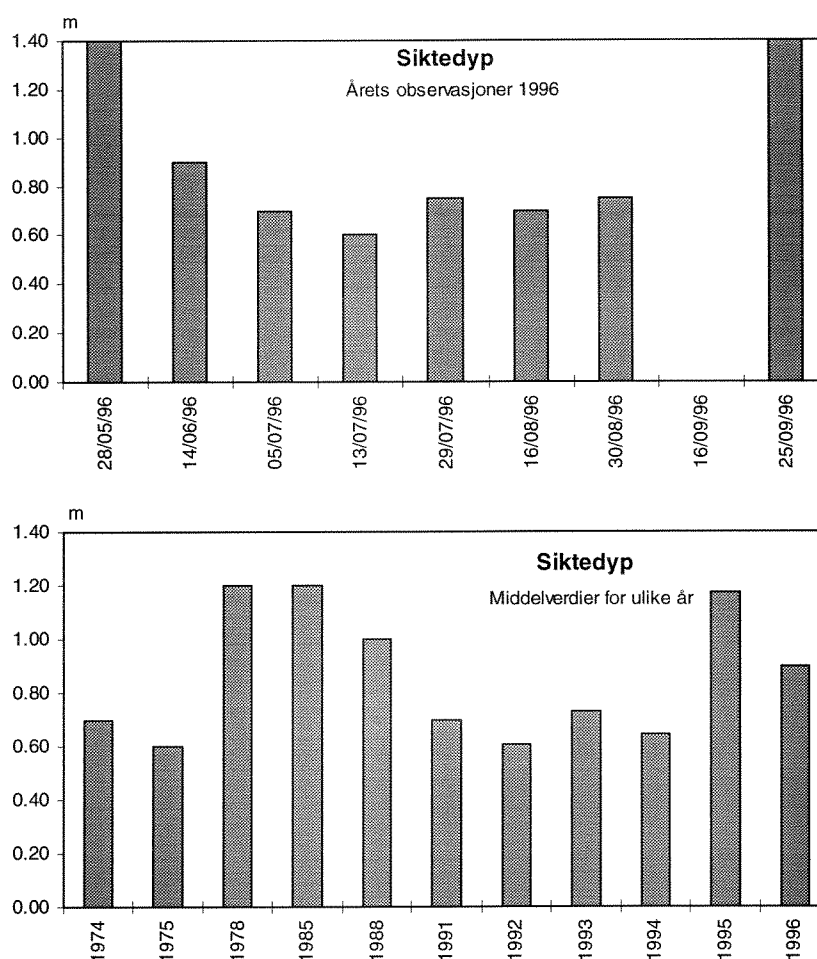


Fig. 5. Siktedypsmålinger i Hillestadvatn. Øvre panel viser resultatene fra sommerhalvåret 1996, mens nedre panel viser resultater fra de ulike årene vi har data fra.

Siktedypet i Hillestadvannet er svært lite etter norske forhold, og vitner om mye alger. Verdiene varierte mellom 0.6-1.7 m. Variasjonsmønsteret over sommeren var invertert av mengden, dvs. siktedypet var størst når det var minst alger og minst når det var mest alger. Siktedypet viste også et invertert forhold til fosforkonsentrasjonen, noe som er naturlig når man har årsakssammenhengen: fosfor styrer mengde - mengden styrer siktedypet. I fig. 6 har vi framstilt sammenhengen mellom total fosfor og siktedyp, og klorofyll-a og siktedyp for de enkelte årene vi har data fra.

Siktedypet var lavt i 1974 og 75 før den første kloakksaneringen, økte deretter betydelig helt til 1991 og 1992 hvor sikten i vannet igjen har vært meget lav. I 1993 var det mindre alger og sikten bedret seg, mens i 1994 ble det igjen noe mer alger og sikten i vannet gikk ned. I 1996 var det en betydelig bedring i sikten i vannet. Denne bedringen er helt parallell til den man observerte for næringsalter og algemengde.

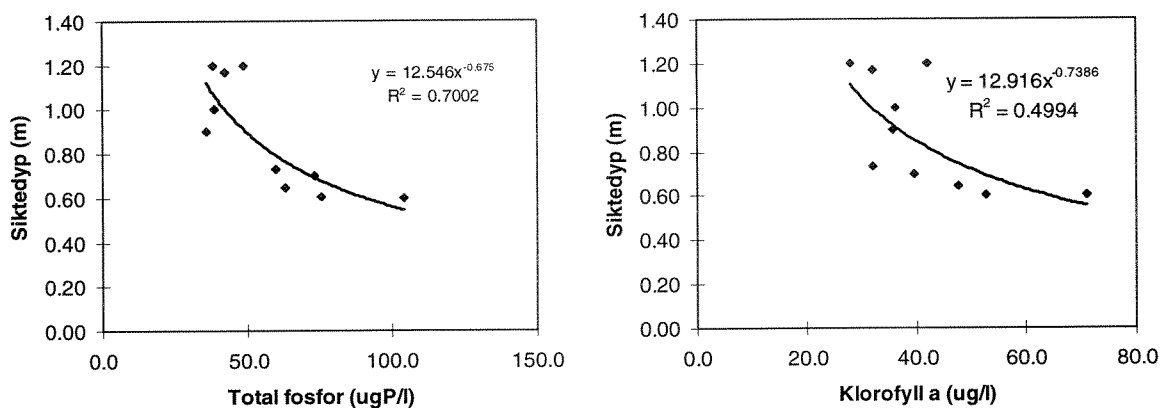


Fig. 6. Sammenhengen mellom gjennomsnittlig total fosfor, klorofyll a og siktedyp i Hillestadvatn for undersøkelsesårene i perioden 1978-1996.

## 4. KLASSIFISERING AV TILSTAND

I nedenstående tabell er vannkvaliteten klassifisert etter SFT's "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Holtan og Rosland 1992). Vannkvaliteten i Hillestadvannet kommer dårlig ut i dette systemet, og karakteriseres som "dårlig" til "meget dårlig". Imidlertid gikk vannkvaliteten opp en klasse for 2 av de overvåkte parameterne fra 1994 til 1995, nærmere bestemt total fosfor og siktedyp. For fosfor beholdt man denne klassen også i 1996, mens siktedyp falt ned igjen en klasse. I de fleste tidligere år har vannkvaliteten ligget i dårligste klasse for alle parameterne. Selv om man har begynt å se antydninger til bedring de siste årene, er det altså et stykke igjen til alt er vel med Hillestadvannet.

Tabell 1. Klassifisering av vannkvaliteten i Hillestadvannet etter SFT's "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann".

Parameter	Middelkon- sentrasjon 1996	Tilstands- klasse	Tilstandsbe- skrivelse	SFT's grense for bedre klasse (4)
Total fosfor (ugP/l)	36	4	dårlig	<50
Total nitrogen (ugN/l)	873	5	meget dårlig	<800
Klorofyll a (ug/l)	36	5	"	<20
Siktedyp (m)	0.9	4	meget dårlig	>1



## 5. LITTERATURREFERANSER

- Arbeidsgruppa for Eikernvassdraget oppstrøms Eikeren 1992: Tiltaksplan. Hof kommune/Holmestrand kommune. 27 sider + vedlegg.
- Berge, D. 1976: HILLESTADVANNET OG GRENNEVANNET. Hydrografi, fytoplankton, og dammuslingen *Anodonta piscinalis*. Hovedfagsoppgave i Limnologi ved Universitetet i Oslo, 1976: 203 sider.
- Berge, D. og M. Johannessen 1979: Limnologiske undersøkelser i Eikernvassdraget 1978. NIVA-rapport O-74102: 45 sider.
- Åstebøl, S.O., F. Rosland, B. Malme og D. Berge 1987: Vannbruksplan for Eikernvassdraget. Delutredning om vannkvalitet, forurensningstilførsler, samt tiltak for å sikre Eikeren som fremtidig drikkevannskilde. Fellesrapport GEFO/NIVA 1987: 70 sider.
- Berge, D. 1988: Morfometri, hydrologi, vannkvalitet og beregning av akseptabel fosforbelastning i 15 Vestfoldinnsjøer. NIVA-rapport O-87062: 98 sider.
- Berge, D. 1990: Konsekvensvurdering av senkingen av Hillestadvannet, Hagestadvannet og Vikevannet i 1989, samt vurderinger for fastsettelse av vannstand i Bergsvannet. NIVA-rapport O-89243/O-90014: 30 sider.
- Berge, D. 1992. En enkel overvåking av Hillestadvannet 1991. NIVA-rapport O-91083/Lnr-2673.
- Berge, D. 1993. En enkel overvåking av Hillestadvannet 1992. NIVA-rapport O-91083/Lnr-2897.
- Berge, D. 1994. En enkel overvåking av Hillestadvannet 1993. NIVA-rapport O-91083/Lnr-3056.
- Berge, D. og E. Fjeld, 1995. En enkel overvåking av Hillestadvannet 1994. NIVA-rapport O-91083/Lnr-3239.
- Berge, D. 1996: En enkel overvåking av Hillestadvannet 1995. NIVA-rapport O-91083/Lnr-3463-96., 17 sider.

## 6. VEDLEGG - PRIMÆRDATA

Tabell P1 Hillestadvannet 1996. Blandprøver fra produksjonssjiktet (1-1.5 m)

dato	Total nitrogen $\mu\text{gN/l}$	Total fosfor $\mu\text{gP/l}$	Klorofyll-a $\mu\text{gKla/l}$	siktedyp m
28/05/96	1910.0	25.0	18.3	1.40
14/06/96	760.0	41.0	42.4	0.90
05/07/96	710.0	59.0	44.8	0.70
13/07/96	820.0		74.4	0.60
29/07/96	850.0	58.0	44.0	0.75
16/08/96	735.0	38.0	20.1	0.70
30/08/96	795.0	9.0	50.2	0.75
16/09/96	655.0	29.0	14.7	
25/09/96	625.0	28.0	13.5	1.40

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3617-97

ISBN 82-577-3173-0