



O-91083

En enkel  
overvåkingsundersøkelse  
av Hillestadvannet  
i 1994

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-91083	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3239	

<b>Hovedkontor</b>	<b>Sørlandsavdelingen</b>	<b>Østlandsavdelingen</b>	<b>Vestlandsavdelingen</b>	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b>
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
En enkel overvåkingsundersøkelse av Hillestadvannet i 1994	April	NIVA 1995
	Faggruppe:	
	Vassdrag	
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Dag Berge	Vestfold	
Eirik Fjeld	Antall sider:	Opplag:
	14	50

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Holmestand og Hof kommuner	

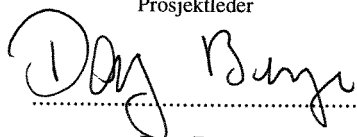
**Ekstrakt:**

Overvåkingen i 1994 viser at Hillestadvannet er meget næringsrikt (høyeutrof). Midlere konsentrasjon av totalfosfor var 63 ug P/l, total nitrogen 1423 ugN/l, Klorofyll-a 48 ug/l og siktedypet var 0.6 m. I henhold til vannkvalitetskriteriene til Statens forurensningstilsyn plasseres Hillestadvannet i høyeste forurensningsklasse. Vannkvaliteten klassifiseres som meget dårlig (klasse 5). Forholdene i 1994 var noe dårligere enn i 1993, men bedre enn i 1991 og 1992. Bedringen kan ses i sammenheng med hevingen av sommervannstanden ved terskel i utløpet av Vikevannet, og redusert tilførsel av fosfor ved tiltak mot sanitærvløp i Holmestrand. Meteorologiske år-til-år variasjoner kan imidlertid også forklare en del av forskjellene i de observerte data.


- 4 emneord, norske
1. Eutrofiering
  2. Overvåking
  3. Næringssalter
  4. Plantep plankton

- 4 emneord, engelske
1. Eutrophication
  2. Monitoring
  3. Nutrients
  4. Phytoplankton

Prosjektleder

  
Dag Berge

For administrasjonen

  
Merete Johannessen

ISBN-82-577-2745-8

**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING**

**Oslo**

**O-91083**

**EN ENKEL OVERVÅKINGSUNDERSØKELSE**

**AV**

**HILLESTADVANNET I 1994**

Brekke 19. April 1995

Saksbehandler: Dag Berge  
Medarbeider: Eirik Fjeld  
*Knut Johnsen*

## **FORORD**

Den foreliggende rapport er 4. årsrapport fra en enkel overvåkingsundersøkelse av Hillestadvannet igangsatt etter initiativ fra "Arbeidsgruppa for Eikerenvassdraget ovenfor Eidsfoss". Holmestrand og Hof kommuner er oppdragsgivere. Miljøvernrådgiver Knut J. Johnsen i Hof er kontaktperson, og har vært ansvarlig for innsamling av vannprøver.

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

Oslo 19. april 1995

Dag Berge

## INNHOLDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON .....	4
INNLEDNING .....	5
RESULTATER OG DISKUSJON .....	6
Total fosfor .....	6
Total nitrogen .....	7
Algemengde gitt som klorofyll-a .....	9
Siktedyp .....	11
Klassifisering av tilstand .....	12
LITTERATURREFERANSER .....	13
VEDLEGG - PRIMÆRDATA .....	14

## KONKLUSJON

Overvåkningsresultatene fra Hillestadvannet 1994 viste fortsatt at Hillestadvannet må karakteriseres som sterkt forurenset. Fosforkonsentrasjonen var i middel 63 ugP/l, konsentrasjonen av total nitrogen var 1423 ugN/l, algemengden gitt som klorofyll a var i middel 48 ug/l. Midlere siktedyp var kun 0.6 m.

Vannkvaliteten i 1994 var i det store og hele nokså lik den man fant i 1993, men med noe høyere algemengde. Dette betyr at vannkvaliteten har bedret seg noe sammenliknet med 1991 og 1992. Viktige årsaker til dette er trolig klimatiske forhold, samt at terskelen som ble bygget ved utløpet av Vikevannet i 1993, har ført til en høyere sommervannstand. Konsentrasjonen av total nitrogen var meget høy i 1995. Dette kan ha sammenheng med at tørke på jordene har bidratt til at kornet ikke har vært i stand til å ta opp gjødsel, som i større grad enn ellers har havnet i drencsystemene.

Hillestadvannet må karakteriseres som hypereutrof, eller sterkt overgjødslet. Klassifisert etter vannkvalitetskriteriene til Statens forurensningstilsyn ligger den i høyeste forurensningsklasse, klasse 5: meget sterkt forurenset. Bare gjennom en fortsettelse av overvåkingsprogrammet kan det sikkert avdekkes hvordan forholdene i Hillestadvannet utvikler seg.

## 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 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 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 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.

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 og 1994). Det foretas ikke noen omfattende faglig diskusjon av resultatene. Dette er det mest hensiktsmessig å gjøre med noen års mellomrom, f.eks. hvert 5. år, hvor det kan gjøres trendanalyser etc.

## RESULTATER OG DISKUSJON

### Total fosfor

Fosfor er det viktigste næringssaltet med hensyn til stimulering av algevekst i ferskvann. 1994 - resultatene for total fosforkonsentrasjon i Hillestadvannets vannmasser er gitt i fig.1.

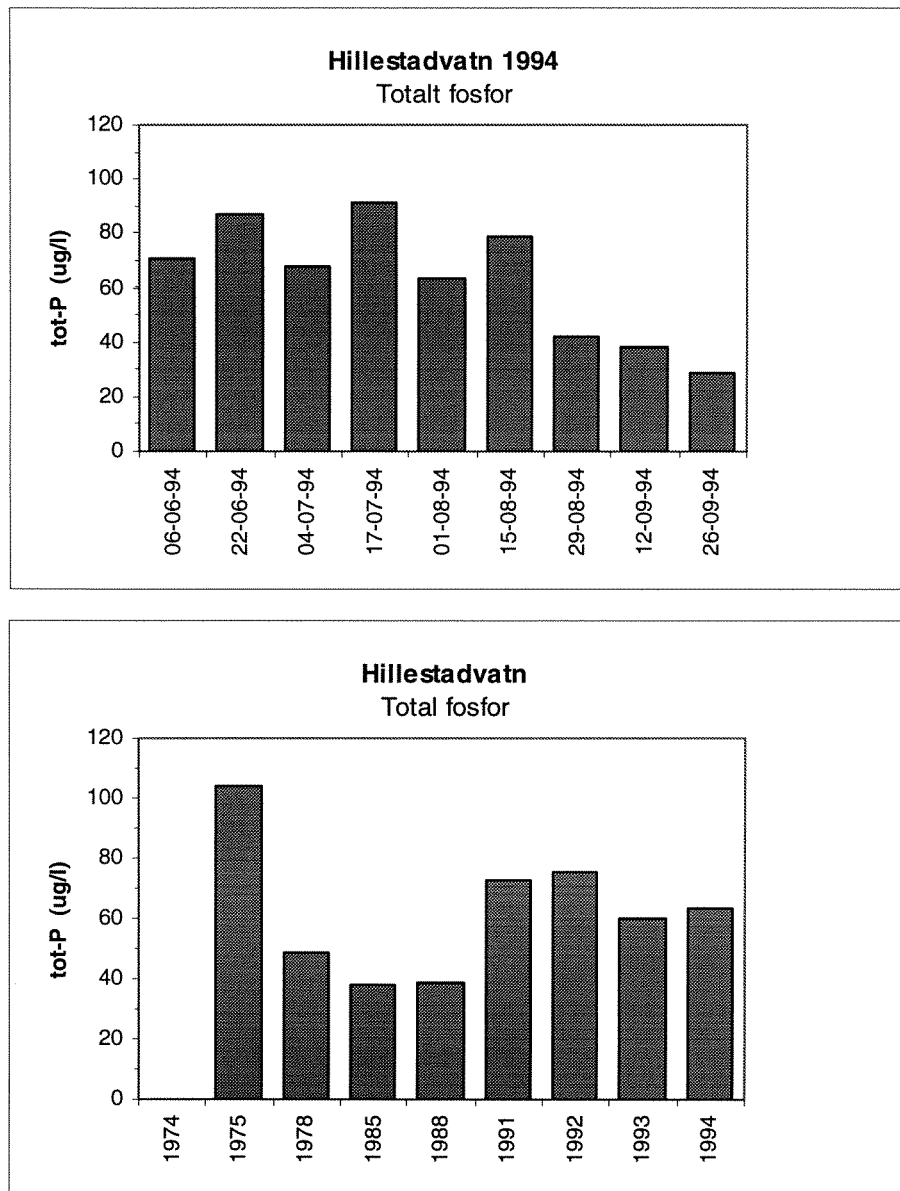


Fig.1 Total fosforkonsentrasjon i Hillestadvannet. I øvre panel vises årets resultater, mens i nedre panel er det ført opp midlere konsentrasjoner i sommerhalvåret for de ulike år det finnes data fra. (blandprøver 0-1.5m)

Konsentrasjonene er høye og vitner klart om Hillestadvannets høyeutrofe (sterkt overgjødslede) karakter. Høyeste verdi i 1994 fant vi i juli hvor det ble målt 91 µgP/l. Ved



å se på kurven over sesongvariasjon for 1994, ser man at konsentrasjonen stiger fra mai av og utover sommersesongen, for deretter å synke ned til et basisnivå på omlag 40 ugP/l. 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 sedimentpartiklens 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.

Sommernivået av fosfor i 1994 var omlag likt det man fant i 1993, men noe lavere enn i 1991 og 1992. Dette kan tyde på at en ser positive effekter av en økt renseanleggtilknytning i Holmestrand, samt en noe høyere vannstand.

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 det siste året. 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 har gitt en viss positiv effekt med lavere fosforkonsentrasjon igjen i 1993 og 1994. Økningen i 1991 og 1992 (nærmest fordobling) er imidlertid betydelig 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. 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.

## **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 700-2400 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. Nitrogentilførselen er i større grad enn for fosfor styrt av diffus avrenning fra dyrket mark, og er sterkt påvirket av opptak fra terrestrisk vegetasjon. Tilførselene 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 nitrogentilførselen.

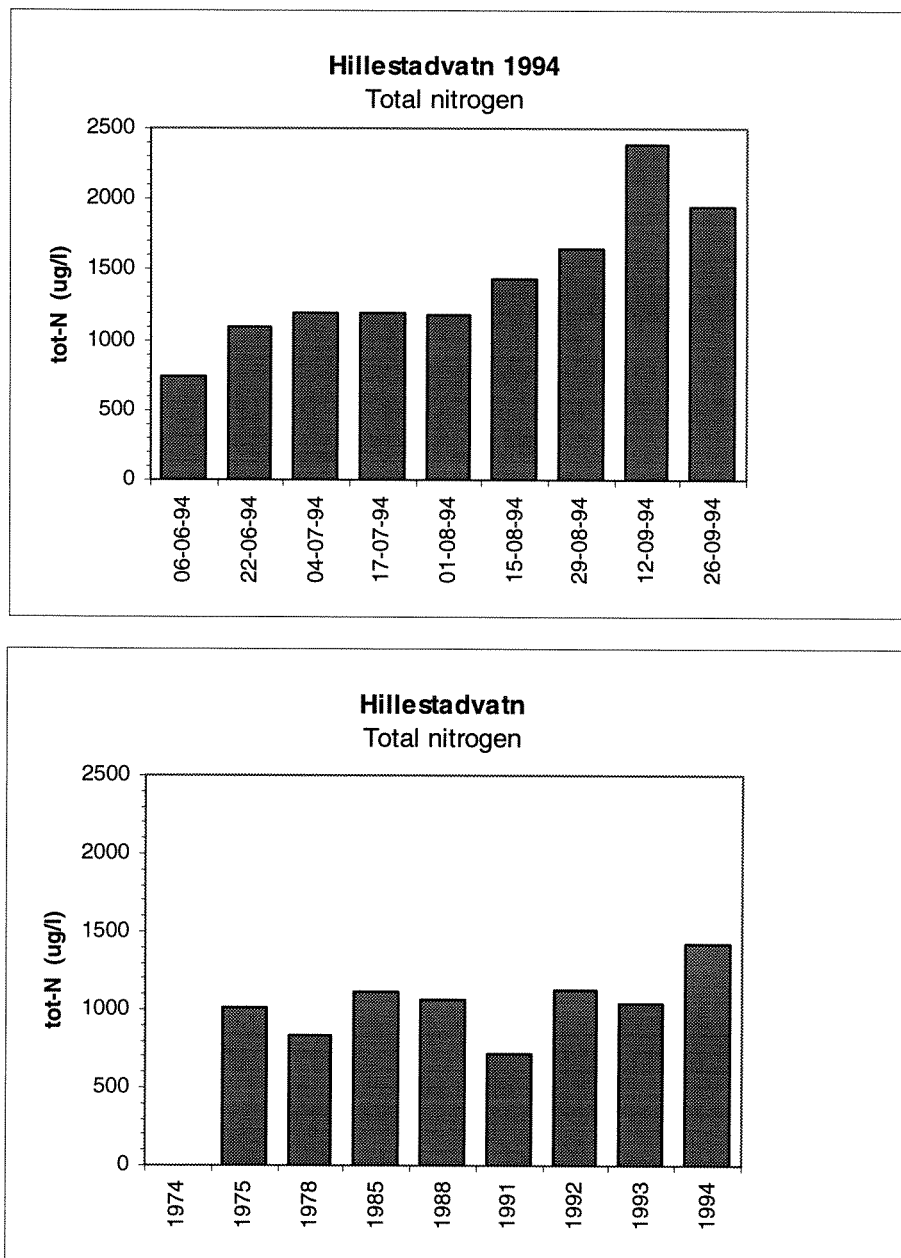


Fig.2 Konsentrasjonen av total nitrogen i Hillestadvannet (0-1.5 m blandprøve). I øvre panel vises sesongvariasjonen i 1993, og i nedre panel midlere konsentrasjon over sommerhalvåret for de år vi har data fra.

Selv om man i 1994 målte den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonen av total nitrogen, er det ikke mulig å se noen klar trend i konsentrasjonsutviklingen fra år til år (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 vassdragsovervåkning (ca fra 1970-nå) har nitrogenkonsentrasjonen vist en stigende tendens i mer eller mindre alle vassdrag, 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.

### Algemengde gitt som klorofyll-a

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

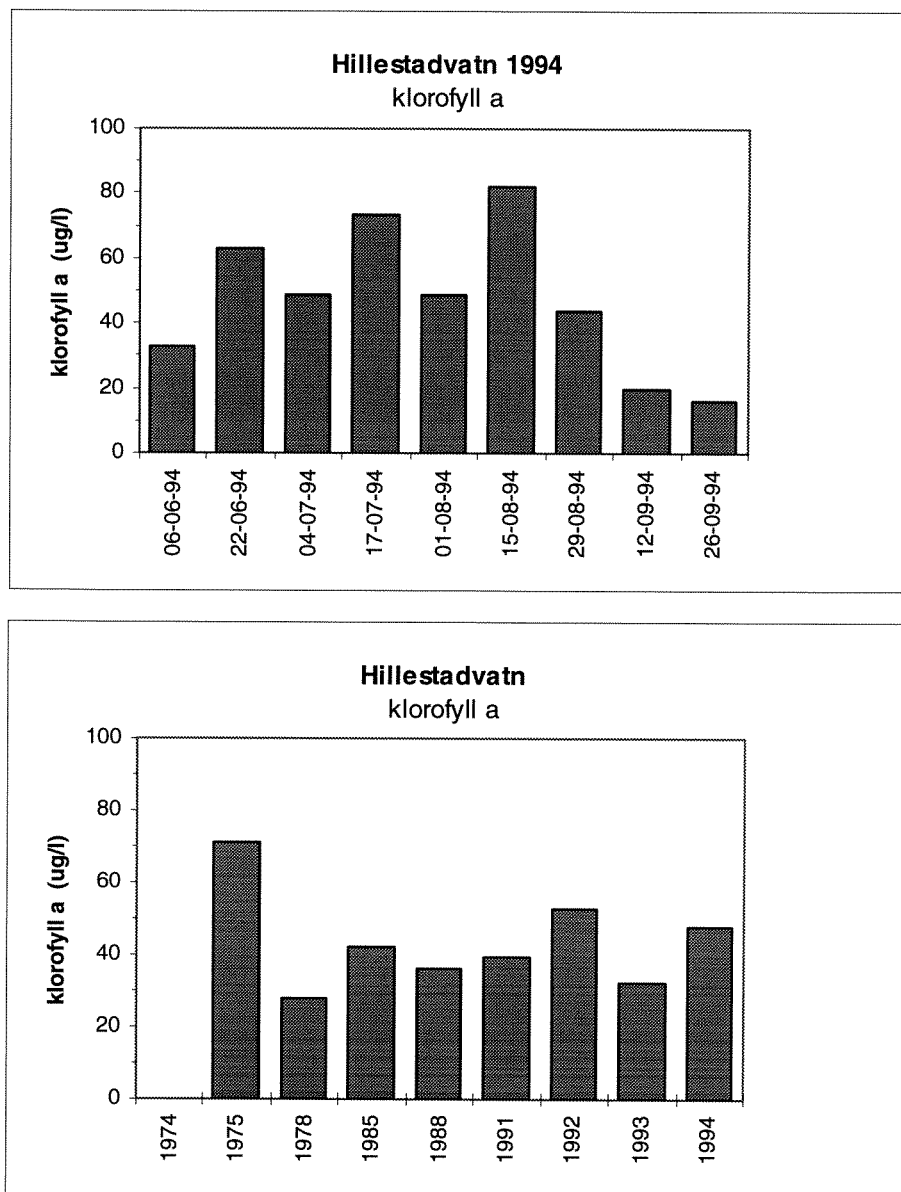


Fig.3 Algemengden i Hillestadvannet gitt som klorofyll a konsentrasjon (0-1.5 m blandprøver). Øvre panel viser resultatene fra 1993, mens nedre panel viser middelverdiene fra sommerhalvåret i de år vi har data fra.

Konsentrasjonen av klorofyll-a er meget høy i Hillestadvannet sammenliknet med hva som er vanlig for norske forhold. Verdiene i 1994 varierte mellom 16-82 ug kla/l, mens middelverdien var 48 ug/l. Dette er noe høyere konsentrasjoner enn i 1993, men noe lavere

enn i 1992. Sommeren 1994 var preget av fint og varmt vær, slik at forholdene for algevekst var gunstigere enn i 1993.

Klorofyllkonsentrasjonen har omtrent samme sesongvariasjon som kurven over total fosfor, med lave verdier i mai og mot slutten av september, og et høyt, jevnt nivå sommeren igjennom. 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.

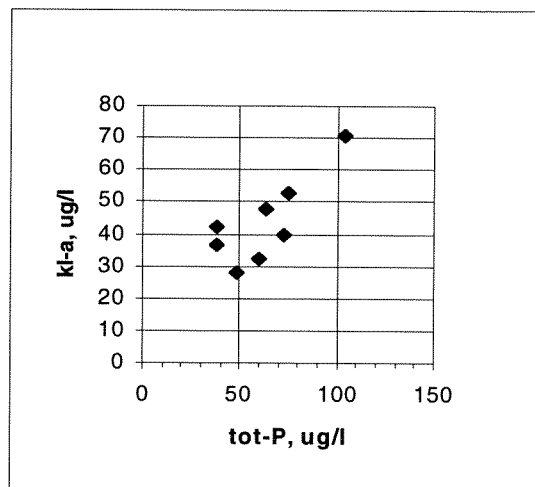


Fig. 4. Sammenhengen mellom midlere algemengde (klorofyll a) og total fosfor for undersøkelsesårene i perioden 1975-1994.

## 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.

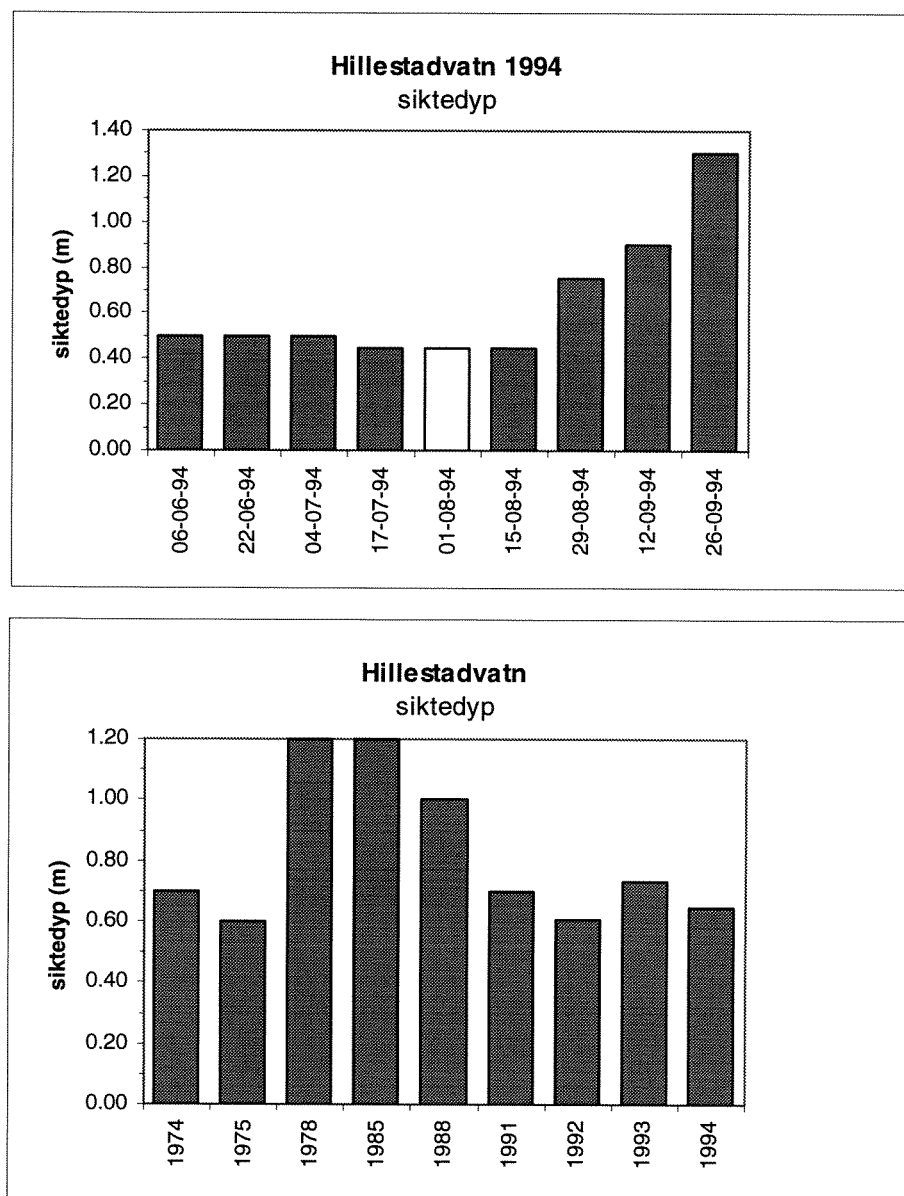


Fig. 5. Siktedypsmålinger i Hillestadvatn. Øvre panel viser resultatene fra sommerhalvåret 1993, mens nedre panel viser resultater fra de ulike årene vi har data fra.

Siktedypet i Hillestadvannet er svært lite etter norske forhold, og vitner om mye alger. Verdiene varierte mellom 0.5-1.3 m (for 1. august mangler vi målinger, men vi har antatt at siktedypet var omlag det samme som i perioden før og etter). Variasjonsmønsteret over sommeren var inverst av algemengden, dvs. siktedypet var størst når det var minst alger og

minst når det var mest alger. Siktedypet viste også et inverst forhold til fosforkonsentrasjonen, noe som er naturlig når man har årsakssammenhengen: fosfor styrer algemengde - algemengden styrer siktedypet. I fig. 6, venstre panel, har vi framstilt sammenhengen mellom total fosfor og siktedyp for de enkelte årene vi har data fra.

Med hensyn til år-til år variasjon viser siktedypet også et inverst forhold både til konsentrasjonen av klorofyll (fig. 6, høyre panel). 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.

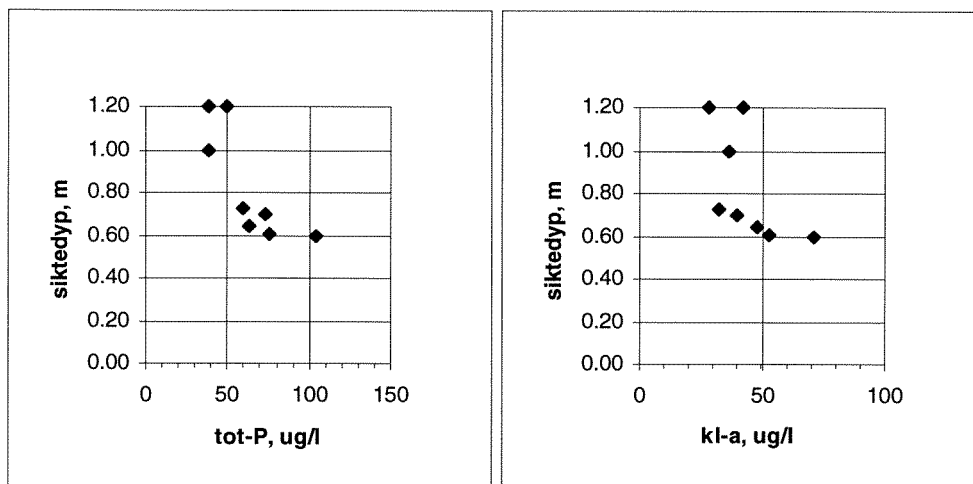


Fig. 6. Sammenhengen mellom gjennomsnittlig total fosfor, klorofyll a og siktedyp i Hillestadvatn for undersøkelsesårene i perioden 1978-1994.

### Klassifisering av tilstand

I nedenstående tabell er vannkvaliteten klassifisert etter SFT's "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Holtan og Rosland 1992). Selv om 1993 og 1994 resultatene var noe bedre enn i 1992 viser alle de undersøkte parametrene verdier som plasserer Hillestadvannet i dårligste vannkvalitetsklasse, 5: "Meget dårlig". Det fremgår også at det er en del som skal til for å få innsjøen over i en bedre vannkvalitetsklasse.

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

Parameter	Middelkonsentrasjon 1994	Tilstandsklasse	Tilstandsbeskrivelse	SFT's grense for bedre klasse (4)
Total fosfor (ugP/l)	63	5	Meget dårlig	<50
Total nitrogen (ugN/l)	1423	5	"	<800
Klorofyll a (ug/l)	48	5	"	<20
Siktedyp (m)	0,64	5	"	>1

## **LITTERATURREFERANSER**

- Arbeidsgruppa for Eikernvassdraget oppstrøms Eikeren 1992: Tiltaksplan. Hof kommune/-Holmestrand kommune. 27 sider + vedlegg.
- Berge, D. 1976: HILLESTADVANNET OG GRENNESVANNET. 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, Haugestadvannet 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.

## VEDLEGG - PRIMÆRDATA

Tabell P1 Hillestadvannet 19943. Blandprøver fra produksjonssjiktet (1-1.5 m)

dato	tot-N, ug/l	tot-P, ug/l	kl-a, ug/l	siktedyp, m
06-06-94	745	71	32.9	0.50
22-06-94	1100	87	63.1	0.50
04-07-94	1190	68	48.7	0.50
17-07-94	1190	91	73.6	0.45
01-08-94	1180	63	48.7	0.45
15-08-94	1430	79	82.1	0.45
29-08-94	1650	42	43.7	0.75
12-09-94	2380	38	19.5	0.90
26-09-94	1940	29	15.9	1.30
middel	1423	63	48	0.64





**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2745-8