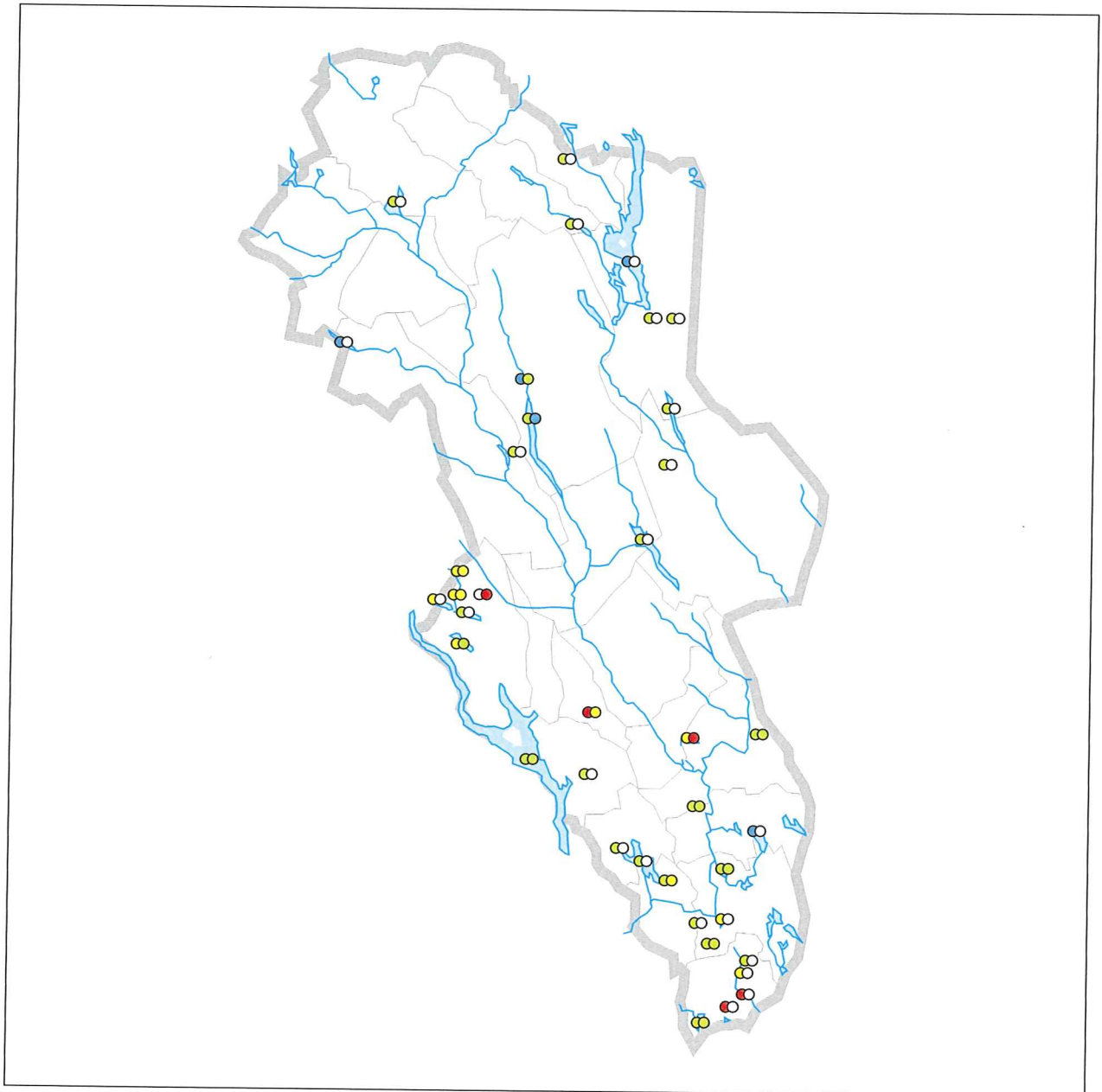


RAPPORT LNR 4336-2001

# Miljøtilstanden i innsjøer og vassdrag i Hedmark ved årtusenskiftet



<b>Hovedkontor</b> Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00 Internet: www.niva.no	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 3 4879 Grimstad Telefon (47) 37 29 50 55 Telefax (47) 37 04 45 13	<b>Østlandsavdelingen</b> Sandvikaveien 41 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	<b>Vestlandsavdelingen</b> Nordnesboder 5 5008 Bergen Telefon (47) 55 30 22 50 Telefax (47) 55 30 22 51	<b>Akvaplan-niva</b> 9296 Tromsø Telefon (47) 77 75 03 00 Telefax (47) 77 75 03 01
---	---	--	---	---

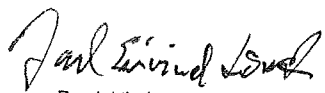
Tittel Miljøtilstanden i innsjøer og vassdrag i Hedmark ved årtusenskiftet	Løpenr. (for bestilling) 4336-2001	Dato Januar 2001
	Prosjektnr. Underrn. O-20204	Sider Pris 39
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik	Fagområde Eutrofiering/miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse O. Gillund og T. A. Nordhagen
---	---

**Sammendrag**

Rapporten gir en oversikt over miljøstatus i innsjøer og vassdrag i Hedmark basert på eksisterende data. Av totalt 38 undersøkte innsjøer hadde 75% god eller meget god vannkvalitet mht. næringssalter og algemengder, 25% mindre god eller dårlig og ingen meget dårlig vannkvalitet. Middelkonsentrasjonen av total-nitrogen, total-fosfor og klorofyll-a hadde økt i ca. 50% av innsjøene fra perioden 1985-94 til 1995-99. Data fra siste perioden mangler bl.a. fra flere av de store innsjøene med betydelige brukerinteresser. Biologiske undersøkelser viste at Trysilva og de undersøkte strekningene av Glåma var lite forurenset av næringssalter og organisk stoff på 1990-tallet, og at vannkvaliteten var bedret siden 1980-tallet. Konsentrasjonene av tungmetallene bly og tildels kadmium i overflatesedimenter har avtatt de senere årene, mens konsentrasjonene av kvikksølv har økt i innsjøer i sør- og midtfylket. Generelt sett var ikke nivåene av organiske mikroforurensninger spesielt høye. Lokale forurensninger har likevel ført til meget høye konsentrasjoner av PAH og PCB i begrensede deler av Åkersvika i Mjøsa. Høye konsentrasjoner av insektmidlet  $\gamma$ -HCH (lindan) i Nordre Åklangen skyldtes antagelig tidligere sprøyting av tømmer som ble lagret like ved og i selve innsjøen. Det er påvist tildels høye konsentrasjoner av kvikksølv i stor fisk både i Mjøsa og i enkelte skogssjøer i Sør-Hedmark. Øvre deler av Glåma påvirkes av tungmetallforurensning fra tidligere gruvevirksomhet særlig i Røros-området og i Folldal. Forurensningene har avtatt i øvre deler av Folla etter at driften ved Folldal verks gruve på Hjerkin ble avsluttet i 1993. Derimot er det fortsatt betydelige forurensningsproblemer knyttet til avrenning fra det gamle gruveområdet i Folldal sentrum. Reduserte svovelutslipp i Europa har ført til bedring i forurensningssituasjonen på 1980- og 1990-tallet, men fortsatt er betydelige områder i sør- og midtfylket påvirket av forurensning.

Fire norske emneord 1. Hedmark 2. Eutrofiering 3. Tungmetaller 4. Organiske mikroforurensninger	Fire engelske emneord 1. Hedmark county 2. Eutrofication 3. Heavy metals 4. Organic micropollutants
---	---

  
Prosjektleder

  
Forskningsleder

  
Forsknings sjef

# **Miljøtilstanden i innsjøer og vassdrag i Hedmark ved årtusenskiftet**

## Forord

Denne rapporten omhandler miljøtilstanden og utviklingstrekk i vannkvaliteten i vassdrag og innsjøer i Hedmark ved årtusenskiftet med hovedvekt på situasjonen med hensyn til lokal forurensning. Nivåer og effekter av langtransporterte forurensninger som forsurende stoffer og miljøgifter er også omtalt. Rapporten bygger i sin helhet på eksisterende data innhentet fra bl.a. SFT-databasen SESAM og diverse NIVA- og SFT-rapporter.

Prosjektet har vært finansiert av Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen, og kontaktpersoner for oppdragsgiver har vært Ola Gillund og Thor A. Nordhagen. Jarl Eivind Løvik ved NIVA Østlandsavdelingen har vært NIVAs prosjektleder og skrevet rapporten. Sigurd Rognerud og Gösta Kjellberg (NIVA Østlandsavdelingen) har gitt konstruktive innspill til rapporten. Mette-Gun Nordheim (NIVA Østlandsavdelingen) har deltatt i tilretteleggelsen av data og i figurframstillingen. Eirik Fjeld (NIVA Hovedkontoret) har også bidratt med figurframstilling. Samtlige bidragsytere takkes for innsatsen.

Ottestad, 29.01.2001

*Jarl Eivind Løvik*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2. Resultater og vurderinger</b>	<b>9</b>
2.1 Nærings salt-forurensning i innsjøer	9
2.2 Biologisk tilstand i elver	19
2.2.1 Glåma	20
2.2.2 Trysilelva	20
2.2.3 Vrangselva	20
2.2.4 Økt grønskevekst i vassdrag	20
2.3 Miljøgifter	22
2.3.1 Metaller i innsjøer	22
2.3.2 Metaller i innsjøsedimenter	22
2.3.3 Organiske mikroforurensninger i sedimenter	23
2.3.4 Kvikksølv og organiske miljøgifter i fisk	25
2.3.5 Forurensning fra gruvevirksomhet	26
2.3.6 Annen miljøgiftproblematikk	27
2.4 Forsuring	27
<b>3. Litteratur</b>	<b>29</b>
<b>4. Vedlegg</b>	<b>32</b>

---

## Sammendrag

Målsettingen for prosjektet har vært å gi en beskrivelse av miljøtilstanden og tidsutviklingen av vannkvaliteten for innsjøer og vassdrag i Hedmark. Dette skal kunne brukes i en videre presentasjon i regi av Fylkesmannens miljøvernavdeling. Et viktig mål var også å presentere data som grunnlag for kommunenes utarbeiding av målsettinger for innsjøer og vassdrag. Hovedvekten er lagt på effekter av lokal forurensning fra befolkning, landbruk og industri; dvs. i første rekke tilførsler av næringssalter og organisk stoff. Videre er effekter av lokale miljøgiftforurensninger omtalt samt effekter av langtransporterte luftforurensninger (miljøgifter og "sur nedbør").

For flere av de store innsjøene med betydelige brukerinteresser finnes det ikke data fra de senere årene som beskriver trofisisituasjonen, dvs. algemengder og konsentrasjoner av næringssalter. Dette gjelder f.eks. Femunden, Storsjøen i Rendalen, Engeren, Storsjøen i Odal og Ossjøen. I Mjøsa pågår imidlertid et årlig overvåkingsprogram i regi av "Styringsgruppa for interkommunal overvåking av Mjøsa med tilløpselver". Gjennom prosjektet "Landsomfattende trofiundersøkelser av norske innsjøer" i regi av SFT har prøver blitt samlet inn fra 7 større innsjøer i Sør-Hedmark på 1990-tallet, siste gang i 1996. Utviklingen i vannkvaliteten i Gjesåssjøen (Åsnes) følges gjennom et statlig overvåkingsprogram for jordbrukspåvirkete innsjøer.

I ca. 75% av totalt 38 undersøkte innsjøer kan vannkvaliteten betegnes som meget god eller god, dvs. klasse I-II i henhold til SFT's system for klassifisering av vannkvalitet; dette med grunnlag i resultatene fra siste års undersøkelser i perioden 1985-99. Vannkvaliteten var mindre god eller dårlig (klasse II-IV) i de resterende ca. 25% av innsjøene, dvs. at ingen fikk betegnelsen "meget dårlig" (klasse V). Middelkonsentrasjonen av nitrogen-forbindelser viste en generell økning sørover i Hedmark. Dette skyldtes sannsynligvis en kombinasjon av økningen i nitrogeninnholdet i nedbøren sørover i fylket (SFT 2000) og økt nitrogenavrenning på grunn av menneskelig aktivitet (kloakk, jordbruk og industri). De høyeste fosfor-konsentrasjonene og største algemengdene ble registrert i relativt grunne innsjøer med enten mye turistvirksomhet og fritidsbebyggelse eller mye jordbruksareal og fast bosetting i nedbørfeltet.

Midlere fosforkonsentrasjon og midlere algemengde har økt i ca. halvparten av de undersøkte innsjøene fra perioden 1985-94 til perioden 1995-99. En mindre andel av innsjøene har hatt reduksjon eller ingen endring (<10% forskjell). For nitrogen har det vært økning i 47% av innsjøene, reduksjon i 7% og ingen endring i 47% av innsjøene. Mjøsa har hatt en "nær akseptabel" vannkvalitet i 1990-årene sett under ett. I kortere perioder har likevel algemengdene overskredet grensen til akseptabel tilstand.

Biologiske undersøkelser i deler av Glåma viste at disse elvestrekningene var lite forurenset av næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff på 1990-tallet. Det hadde skjedd klare forbedringer i vannkvaliteten siden 1980-tallet, men situasjonen er uklar i større deler av elva ettersom det bare er gjort undersøkelser på noen relativt korte strekninger. Trysilelva var lite forurenset i 1992 stort sett på hele strekningen fra utløpet av Femunden til grensa mot Sverige, og det ble registrert forbedringer i vannkvaliteten siden 1980-tallet. I Vrangselva hadde vannkvaliteten i 1994 blitt bedre på noen strekninger og verre på andre sammenliknet med i 1985. Forurensningsgraden var markert til stor på enkelte strekninger. Det har blitt registrert økning i "grønskeveksten" i mange vassdrag de senere årene, særlig i høyereliggende områder der det er liten menneskelig aktivitet i nedbørfeltene. Økt nitrogen-deposisjon og klimaendringer har blitt diskutert som mulige årsaker til denne utviklingen.

Overflatesedimentene i innsjøer i Hedmark har fått påslag av tungmetallene bly, kadmium, arsen, kvikksølv og sink sammenliknet med konsentrasjonene i førindustriell tid. Det er først og fremst innsjøer sør i fylket som har fått økninger i konsentrasjonene, og økningene skyldes i hovedsak avsetninger av langtransporterte luftforurensninger. I de senere årene har det skjedd en nedgang i

konsentrasjonene av bly og tildels kadmium, mens konsentrasjonene av kvikksølv har økt i innsjøer i midt- og sørfylket. Sedimentene i Mjøsa inneholder betydelige mengder kvikksølv som vesentlig stammer fra tidligere industrivirksomhet i nedbørfelset. En nordisk undersøkelse av konsentrasjoner av tungmetaller i innsjøer (i vann) i 1995 viste i hovedtrekkene samme regionale fordeling i Hedmark som de nevnte sedimentundersøkelsene for elementer som bly, kadmium og arsen.

Nivåene av organiske mikroforurensninger som PAH, PCB, DDT og  $\gamma$ -HCH (lindan) har blitt undersøkt i overflatesedimenter i 3 innsjøer i sør-Hedmark og på flere lokaliteter i Mjøsa. Økninger av slike stoffer kan skyldes både lokal bruk i nedbørfelset og avsetninger av langtransporterte luftforurensninger. På de fleste lokalitetene var forurensningsgraden av PAH liten til moderat, men deler av Åkersvika (bukta av Mjøsa) var sterkt forurenset på grunn av utslipp av kreosot fra treforedlingsvirksomhet. Det har også blitt registrert sterkt PCB-forurensede sedimenter i et begrenset område av Åkersvika. Forurensningene skyldes sannsynligvis tidligere lekkasjer fra NSB's verkstedområde ved Hamar. Det foreligger planer om å fjerne de mest forurensede sedimentene i løpet av nær framtid. I de andre innsjøene var forurensningsgraden mht. PCB liten til moderat. De høyeste konsentrasjonene av insektmidlet DDT's nedbrytningsstoffer DDE og DDD ble funnet i Mjøsa utenfor Hamar. Konsentrasjonene var imidlertid ikke spesielt høye sammenliknet med i andre norske innsjøer. Insektmidlet lindan ble påvist i lave konsentrasjoner bortsett fra i Nordre Åklungen der konsentrasjonen var meget høy. Årsaken til dette var sannsynligvis tidligere bruk av lindan på tømmer som ble lagret like ved og i selve innsjøen.

Høye konsentrasjoner av kvikksølv i innlandsfisk ser ut til å være et av de mer alvorlige miljøproblemene i Hedmark-innsjøer i vår tid. Det er særlig større, fiskespisende fisk som får de høyeste konsentrasjonene i kjøttet. I de senere årene har det blitt dokumentert tildels betenkelig høye konsentrasjoner av kvikksølv i stor fisk både fra Mjøsa og fra flere humusrike skogssjøer sør i fylket. I Mjøsa har det blitt registrert en nedgang i kvikksølvinnholdet i abbor, gjedde og krøkle (antagelig også i lagesild), men ingen endring for ørret og lake sammenliknet med for 15-20 år siden. Fisk fra Mjøsa hadde markert forhøyde konsentrasjoner av de klororganiske miljøgiftene PCB og DDT sammenliknet med dagens bakgrunnsnivå. Tinnorganiske miljøgifter (TBT og TPhT) har også blitt påvist i Mjøs-fisk (lake).

Øvre deler av Glåma påvirkes av tungmetallforurensning fra tidligere gruvevirksomhet særlig i Røros-området og i Folldal. Biologiske skadeeffekter har blitt påvist helt ned til Tynset. Konsentrasjonene av kadmium, kobber og sink i vannmoser ved Os var meget høye i 1995, og Glåma-vannet var sterkt forurenset av kobber ved Høyegga (ca. midtvegs mellom Alvdal og Koppang) i årene 1996-99. Forurensningene har avtatt i øvre deler av Folla etter at driften ved Folldal verks gruve på Hjerkin ble avsluttet i 1993. Derimot er det fortsatt betydelige forurensningsproblemer knyttet til avrenning fra det gamle gruveområdet i Folldal sentrum.

Reduserte svovelutslipp i Europa har ført til en betydelig bedring med hensyn til forsuringssituasjonen i Østlands-området på 1980- og 1990-tallet. Vannkvaliteten har blitt bedre med økt pH og bufferkapasitet samt nedgang i konsentrasjonene av giftig aluminium. Det er også påvist bedringer i bunnfaunaen og i rekrutteringen hos fisk. Selv om det har skjedd en positiv utvikling, er fortsatt midtre og sørlige deler av Hedmark påvirket av forsuring. De store nedbørmengdene høsten 2000 førte dessuten til klart lavere pH i vassdrag på Østlandet enn det som har vært vanlige høst-verdier de senere årene.

## Summary

Title: Environmental status of lakes and water courses in Hedmark at the millenium change.

Year: 2001

Author: Jarl Eivind Løvik

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3970-7

The report gives a review of the environmental status of lakes and water courses in Hedmark county. In 75 % of the 38 lakes from which data were available the water quality was classified as good or very good. This was based on mean concentrations of total phosphorous, total nitrogen and chlorophyll-a. In the remaining 25% of the lakes the water quality was classified as less good or bad. There have been an increase in concentrations of total phosphorous, total nitrogen and phytoplankton in about 50% of the lakes from the years 1985-94 to 1995-1999. Concentrations of lead and cadmium in lake sediments have decreased whereas mercury concentrations have increased in some lakes in the southern part of Hedmark. Generally the concentrations of organic micropollutants were low. However, pollution effluents have caused high concentrations of PCB and PAH locally in a bay of lake Mjøsa. Runoff and leakages from mining areas in Røros and Folldal have caused heavy metal pollution in the upper part of the river Glåma and the lower part of the tributary Folla.



# 1. Innledning

Målsettingen for dette prosjektet har vært å utarbeide en beskrivelse av miljøtilstanden og tidsutviklingen av vannkvaliteten for innsjøer og vassdrag i Hedmark. Undersøkelsen skulle gi et grunnlag for en videre presentasjon av miljøtilstanden i fylket i regi av Fylkesmannens miljøvernnavdeling (jfr. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernnavdelingen 1998). Et viktig formål var også å presentere data som bakgrunn for kommunenes utarbeiding av målsettinger for innsjøer og vassdrag. Hovedvekten skulle legges på effekter av lokal forurensning fra landbruk, industri og befolkning, dvs. i første rekke tilførsler av næringssalter og organisk stoff (eutrofiering og saprobiering). Videre skulle også nivåene av miljøgifter i vann og vassdrag omtales. Situasjonen mht. effekter av langtransportert forurenset luft og nedbør ("sur nedbør") overvåkes gjennom "Statlig program for forurensningsovervåking" i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT) som utgir årlige rapporter (SFT 2000). Sammenfattende presentasjoner anses å bli tatt hånd om innenfor det nasjonale programmet og er derfor ikke prioritert tema i foreliggende rapport. For helhetens skyld har vi likevel valgt å ta med en kortfattet og mer generell omtale av situasjonen og utviklingstendenser mht. forsurening i Østlandsområdet.

Undersøkelsen er i sin helhet basert på eksisterende data. Det er derfor ikke foretatt innsamling av vannprøver etc. i forbindelse med dette prosjektet. Dataene er framskaffet dels fra SFT-databasen SESAM og fra NIVA-databasen fra prosjektet "Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer" (se også Faafeng og Oredalen 1999). I tillegg har vi supplert med opplysninger og data fra forskjellige rapporter, vesentlig NIVA- og SFT-rapporter. For å gjøre denne rapporten mest mulig leservennlig, har vi unngått å referere til alle eldre og nyere rapporter i teksten. De viktigste skal imidlertid være med som referanser og i litteraturlista, og de nyere rapportene om enkeltvassdrag har som regel fylldige litteraturlister med referanser til eldre rapporter.

Ved vurderingene av vannkvaliteten i innsjøer har vi benyttet SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997, se tabell 1). Prøvetakingshyppigheten har stor betydning for den relative usikkerheten i sesongmiddelverdiene bl.a. for variabler som beskriver effekter av næringssalttilførsler (Faafeng og Fjeld 1996). Usikkerheten er størst for klorofyll og avtar suksessivt for fosfor, siktedyp og nitrogen. På denne bakgrunn har vi valgt å bare ta med de innsjøene hvor det finnes minimum 3 observasjoner i sesongen (Eltsjøen og Skasen kun 2 observasjoner), det vil si totalt 38 innsjøer. Antall prøver pr. sesong kan ha variert for de enkelte innsjøene i ulike år, men for de fleste av disse har det blitt samlet inn 4-5 prøver pr. sesong. På hovedstasjonen i Mjøsa (Skreia) har det de fleste årene blitt samlet inn 11 prøver i perioden mai-oktober, noe som gjør at vurderingsgrunnlaget er betydelig bedre enn i flertallet av innsjøene forøvrig.

**Tabell 1.** Klassifisering av tilstand med hensyn til virkning av næringssalter (SFT 1997).

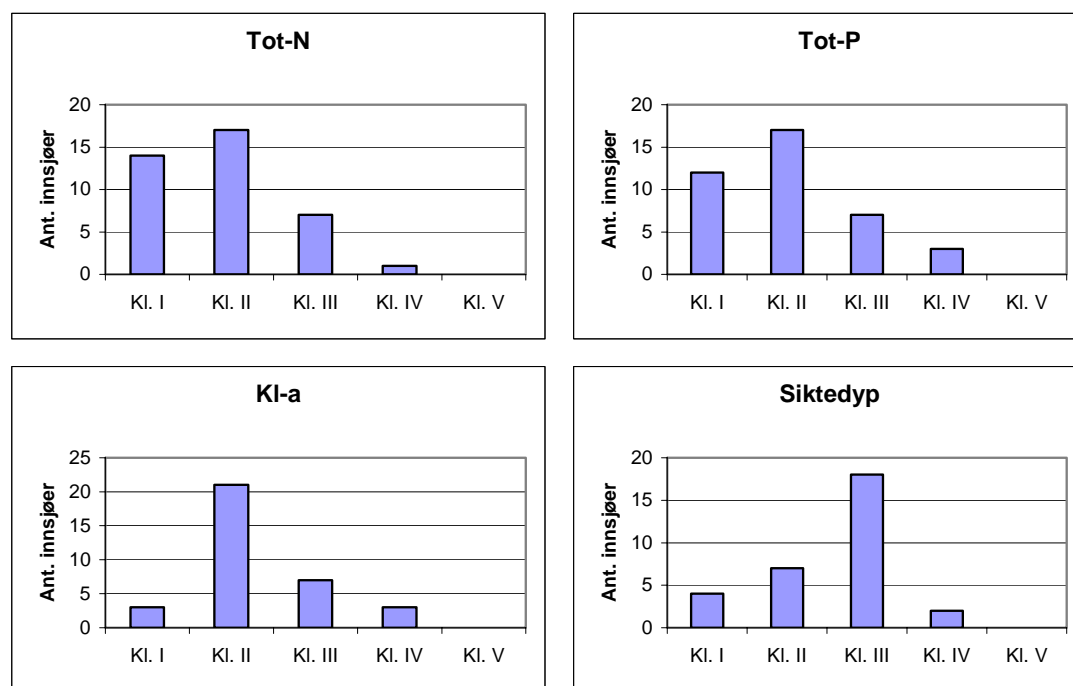
	Tilstandsklasser				
	I	II	III	IV	V
	Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig
	Blå	Grønn	Gul	Rød	Fiolett
Total fosfor, µg/l	<7	7-11	11-20	20-50	>50
Klorofyll a, µg/l	<2	2-4	4-8	8-20	>20
Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
Total nitrogen, µg	<300	300-400	400-600	600-1200	>1200

## 2. Resultater og vurderinger

### 2.1 Nærings salt-forurensning i innsjøer

Økende nærings salttilførsler til innsjøer og vassdrag og den gjødslingseffekt dette gav var et av de største miljøproblemet i Hedmark på 1970- og 1980-tallet ble (jfr. Mjøs-aksjonen). Undersøkelser av næringsalter og algemengder ble satt i gang bl.a. i flere av de store innsjøene, og tiltak for å redusere tilførselene fra menneskelige aktiviteter har blitt gjennomført for å stanse en uheldig utvikling.

Fig. 1 viser frekvensfordelingen av tilstandsklasser for innsjøene i henhold til SFT's klassifikasjonssystem, og Fig. 2 viser tilstandsklasser i innsjøene i periodene 1985-94 og 1995-99. Sesongmiddelverdier av total-fosfor (tot-P), total-nitrogen (tot-N), klorofyll-a (mål på algemengden) og siktedyp er gitt i tabeller i vedlegget og vist i Fig. 3-6 for de innsjøene det finnes data fra (siste undersøkelsesår t.o.m. 1999). Fig 7. viser sammenhengen mellom sesongmiddelverdiene av tot-P og klorofyll-a. I Fig. 8 har vi sammenliknet konsentrasjonene av tot-N, tot-P og klorofyll i siste 5-årsperiode med 10-årsperioden før. Tidsutviklingen for Mjøsa (hovedstasjonen) er vist i Fig. 9, mens tilsvarende for Femunden, Sjusjøen, Storsjøen i Rendalen, Storsjøen i Odal, Ossjøen og Vermunden er vist i figurer i vedlegget.



**Figur 1.** Frekvensfordeling av tilstandsklasser for innsjøer mht. tot-N, tot-P, klorofyll-a og siktedyp.

Av figurene framgår det at det ikke finnes nyere (etter 1995) trofirelaterte data fra en rekke innsjøer med betydelige brukerinteresser. Vannkvaliteten i Femunden og Storsjøen i Odal ble f.eks. sist undersøkt i 1991; Engeren i 1988 og Storsjøen i Rendalen i 1995. Fra Ossjøen har det heller ikke blitt samlet inn prøver etter 1988 for beskrivelse av trofilitilstanden. I 2000 ble vannkvaliteten undersøkt i forbindelse med Regionskytefeltet for Østlandet, men dataene er foreløpig ikke rapportert. Det ble heller ikke samlet inn prøver for analyser av algemengder ved denne undersøkelsen. I Mjøsa pågår

derimot et løpende overvåkingsprogram i regi av "Styringsgruppa for interkommunal overvåking av Mjøsa med tilløpselver" (Kjellberg et al. 2000). Det samles inn prøver årlig fra 4 faste stasjoner der resultater fra hovedstasjonen (Skreia) vises her (Fig. 7). Gjennom prosjektet "Landsomfattende trofiundersøkelser av norske innsjøer" som finansieres av SFT har prøver blitt samlet inn fra 7 innsjøer i Sør-Hedmark på 1990-tallet, siste gang i 1996 (Faafeng og Oredalen 1999). Det gjalt følgende innsjøer: Rokosjøen i Løten, Dølisjøen i Nord-Odal, Vermunden i Åsnes, Hukusjøen i Åsnes/Grue, Nuguren, Vingersjøen og Sigernessjøen i Kongsvinger og Skjervangen i Eidskog. Dette prosjektet har blitt trappet noe ned i forhold til målsettingen ved oppstarten i 1988. Ringsaker kommune har gående et rullerende program der bl.a. innsjøer som Kroksjøen, Sjusjøen, Ljøsvatn og Næra inngår (Kjellberg 1999 og 2000). Vannkvaliteten i Gjesåssjøen i Åsnes har blitt undersøkt årlig i perioden 1996-2000 i forbindelse med det såkalte "JOVÅ-programmet" (Jordsmonnovervåking) som organiseres fra Landbruksdepartementet med bidrag fra SFT (Berge et al. 2000). Undersøkelsen er et samarbeid mellom NIVA og Jordforsk, og Fylkesmennenes miljøvern avdelinger deltar i den praktiske gjennomføringen.

Fig. 1 viser at vannkvaliteten i hovedtyngden (71-79%) av innsjøene kunne betegnes som meget god eller god (klasse I-II) vurdert ut fra tot-N, tot-P og klorofyll. Vannkvaliteten var mindre god eller dårlig i de resterende 21-29% av innsjøene, dvs. at ingen fikk betegnelsen meget dårlig. For siktedyp var frekvensfordelingen forskjøvet mot dårligere vannkvalitet (58% i klasse III) antagelig først og fremst på grunn av relativt høyt humusinnhold i mange innsjøer særlig sør i Hedmark.

Middelkonsentrasjonen av tot-N viste en generell økning sørover i Hedmark. Dette skyldtes sannsynligvis en kombinasjon av økningen i nitrogeninnholdet i nedbøren sørover i fylket (SFT 2000) og økt nitrogenavrenning på grunn av menneskelig aktivitet (kloakk, jordbruk og industri). Høyest nitrogenkonsentrasjon ble imidlertid målt i Næra i Ringsaker, en innsjø med betydelig jordbruksaktivitet i nedbørfeltet.

Det var ingen klar nord-sør gradient i tot-P. Høyest middelkonsentrasjoner ble observert i relativt grunne innsjøer med mye fritidsbebyggelse og turistvirksomhet i nedbørfeltet (Ljøsvatn, Sjusjøen og Kroksjøen) eller med mye dyrka mark og fast bosetting i nedbørfeltet (Gjesåssjøen, Stangnessjøen og Gaustadsjøen). Den regionale fordelingen mht. algemengde (klorofyll) viste et noe liknende mønster som for tot-P. Fig. 7 viser at økende fosforkonsentrasjon gir økende algemengder målt som klorofyll-a, i likhet med det som er vist i en rekke andre undersøkelser. Det indikerer at fosfor er begrensende for mengden og produksjonsevnen til planktonalger.

Endringer i vannkvaliteten fra perioden 1985-94 til de senere årene (1995-99) kan vurderes ved å sammenlikne data fra de 14-15 innsjøene hvor det finnes data fra begge periodene (Fig. 8). Dersom vi sier at forskjeller på mer enn 10% i middelkonsentrasjoner representerer signifikante endringer, får vi følgende (Tab. 2):

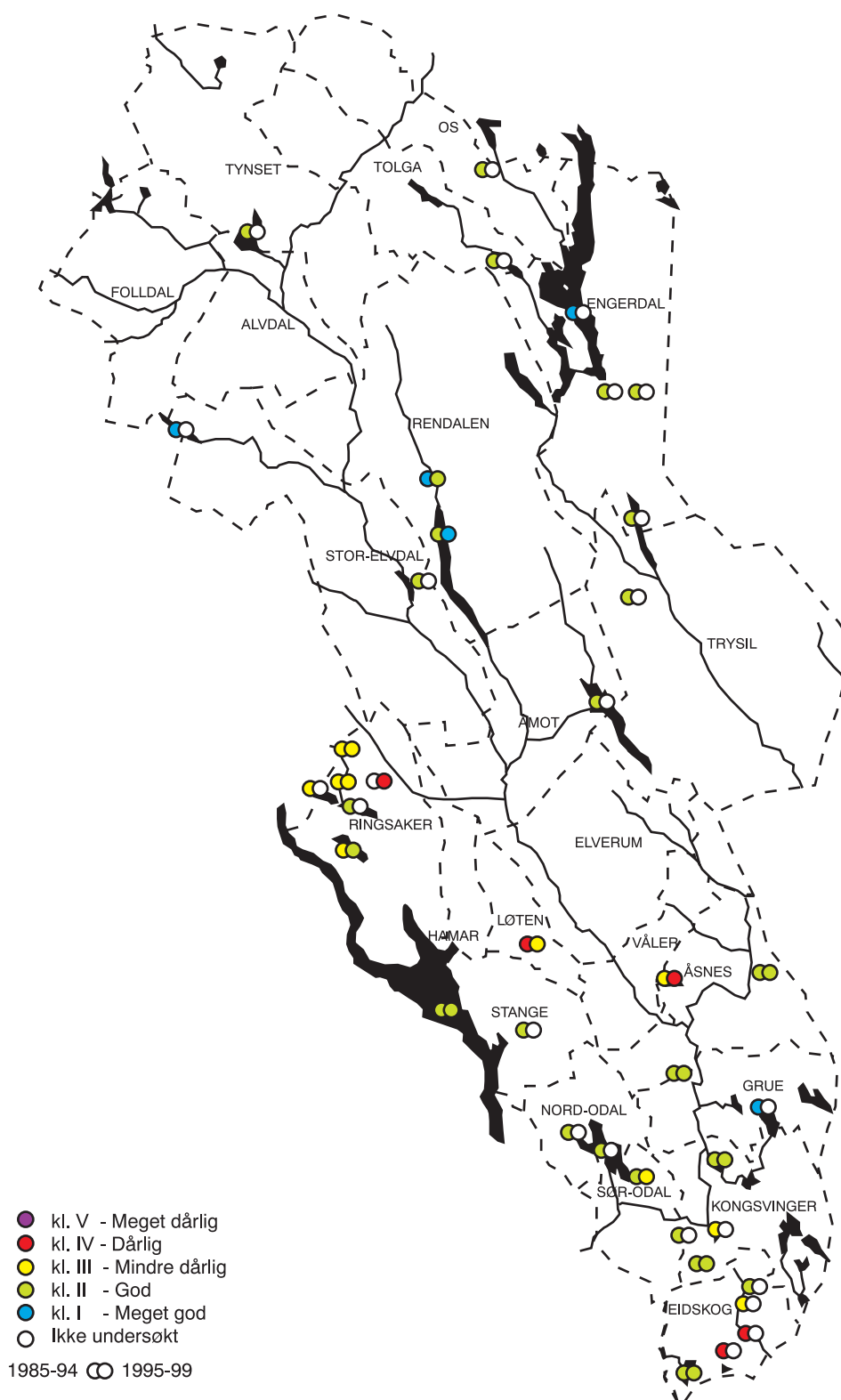
**Tabell 2.** Endringer i vannkvalitet fra perioden 1985-94 til 1995-99, angitt som antallsprosent av de innsjøene det finnes data fra.

	Tot-N	Tot-P	Klorofyll-a
Økning, %	47	50	50
Reduksjon, %	7	14	36
Ingen endring, %	47	36	14

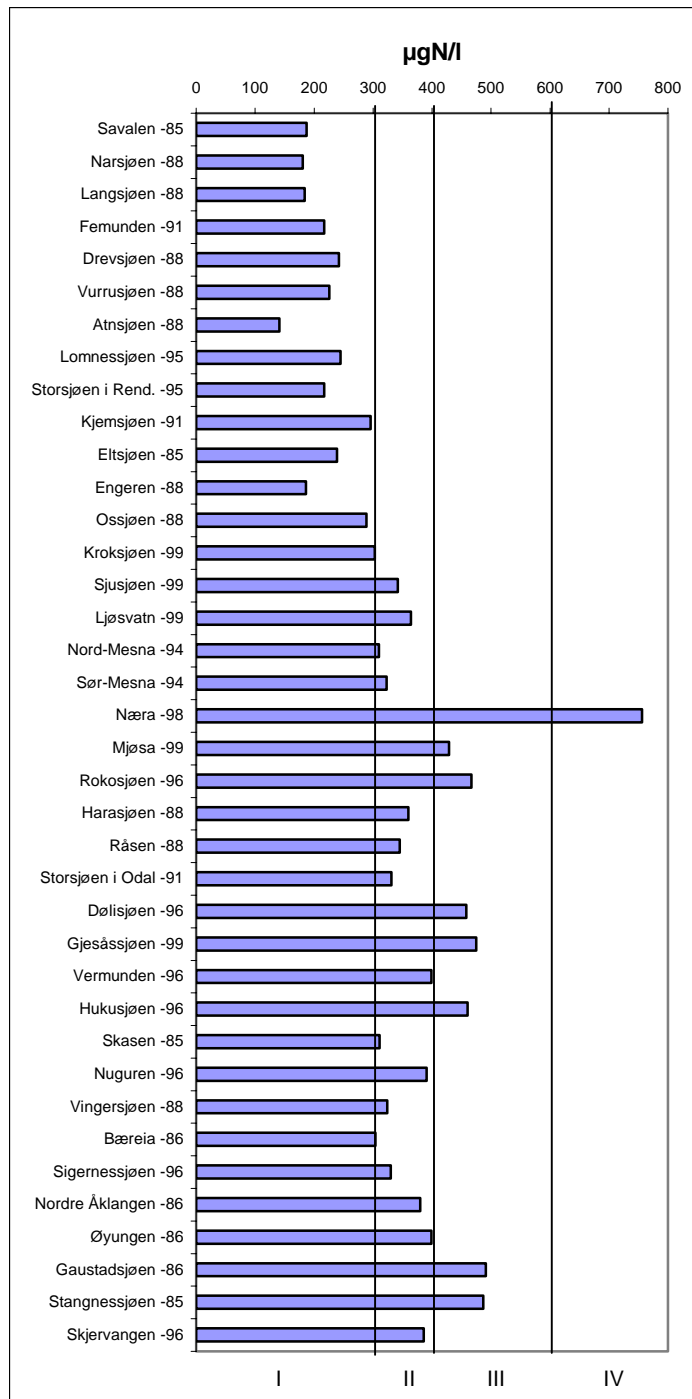
Halvparten av innsjøene hadde økning i klorofyll og tot-P, mens en mindre andel hadde reduksjon eller ingen endring. Også for nitrogen synes det å være en viss tendens til økning. En slik sammenlikning av middelverdier fra enkeltår er imidlertid beheftet med betydelig usikkerhet. Dette

fordi naturlige variasjoner i meteorologiske og hydrologiske forhold kan gi seg utslag i betydelige forskjeller i middelkonsentrasjonene fra år til år.

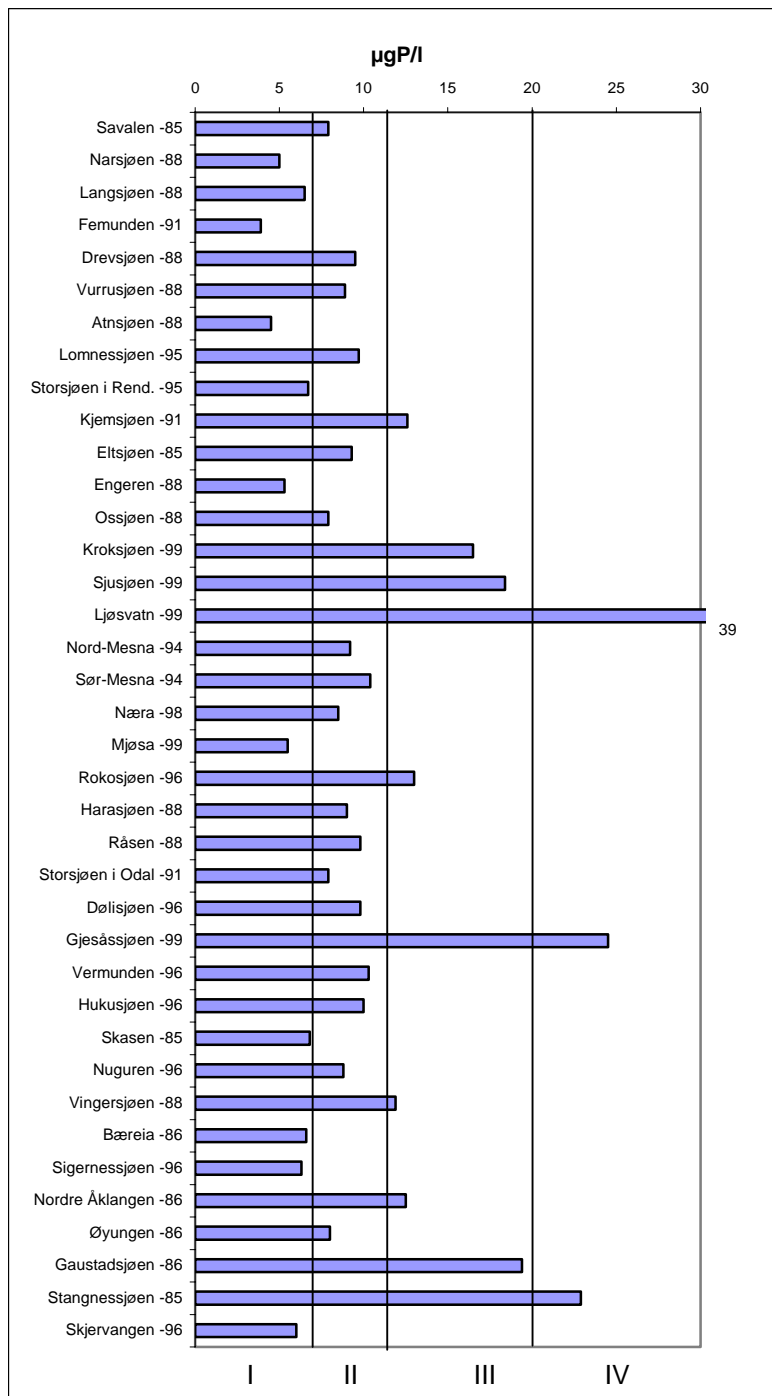
For å få et bedre bilde av tidsutviklingen kan en se på enkeltinnsjøer som følges med f.eks. årlige observasjoner. Ved hovedstasjonen i Mjøsa (st. Skreia) har nitrogenkonsentrasjonen økt med ca. 50  $\mu\text{gN/l}$  i løpet av siste 30 års-periode (fra ca. 400  $\mu\text{gN/l}$  til ca. 450  $\mu\text{gN/l}$ , se figur i vedlegget). Den alvorlige forurensningssituasjonen som hadde utviklet seg i Mjøsa på 1960- og 1970-tallet gav støtet til flere aksjoner for å redde vannkvaliteten i innsjøen; først "Den lille Mjøsaksjonen" (1973-77) og deretter aksjonen "Mjøsa skal reddes" (1977-80, se f.eks. Nashoug 1999). Tiltakene som ble iverksatt for å redusere tilførselene av særlig fosfor førte til bedring av vannkvaliteten. Dette gav seg utslag i lavere fosfor-konsentrasjon, mindre algemengder og større siktedyp. Utover på 1980-tallet viste overvåkingen at vannkvaliteten utviklet seg i negativ retning igjen, og det ble funnet nødvendig å iverksette ytterligere tiltak for å minske tilførselene av næringssalter spesielt befolkning og jordbruk og industri ("Tiltakspakke for Mjøsa" fra 1987). Tiltakene som har blitt gjennomført, har vært avgjørende for å bringe vannkvaliteten tilbake til "nær akseptabel tilstand" som har vært situasjonen utover på 1990-tallet.



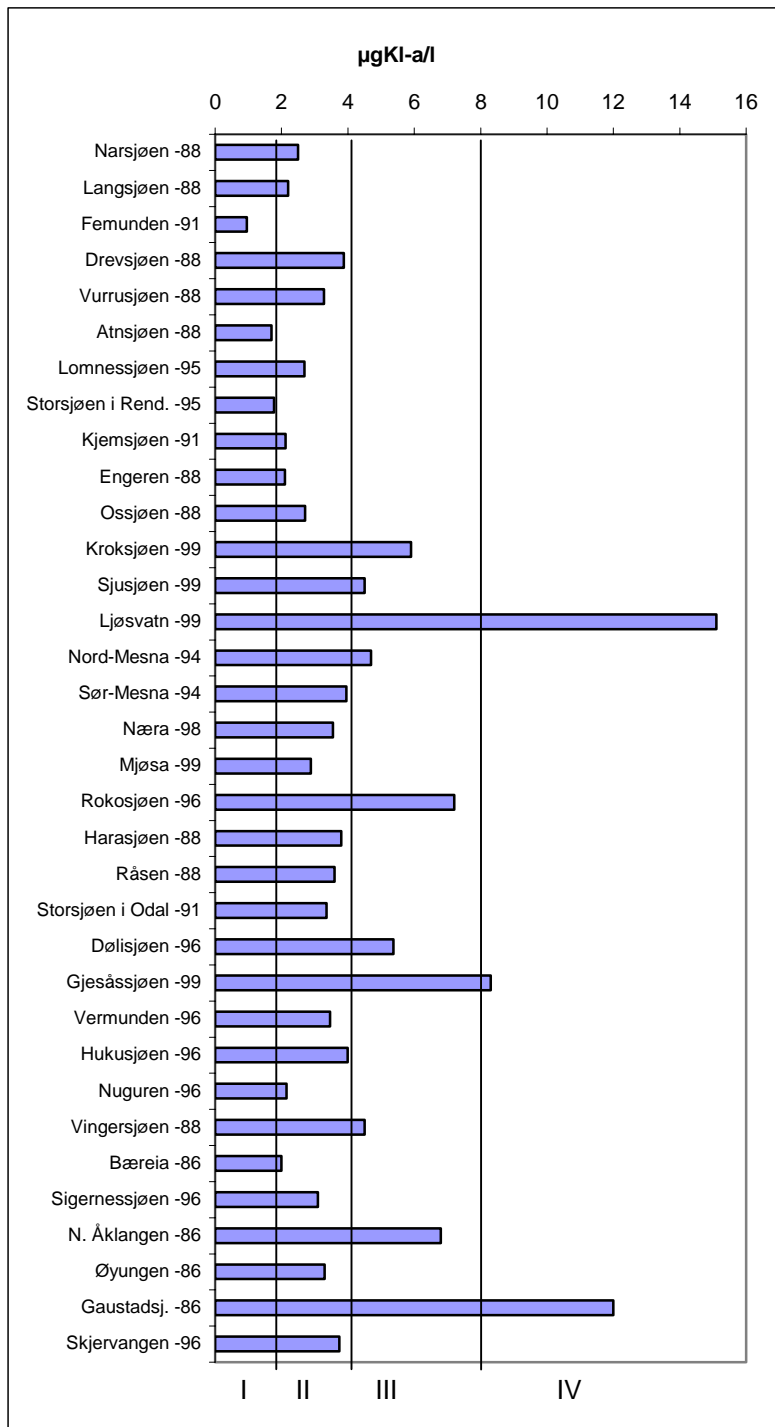
**Figur 2.** Innsjøer i Hedmark. Tilstandsklasser med hensyn til effekter av næringsstoffforurensning, periodene 1985-94 og 1995-99. Ved samlet klassifisering er hovedvekten lagt på konsentrasjonene av klorofyll-a og tot-P. Se tabell 1 for grenser mellom de ulike tilstandsklassene.



**Figur 3.** Sesongmiddelverdier av total-nitrogen, siste undersøkelsesår. Tilstandsklasser er markert (romertall).

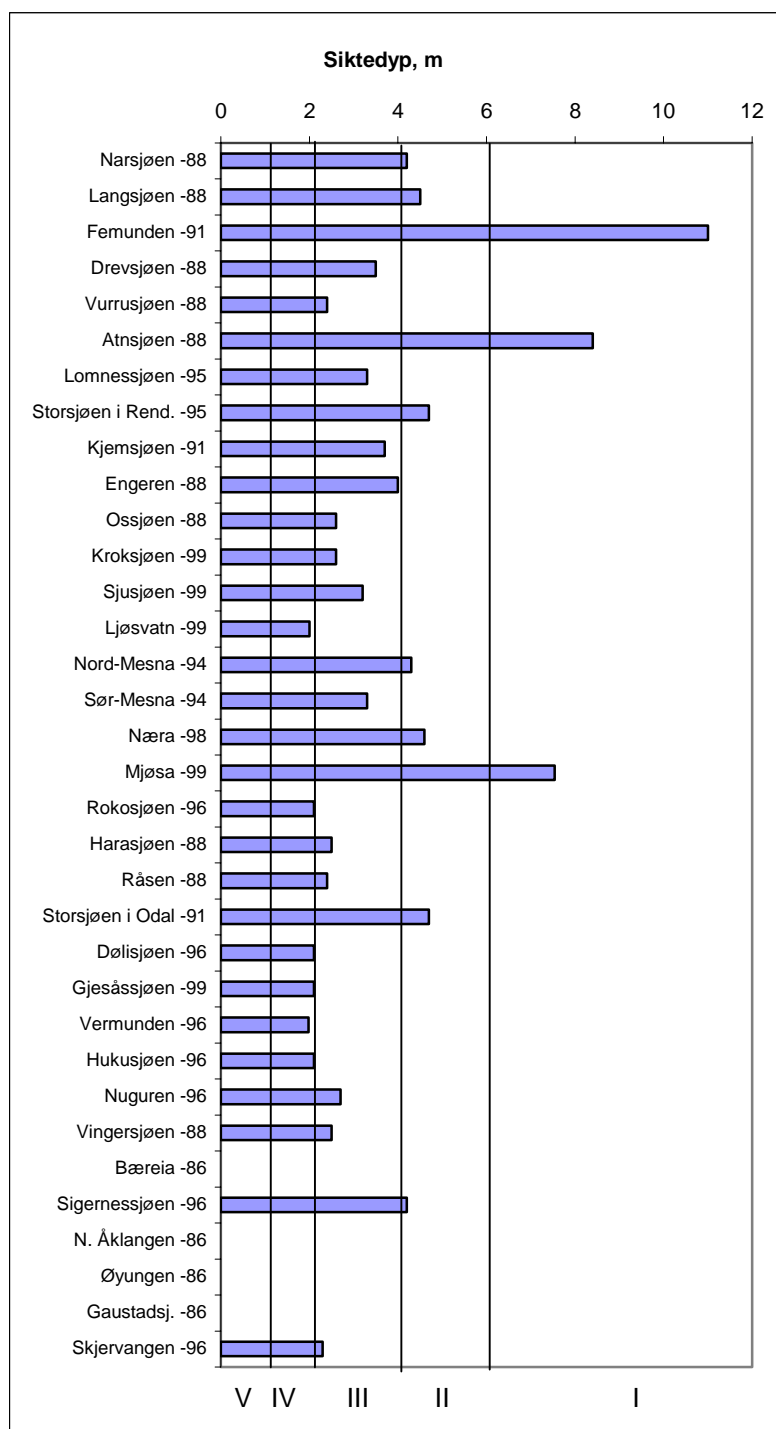


**Figur 4.** Sesongmiddelverdier av total-fosfor, siste undersøkelsesår. Tilstandsklasser er markert (romertall).

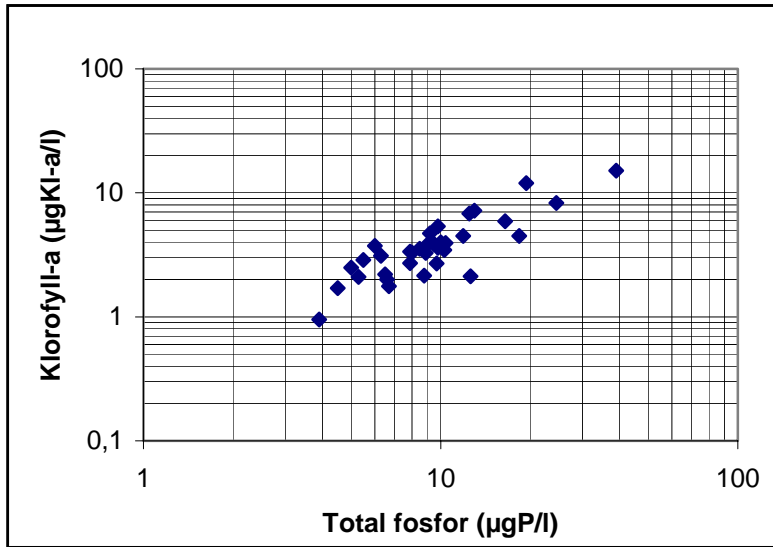


**Figur 5.** Sesongmiddelverdier av klorofyll-a, siste undersøkelsesår. Tilstandsklasser er markert (romertall).

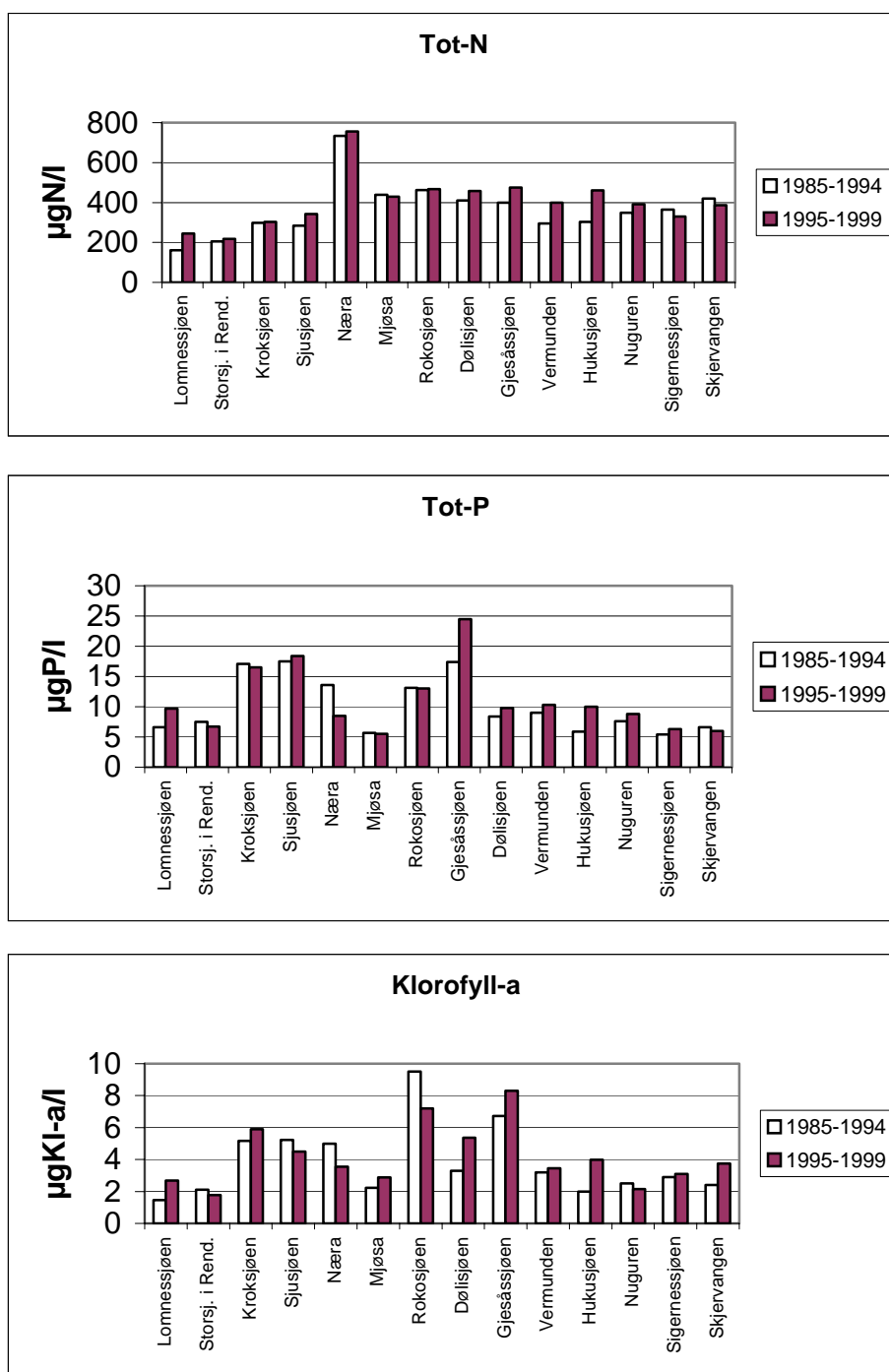




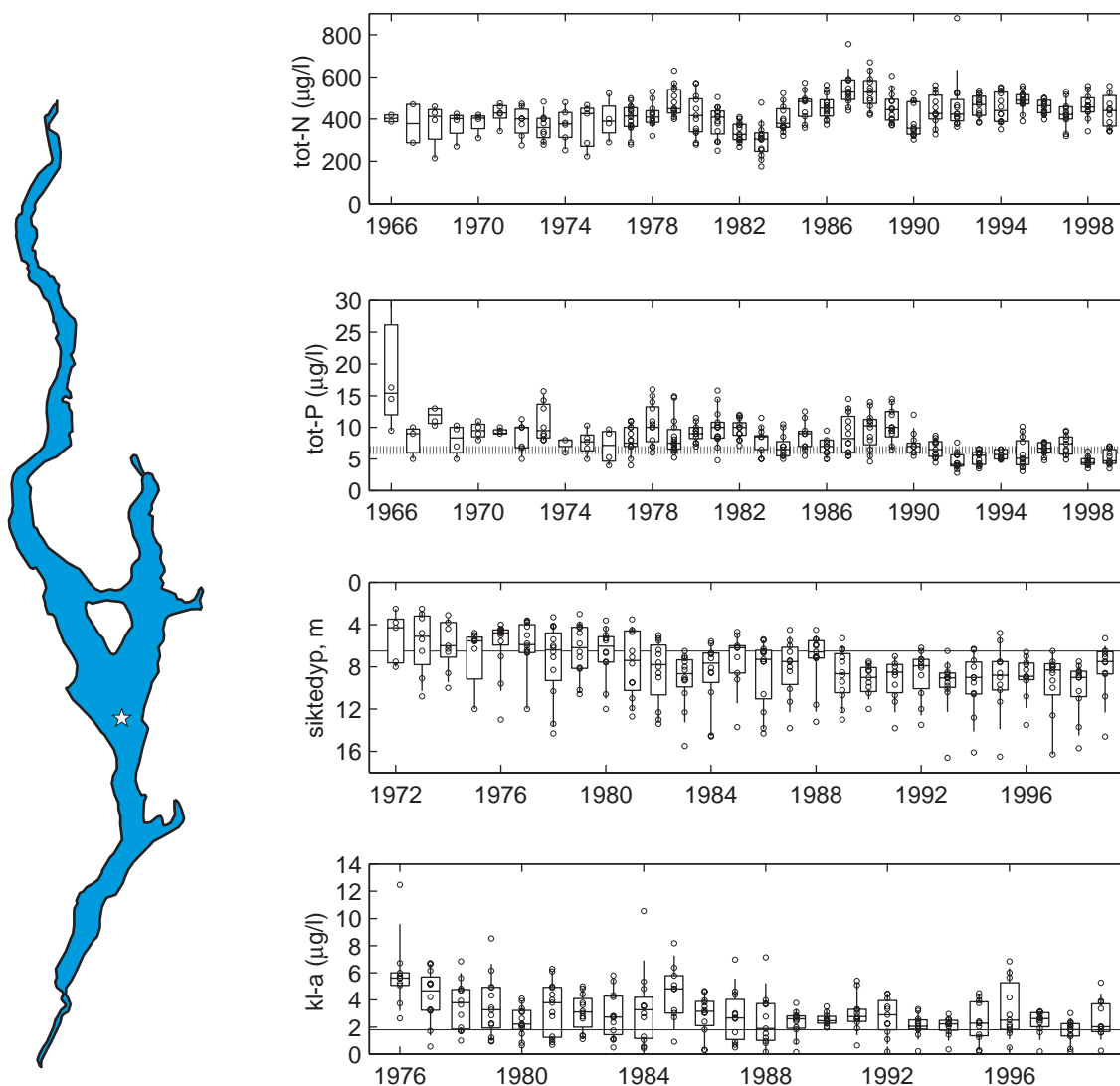
**Figur 6.** Sesongmiddelverdier av siktedyp, siste undersøkelsesår. Data mangler for Bæreia, N. Åklangen, Øyungen og Gaustadsjøen. Tilstandsklasser er markert med romertall.



**Figur 7.** Sammenhengen mellom sesongmiddelveridene av tot-P og klorofyll-a (logaritmisk skala).



Figur 8. Sesongmiddelverdier av tot-N, tot-P og klorofyll-a i periodene 1985-94 og 1995-99.



**Figur 9.** Tidsutviklingen for tot-N, tot-P, siktedyp og klorofyll-a på hovedstasjonen i Mjøsa (st. Skreia, sjiktet 0-10 m) fra 1966-99. Boksene viser intervallet mellom 25- og 75-prosentilene. Den horisontale streken i boksen viser median (50-prosentilen), og de vertikale strekene viser intervallet mellom 10- og 90-prosentilene. Langsgående, horisontale streker angir miljø-/kvalitetsmål for Mjøsa.

## 2.2 Biologisk tilstand i elver

I det følgende beskrives tilstanden i hovedvassdragene Glåma og Trysil elva samt Vrangselva på basis av de siste biologiske undersøkelsene på 1990-tallet (Fig. 10). Endringer i forhold til situasjonen på 1980-tallet omtales også. Klassifisering av forurensningsgraden mht. næringsalter og organisk stoff på ulike elvestrekninger er basert på undersøkelser av bunndyr, begroingsalger og andre vannlevende organismer. I forbindelse med overvåkingen av Mjøsa gjennomføres rullerende biologiske undersøkelser i de viktigste tilløpselvene. Med hensyn til resultatene fra disse elvene henviser vi til årsrapportene fra Mjøs-overvåkingen (Kjellberg et al. 2000). Det gjennomføres også tilsvarende rullerende undersøkelser i bekker i Ringsaker kommune (Kjellberg 1999 og 2000) og i sideelver til Trysil elva (Bækken et al. 2000). Økt "grønskevekst" i vassdrag omtales i avsnitt 2.2.4.

### **2.2.1 Glåma**

Undersøkelser av biologisk tilstand i Glåma har blitt utført bare på relativt korte partier i Hedmark på 1990-tallet. Ved Os og på strekningen fra litt nord for samløp med Rena til Strandfossen ved Elverum var Glåma lite forurenset av næringssalter og organisk stoff, og det ble registrert forbedring i vannkvaliteten siden siste halvdel av 1980-tallet. I denne perioden (1984-89) var tilstanden dårligst (moderat forurensningsgrad) på partier med relativt mye befolkning og jordbruksaktivitet som ved Os, ved Tolga, på strekningen Tynset-Alvdal, ved Koppang og på strekningen fra Kongsvinger til fylkesgrensa mot Akershus. Det hadde tidligere skjedd markerte forbedringer i løpet av 1980-årene vesentlig på grunn av gjennomførte tiltak mot kloakkutslipp og tilførsler fra jordbruket (Kjellberg et al. 1991). I denne sammenhengen kan også nevnes at konsentrasjoner av næringssalter og organisk stoff har blitt målt i Glåma ved Høyegga i Rendalen kommune og ved Ulleren/Funnefoss på grensa mot Akershus, ved årlige undersøkelser t.o.m. år 2000 (SFT upubliserte data).

### **2.2.2 Trysilelva**

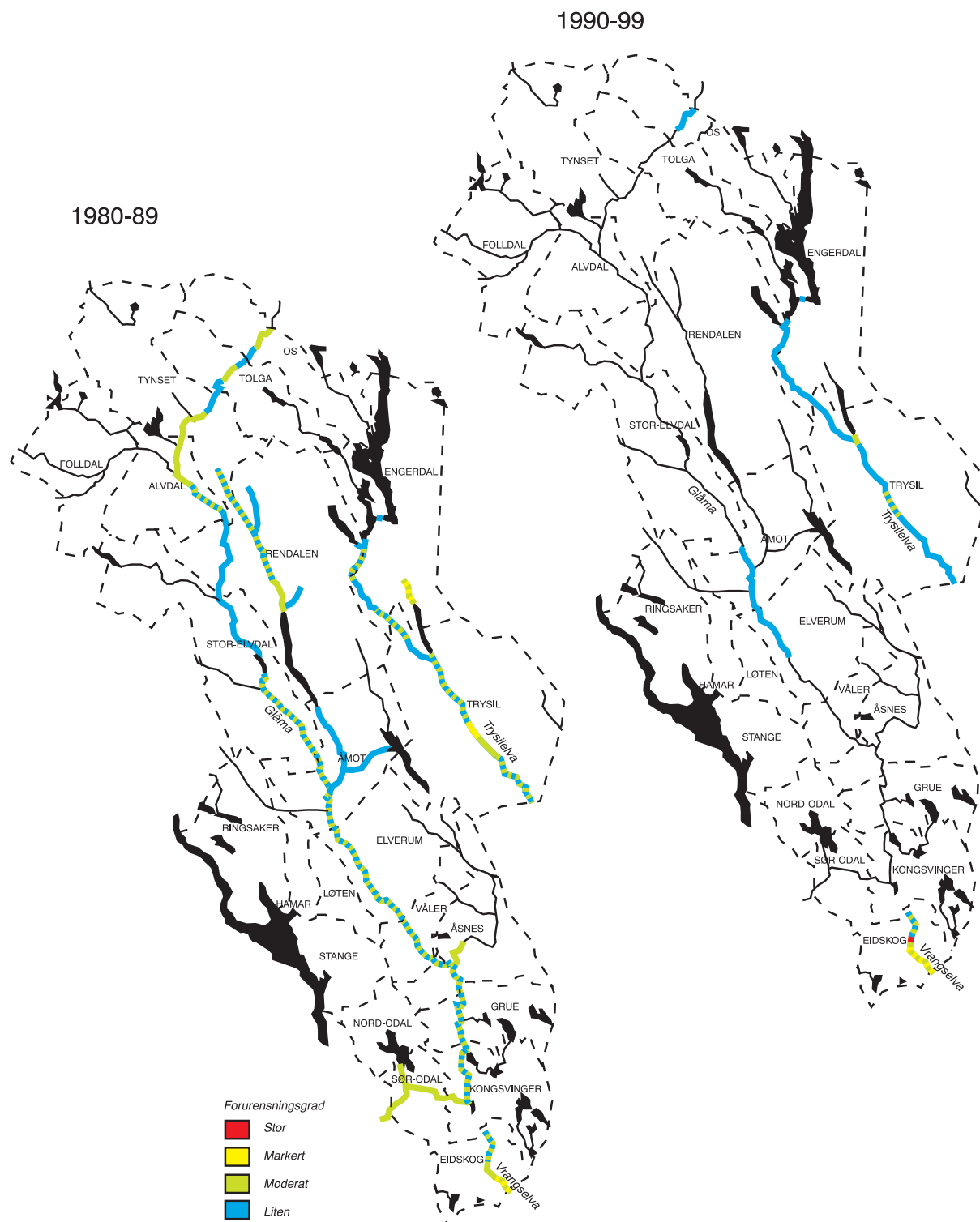
Trysilelva var lite forurenset av næringssalter og organisk stoff i 1992, stort sett på hele strekningen fra utløpet av Femunden til svenskegrensa. Det ble likevel registrert en antydning til noe mer belastning strekningen mellom Innbygda og Nybergssund samt ved Lutnes. Nedre delen av sidelva Engeråa (oppstrøms Engeren) var moderat forurenset. Vannkvaliteten i Trysilelva var blitt betydelig bedre i 1992 sammenliknet med i 1982.

### **2.2.3 Vrangselva**

Forurensningssituasjonen i Vrangselva var blitt klart bedre oppstrøms Matrand i 1994 sammenliknet med i 1985. Ved Matrand var det imidlertid skjedd en markert forverring av tilstanden, og elva ble ved lavvannføring karakterisert som sterkt forurenset av jern-holdig vann og lettnedbrytbart organisk stoff, bl.a. fra silopressaft. Videre sørover til grensa mot Sverige var Vrangselva moderat til markert forurenset med en svak forbedring siden midt på 1980-tallet.

### **2.2.4 Økt grønskevekst i vassdrag**

Undersøkelser har vist at det har skjedd en omfattende økning av "grønskeveksten" i mange norske vassdrag i de senere årene (Lindstrøm 1993, Lindstrøm et al 2000). Det gjelder også flere vassdrag i Hedmark, og fenomenet ser ut til å være mest utbredt i høyereliggende områder med liten menneskelig aktivitet i nedbørfeltene. Bekker, mindre elver, små innsjøer og tjern er mest berørt. Omfattende grønskevekst kan skape problemer bl.a. i forbindelse med utøvelse av fiske, ved at bunnen blir sleip og glatt og at alger fester seg til fiskeredskapen. Deposisjonen og antagelig også avrenningen av nitrogen har økt i samme tidsperiode som det er observert økt grønskevekst. En hypotese er derfor at den økte grønskeveksten er forårsaket av økt nitrogen-deposisjon. Hittil har undersøkelser vist at nitrogen kan være i underskudd for trådformige alger i perioder, og at det er potensiale for økt vekst dersom nitrogen-tilførslene øker (Lindstrøm et al. 2000). Mange ulike faktorer spiller imidlertid inn (bl.a. klima), og det trengs mere forskning til for å få en sikrere forståelse av årsaksammenhengene.



**Figur 10.** Biologisk tilstand i hovedvassdrag på 1980- og 1990-tallet. Omtegnet fra Kjellberg et al. 1991, Kjellberg 1994 og 1995, Kjellberg og Løvik 1997 og Løvik et al. 1997.

## 2.3 Miljøgifter

### 2.3.1 Metaller i innsjøer

Høsten 1995 ble det gjennomført en koordinert, omfattende kartlegging av konsentrasjoner av tungmetaller i innsjøer i Nord-Europa inklusive Finland, Norge, Sverige, Danmark og russisk Kola (Skjelkvåle et al. 1999). Dette var den første beskrivelsen av nivåer og geografisk fordeling av tungmetaller i nordiske innsjøer. Vannprøver fra et betydelig antall innsjøer i Hedmark ble også analysert i forbindelse med denne undersøkelsen. De metallene som ble undersøkt, var: Kadmium (Cd), bly (Pb), arsen (As), sink (Zn), kobber (Cu), nikkel (Ni), kobolt (Co), jern (Fe), mangan (Mn), krom (Cr) og vanadium (V).

En viktig målsetting for den nevnte undersøkelsen var også å vurdere den relative betydningen av forskjellige kilder til tungmetallkonsentrasjonene i disse innsjøene. De viktigste faktorene som bestemmer nivåene og fordelingen av tungmetaller i nordiske innsjøer er følgende (jfr. Skjelkvåle et al. 1999):

- Menneskeskapte kilder:
  - direkte avsetning fra langtransportert luftforurensning
  - indirekte effekter av langtransportert luftforurensning ved økt lekkasje fra nedbørfeltet på grunn av forsuring
  - lokale punktkilder
- Vannkjemiske forhold – spesielt konsentrasjonen av organiske forbindelser (TOC)
- Geologien i nedbørfeltet

Direkte og indirekte påvirkning av langtransportert luftforurensning er de viktigste faktorene for regional fordeling av bly, kadmium, sink og til en viss grad kobolt. Konsentrasjonen av disse metallene var generelt lave i Hedmark, men det ble observert en økning sørover i fylket, og noen innsjøer i dette området hadde f.eks. relativt høye blykonsentrasjoner. TOC-konsentrasjonen i innsjøer er viktig for jern og mangan og til en viss grad for arsen, krom og vanadium. I Hedmark er det særlig de sørlige områdene som har innsjøer med høyt humusinnhold, og det var også i disse områdene en fant de høyeste konsentrasjonene av bl.a. jern og mangan. Konsentrasjonene av arsen, krom og vanadium var generelt lave i Hedmark med en tendens til litt høyere verdier i sør enn i nord. Geologien i nedbørfeltet er den viktigste faktoren for kobber og nikkel, men har også stor betydning for arsen, kobolt, krom og vanadium. Konsentrasjonen av kobber og nikkel var generelt lave i Hedmark-innsjøene.

### 2.3.2 Metaller i innsjøsedimenter

Undersøkelser av innsjøenes sedimenter kan gi informasjon om nivåer og variasjoner i konsentrasjoner av metaller avsatt før atmosfæren var nevneverdig forurenset av metaller (preindustrielle sedimenter = referansesedimenter) og i nylig avsatte sedimenter (overflatesedimenter). Ved å analysere på forskjellige sjikt i sedimentene kan en med andre ord få et bilde av tidsutviklingen i forurensningsgraden. Data over konsentrasjoner av tungmetaller i overflatesedimenter er dessuten viktig informasjon med tanke på hvilke miljøtrusler vannlevende organismer (f.eks. fisk og fiskens næringsdyr) utsettes for. Den første landsomfattende undersøkelsen av tungmetaller i sedimenter ble gjennomført i 1986/87 i regi av Statens forurensningstilsyn, Statens næringsmiddeltilsyn og NIVA og omfattet konsentrasjoner av bly, kvikksølv, kadmium og nikkel (Rognerud og Fjeld 1990). En oppfølgende undersøkelse ble gjennomført i 1996/97, og denne ble i tillegg utvidet med flere andre elementer som har avsetninger av langtransporterte atmosfæriske forurensninger som viktigste kilde (Rognerud et al. 1999).

I disse undersøkelsene var også 26 innsjøer i Hedmark representert. En generalisert oversikt over regionale variasjoner i konsentrasjoner og endringer siden preindustriell tid samt endringer fra 1986/87

til 1996/97 er gitt i tabell 2. For de metallene som er undersøkt både i vann (se ovenfor) og i innsjøsedimenter, var det samsvar i hovedtrekkene med hensyn til regionale variasjoner innen Hedmark. Når det gjelder sedimentundersøkelsene, er det grunn til å merke seg at det har skjedd en generell reduksjon i konsentrasjonene av både bly og kadmium i de senere årene, mens konsentrasjonene av kvikksølv derimot har økt i flere innsjøer, spesielt i sør- og midt-fylket (Tab. 2).

**Tabell 3.** Forenklet oversikt over regionale variasjoner i konsentrasjoner av utvalgte tungmetaller i overflatesedimenter i Hedmark, samt endringer siden preindustriell tid og fra 1986/87 til 1996/97 (Rognerud et al. 1999).

Element	Konsentrasjoner i overflatesedimenter	Endring siden førindustriell tid	Endring fra 1986/87 til 1996/97
Bly Pb	Generelt relativt høye i sør, lavere i nord.	Markert økning	Generell reduksjon
Kadmium Cd	Enkelte innsjøer med rel. høye kons. i sør- og midtfylket, de fleste i nord lave	Økning	Generell reduksjon, mindre red. i sør
Arsen As	Generelt lave, svak økning sørover	Markert økning	Liten endring
Kvikksølv Hg	Lave i nordvest, noe høyere i nordøst, til dels høye sør i Hedmark	Markert økning	Betydelige variasjoner, økning særlig i midt- og sør-fylket
Sink Zn	Stor variasjon, noen innsjøer med rel. høye konsentrasjoner både i nord og sør	Økning	Liten endring
Kobber Cu	Generelt lave konsentrasjoner	Liten endring	Liten endring
Nikkel Ni	Generelt lave konsentrasjoner	Liten endring	Liten endring

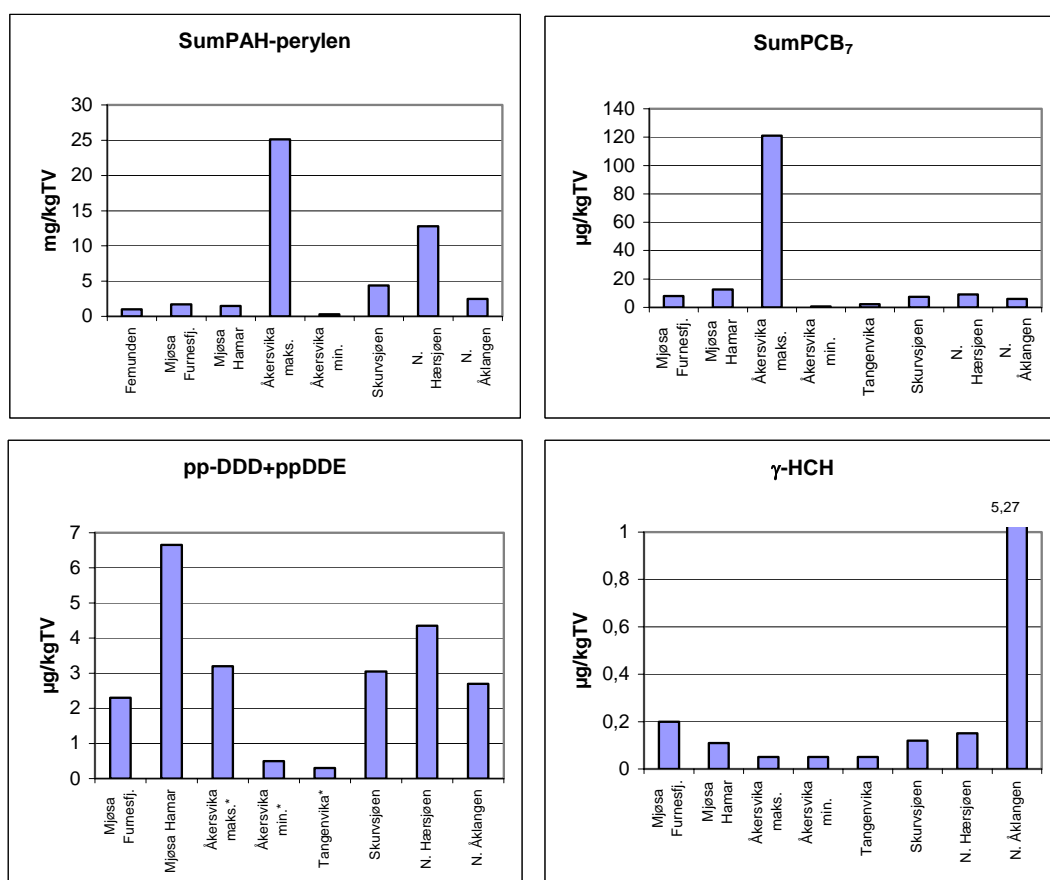
På begynnelsen av 1980-tallet ble det gjennomført en omfattende undersøkelse av kvikksølv i Mjøsa's sedimenter (Rognerud 1985). Det ble beregnet at Mjøsa's sedimenter hadde blitt tilført ca. 1,8 tonn kvikksølv fra menneskelige aktiviteter. Omlag halvparten stammet fra Lillehammer-området, mens den resterende delen fordelte seg på Gjøvik- og Hamar-regionen. Toppbelastningen skjedde antagelig rundt midten av 1960-tallet, og siden den tid har bruken av kvikksølv i treforedlingsindustrien blitt forbudt (1970) samt at den største lokale kilden, Mesna bruk på Lillehammer, har blitt nedlagt. Men fortsatt ligger det store mengder kvikksølv lagret i Mjøsa's sedimenter, og det tilføres nytt bl.a. ved avsetninger av langtransporterte atmosfæriske forurensninger. Mjøsa er en vindeksponert innsjø med sterke dypvannsstrømmer og lang oppholdstid. Dette bidrar til at kvikksølv kan gjøres tilgjengelig for opptak i organismer i lang tid framover.

### 2.3.3 Organiske mikroforurensninger i sedimenter

Fig. 11 viser konsentrasjoner av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og utvalgte klororganiske miljøgifter i sedimenter fra en del innsjøer i Hedmark på 1990-tallet (data fra Holtan et al. 1994, Kjellberg 1999, Kjellberg og Løvik 2000, Rognerud et al. 1997).

PAH er tjærelignende stoffer som dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale (f.eks. fossilt brensel), som biprodukt i industrielle prosesser (aluminiums- og ferromanganverk) og finnes i ulike kull- og oljebaserte produkter (f.eks. kreosot). PAH inneholder flere forbindelser som er tungt nedbrytbare, og noen regnes som potensielt kreftfremkallende. Det ble funnet relativt høye konsentrasjoner av PAH i Nordre Hærsviken (markert forurensningsgrad) og spesielt i deler av Åkersvika der forurensningsgraden ble betegnet som markert til sterk (jfr. Kjellberg 1999). Konsentrasjonen av potensielt kreftfremkallende PAH var likevel relativt lave i Åkersvika. I de andre





**Figur 11.** Konsentrasjoner av PAH og utvalgte klororganiske mikroforurensninger i innsjøsedimenter i Hedmark på 1990-tallet (overflatesedimenter). \* = Figuren viser sum DDT.

innsjøene var konsentrasjonene av PAH relativt lave, og forurensningsgraden kan betegnes som liten til moderat. De høye konsentrasjonene i deler av Åkersvika skyldtes utslipp av kreosot fra treimpregneringsvirksomhet ca. 5 km oppstrøms Åkersvika, tilført med Svartelva. Betydelige mengder kreosot ble tilført elva fra en defekt oljeavskiller i forbindelse med gravearbeider høsten 1997. Utslippet førte til akutt fiskedød i Svartelva og deler av Åkersvika samt akutte skadeeffekter på bunndyr i elva.

PCB (polyklorerte bifenyler) er en gruppe industrielt framstilte, klorerte hydrokarboner. Det har en rekke forbindelser (såkalte kongenere) som er giftige, tungt nedbrytbare (persistente), som biokonsentreres i planter og dyr og biomagnifiseres i næringskjeden. PCB har tidligere vært brukt i en rekke produkter som f.eks. isolasjonsmiddel og kjølemiddel i transformatorer og kondensatorer, i hydraulikk- og skjæreoljer, som mykgjørere i plast, lim, fugemasse, maling m.m. Bruken av PCB ble forbudt i 1980, men på grunn av sin persistens vil forbindelsene finnes i miljøet i lang tid framover. Nedfall av atmosfæriske forurensninger fra lokale kilder eller kilder utenfor landets grenser regnes som viktige årsaker til PCB-forurensning i Norge (Rognerud et al 1997).

Av de undersøkte innsjøene i Hedmark har det blitt dokumentert lokalt sterkt PCB-forurensede sedimenter i deler av Åkersvika (Kjellberg 2000), mens det i de andre innsjøene ble funnet liten til moderat grad av forurensning (Rognerud et al. 1997). Enkeltmålinger fra Åkersvika viste noen av de høyeste verdiene som er funnet i innsjøsedimenter i Norge, men konsentrasjonene hadde sunket fra

1990 til 1999. Forurensningen skyldtes høyst sannsynlig spill av PCB-holdig olje fra NSB's verkstedsområde i forbindelse med vedlikehold av lokomotiver i perioden 1960-80. Det er nå lagt planer for og gjort forberedelser til fjerning av de mest PCB-forurensete sedimentene i den nærmeste framtid.

Klororganiske plantevernmidler som DDT og lindan ( $\gamma$ -HCH) ble forbudt brukt i Norge henholdsvis i 1985 og 1992, men brukes fortsatt i en del andre land særlig i tropiske- og subtropiske områder. Disse midlene (insektisider) ble i Norge brukt bl.a. til insektbekjempelse ved fruktdyrking og i skogbruket samt beising av såkorn og andre frø. Stoffene kan fordampe i varme områder, transporteres i atmosfæren over lange avstander og avsettes i områder med kjøligere klima. DDT og lindan er persistente og fettløselige, noe som gjør at de kan oppkonsentreres i organismer og næringskjeder.

Nedbrytningsprodukter av DDT (pp-DDD+pp-DDE) ble påvist i alle de undersøkte innsjøene i Hedmark, med de høyeste konsentrasjonene i Mjøsa og Nordre Hærsjøen (fig. 11). Konsentrasjonene var imidlertid ikke spesielt høye sammenliknet med andre norske innsjøer. Kildene til forurensningene kan være både lokale tilførsler og avsetninger av langtransporterte atmosfæriske forurensninger. Konsentrasjonene av  $\gamma$ -HCH var stort sett lave bortsett fra i Nordre Åklangen i Eidskog der konsentrasjonen kan betegnes som meget høy sammenliknet med andre norske innsjøer. Årsaken til dette var sannsynligvis tidligere bruk av lindan på tømmer som ble lagret i og like ved innsjøen. I den forbindelse kan også nevnes at det på begynnelsen av 1990-tallet ble dokumentert avrenning av lindan-forurenset vann fra flere barkfyllinger og tømmerlagringsplasser på Hedemarken og i Nord-Odal (Løvik 1993). Andre klororganiske forbindelser som oktaklorstyren (OCS) og heksaklorbensen (HCB) ble påvist i lave konsentrasjoner i de undersøkte innsjøene.

### 2.3.4 Kvikksølv og organiske miljøgifter i fisk

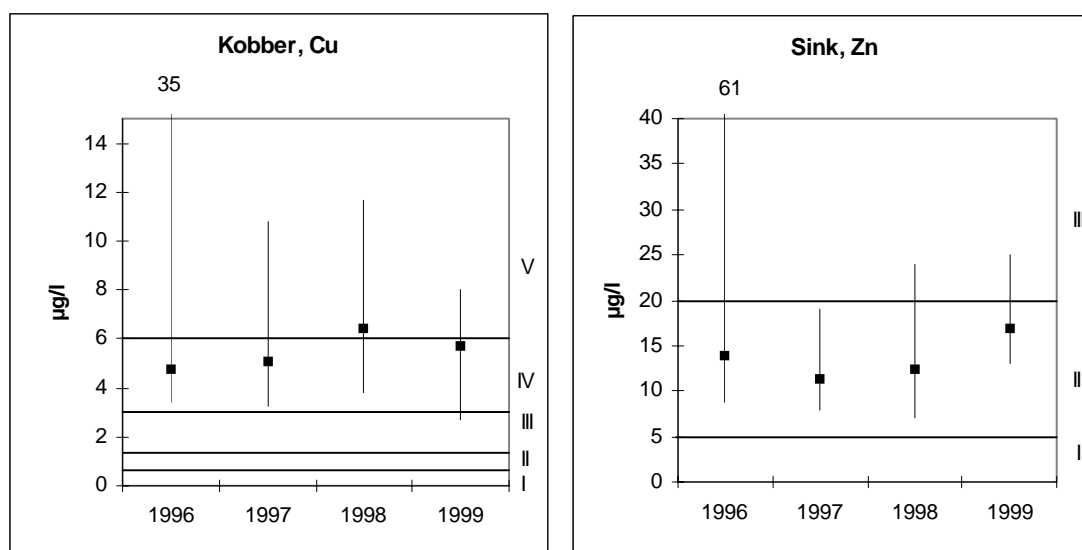
Høye konsentrasjoner av kvikksølv i innlandsfisk ser ut til å være et av de mer alvorlige miljøproblemene i vår tid. Fisken opptar kvikksølv (metylkvikksølv) hovedsakelig gjennom føden. Metylkvikksølvet passerer lett gjennom cellemembraner, binder seg til proteiner og oppkonsentreres i næringskjeden (biomagnifiseres). Det er derfor særlig større, fiskespisende fisk som får de høyeste konsentrasjonene i kjøttet. I Hedmark-innsjøer er det i de senere årene dokumentert tildels betenkelig høye konsentrasjoner av kvikksølv i fisk (Rognerud et al. 1996, Fjeld et al. 1999). Dette gjaldt store individer av gjedde, abbor og stor-ørret fra Mjøsa og store individer av gjedde og abbor fra humusrike skogssjøer sør i fylket. Små individer av abbor og ørret samt røye, sik og mort hadde generelt lavere konsentrasjoner i kjøttet. Statistiske modeller har vist at midlere kvikksølvkonsentrasjon i bestander av ørret og abbor kan forklares ut fra humusinnholdet i vannet (TOC) og avsetningene av kvikksølv og selen. Sporstoffet selen kan hemme biotilgjengeligheten til kvikksølv (Fjeld og Rognerud 1993).

I Mjøsa ble det funnet en markant reduksjon i kvikksølvinnholdet i abbor, gjedde og krøkle (i gjennomsnitt 30-50%) sammenliknet med nivåene for 15-20 år siden (Fjeld et al 1999). Konsentrasjonene i lagesild tydet også på en nedgang, mens det for ørret og lake ikke ble påvist noen endring sammenliknet med nivåene i 1982-84. På tross av nedgangen i kvikksølvnivåene i flere av de undersøkte artene, ble det funnet mange individer med konsentrasjoner som overskred grenseverdiene som er satt for omsetning av fisk beregnet til konsum.

I fisk fra Mjøsa har det også blitt analysert på konsentrasjoner av klororganiske og tinnorganiske miljøgifter (Fjeld et al. 1999). Det ble konkludert med at nivåene av f.eks. sum PCB<sub>7</sub> og sum DDT i fisken var markert forhøyet i forhold til dagens bakgrunnsnivå. Dette indikerte at det har vært ikke ubetydelige lokale tilførsler av slike miljøgifter til Mjøsa og dens nedbørfelt. Konsentrasjonene i fiskekjøttet var imidlertid forholdsvis lave sammenliknet med nivåer som gir grunnlag for kostholdsrestriksjoner. Det ble også påvist tinnorganiske forbindelser i lake fra Mjøsa, men nivåene var relativt lave.

### 2.3.5 Forurensning fra gruvevirksomhet

Øvre deler av Glåma påvirkes av metallforurensninger fra tidligere gruvevirksomhet. Forurenset vann tilføres særlig via sideelvene Orva og Hitterelva i Rørosområdet samt via Folla. Gruvene har vært drevet vesentlig på kobber- og sinkholdig sulfidmalm, såkalte kisgruver. Hovedproblemet er at det fortsatt i perioder skjer avrenning/utlekking av vann med høye tungmetallkonsentrasjoner fra selve gruvene, bergvelter, avganger fra oppredningsverk og slagghauger i området. I 1995 ble det påvist klare gifteffekter av tungmetallforurensning på begroingsorganismer og bunndyr i Glåma (og sideelver) oppstrøms Os, mens det tidligere har blitt dokumentert biologiske skadeeffekter helt ned til Tynset (Kjellberg og Løvik 1997). Analyser av metaller i vannmoser i 1995 viste også meget høye konsentrasjoner av kadmium, kobber og sink i Glåma ved Os. Konsentrasjonene av kobber og sink hadde økt betydelig sammenliknet med i 1990. En årsak til dette var sannsynligvis omstrukturering av bunnsubstrat og elvebanker i forbindelse med storflommen ("Vesleofsen") i 1995.



**Figur 12.** Konsentrasjoner av kobber og sink i Glåma ved Høyegga i 1996-99. Medianverdier og variasjonsbredder er vist. Tilstandsklasser er også markert i henhold til SFT's klassifikasjonssystem (SFT 1997). Klasse I-V tilsvarer henholdsvis "lite", "moderat", "markert", "sterkt" og "meget sterkt forurenset".

Forurensningene i øvre deler av Folla (ovenfor Folldal sentrum) har avtatt, og tilstanden synes å være i ferd med å normalisere seg etter at driften ved Folldal verks gruve på Hjerkinns ble avsluttet i 1993 (Iversen et al. 1999). Vannkvaliteten i avgangsdeponiet har blitt betydelig bedre, og lekkasjen av tungmetaller fra de deponerte massene har vært meget liten i de senere årene. Strekingen ned til Folldal sentrum hadde i 1998 god vannkvaliteten tilnærmet lik den opprinnelige før gruvestarten på Hjerkinns i 1968. Derimot er det i dag betydelige forurensningsproblemer knyttet til avrenning fra det gamle gruveområdet i Folldal sentrum. I 1998 var fortsatt tungmetalltransporten fra området av samme størrelsesorden som i tiden før det ble gjennomført oppryddingstiltak i gruveområdet (avsluttet i 1993). En årsak til dette kan være at store mengder forurensede masser ble fjernet fra området, noe som kan ha ført til en midlertidig økning i forvitringen av eventuelt restavfall. Tilførselene fra gruva har de senere årene vært så store at en neppe kan forvente å nå målsettingen for vannkvaliteten i Folla uten nye tiltak som også omfatter gruvevannet. De biologiske undersøkelsene i Folla samsvarer med de fysiske-kjemiske observasjonene. På strekingen fra Folldal sentrum og ned til samløpet med Grimsa

var fortsatt konsentrasjonene av tungmetaller for høye til at fisk kan oppholde seg der i lengre tid. Bunnfaunaen var også klart negativt påvirket på denne strekningen i 1998 i likhet med tidligere år.

F.o.m. 1996 har det blitt samlet inn vannprøver månedlig for analyser av kobber og sink fra den faste stasjonen ved Høyegga dam. Dette som et ledd i overvåkingen av Glåma i regi av SFT (SFT upubliserte data, se Fig. 12). Undersøkelsen ble satt igang som følge av den nevnte økningen i konsentrasjonene av tungmetaller som ble observert i forbindelse med "Vesleofsen". Resultatene har vist at vannkvaliteten i Glåma ved Høyegga kan karakteriseres som moderat forurenset mht. sink og sterkt til meget sterkt forurenset mht. kobber i henhold til SFT's system for klassifisering av vannkvalitet (SFT 1997).

### **2.3.6 Annen miljøgiftproblematikk**

I den senere tid har det blitt reist spørsmål rundt omfanget og mulige skadeeffekter av tidligere dumping av ammunisjon i Mjøsa. I tiden under og like etter siste krig ble det dumpet betydelige mengder tysk ammunisjon i Mjøsa. I tillegg har ammunisjonsfabrikken på Raufoss dumpet ammunisjon fram til rundt 1970. På denne bakgrunn ble det høsten 2000 satt igang undersøkelser for å fastslå hvilke typer og hvor store mengder ammunisjon det dreier seg om. Utbredelsen skal kartlegges og en skal vurdere eventuell spredning av f.eks. tungmetaller i Mjøsa.

Årlig deponeres det store mengder kobbermantlede blyprosjektiler på sivile og militære skytebaner i Hedmark. Bekker som avvanner Forsvarets skytefelt på Terningmoen i Elverum og på Rena har vært gjenstand for overvåking mht. avrenning av kobber og bly; Terningmoen siden 1990 og Rena siden etableringen i 1998 (Rognerud 2000). Det var ingen tegn til forurensning fra skytefeltet på Rena. På Terningmoen har det heller ikke vært registrert dårlig vannkvalitet. Noe høyere konsentrasjoner i bekkene som avvanner skytefeltet ser ut til å ha liten betydning for vannkvaliteten i Terninga på grunn av fortynningsevnen. De høyeste bly-verdiene i Terninga ble observert oppstrøms Forsvarets skytefelt og skyldtes antagelig avrenning fra Elverum lerduebane.

Bromerte flammehemmere er en gruppe miljøgifter som det har blitt mere oppmerksomhet omkring i de senere årene. En årsak til den økte oppmerksomheten er at det har blitt konstatert en sterk økning i brystmjølk hos svenske kvinner i Stockholmsområdet fra 1970-tallet og fram til slutten av 1990-tallet, med en dobling hvert femte år (se f.eks. de Wit 2000). Flammehemmere brukes i plast, gummi, tekstiler og elektroniske instrumenter for å forhindre brann. Flere av de bromerte organiske forbindelsene er påvist både i vann, sediment, fisk, landlevende pattedyr og fugl. I Sverige har de høyeste konsentrasjonene blitt påvist i sediment og fisk fra elven Viskan i tilknytning til tekstilindustrier (de Wit 2000). Mennesker kan utsettes for stoffene både gjennom føden og via støv og inneluft f.eks. i arbeidsmiljøet. Dyreforsøk har vist at bromerte flammehemmere kan virke skadelig på skjoldbruskkjertelens funksjon, leverenzymproduksjonen, immunsystemet og hjernen/nervesystemet. Etter det vi er kjent med, har det hittil ikke blitt gjennomført undersøkelser av nivåer av disse stoffene i Hedmarks-naturen.

## **2.4 Forsuring**

Følgende beskrivelse er i hovedsak hentet fra siste årsrapport fra programmet "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" i regi av SFT (SFT 2000). Reduserte utslipp av svovel i Europa har ført til at konsentrasjonen av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 49-72% fra 1980 til 1999. Som en følge av nedgangen i sulfatdeposisjonen er det dokumentert en klar og betydelig nedgang i sulfat i innsjøer og elver (30-50%) i samme perioden. Vannkvaliteten har blitt bedre med økt pH og ANC (syrenøytraliserende kapasitet) samt nedgang i uorganisk (giftig) aluminium. Det har også blitt registrert bedringer i den akvatiske faunaen med restituering av bunndyrsamfunn og bedret rekruttering hos fisk (jfr. Grøna-vassdraget, se Bækken et al. 2000). Nedgangen i sulfat har vært større

gjennom 1990-årene enn gjennom 1980-årene. 1999 utmerket seg som et år med betydelig nedgang i sulfat fra året før, spesielt på Østlandet. Nitrat i elver og vann viste et mer variert mønster enn sulfat, men det har blitt registrert en nedgang i innsjøer på Østlandet de senere årene. Konsentrasjonen av humus (TOC) har økt i den siste 10-årsperioden bl.a. på Østlandet, noe som antagelig har sammenheng med hydrologi og klima. Selv om det har skjedd en betydelig bedring, er fortsatt sørlige deler av Østlandet sterkt påvirket av forsurening. Fortsatt er pH lav og konsentrasjonen av uorganisk aluminium høy. De store nedbørmengdene på Sør- og Østlandet høsten 2000 førte til en nedgang på ca. 0,2-0,5 pH-enheter sammenlignet med "normale" høstverdier (B.L. Skjelkvåle, NIVA, pers. oppl.).

Som et supplement til SFT's overvåkingsprogram ble det høsten 1988 gjennomført en vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark som omfattet 220 innsjølokaliteter fordelt over hele fylket (Rognerud 1992). Hensikten var blant annet å skaffe en basis for oppfølgende overvåking av vannkvalitetsutviklingen i fylket over tid. Undersøkelsen har ikke blitt fulgt opp, men analyseresultatene viste at Hedmark har store forsureningsfølsomme områder, særlig i de midtre og sørøstlige delene. Mjøsområdet og områdene i de nordlige delene av Østerdalen er mindre utsatt.

### 3. Litteratur

- Berge, D., Vandsemb, S.M. og Bechmann, M. 2000. JOVÅ – Overvåking av jordbrukspåvirkede innsjøer 1999. Tiltaksgjennomføring, vannkvalitetstilstand og –utvikling. NIVA-rapport. Løpenr. 4315-2000. 96 s.
- Bækken, T., Kjellberg, G., Lindstrøm, E.-A. og Nordhagen, T.A. 2000. Overvåking av Grønavassdraget i Trysil i 1999. NIVA-rapport. Løpenr. 4166-2000. 70 s.
- de Wit, C.A. 2000. Brominated flame retardents. Swedish environmental protection agency. Report 5065. ISBN 91-620-5065-6. 94 pp.
- Faafeng, B. og Fjeld, E. 1996. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Statistisk analyse av usikkerhet i sesongmiddelverdier. NIVA-rapport. Løpenr. 3427/99. 21 s.
- Faafeng, B. og Oredalen, T.J. 1999. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Oppsummering av første fase av undersøkelsen 1988-1998. NIVA-rapport. Løpenr. 4120-99. 82 s.
- Fjeld, E. and Rognerud, S. 1993. Use of path analysis to investigate mercury accumulation in brown trout (*Salmo trutta*) in Norway and the influence of environmental factors. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 1158-1167.
- Fjeld, E., Øxnevad, S., Følsvik, N. og Brevik, E.M. 1999. Miljøgifter i fisk i Mjøsa, 1998. Kvikksølv, klororganiske og tinnorganiske forbindelser. NIVA-rapport. Løpenr. 4072-99. 28 s. + vedlegg.
- Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvern avdelingen 1998. Miljøtilstanden i Hedmark. Fylkesmannens miljøvern avdeling. Rapport nr. 12/1998. 48 s.
- Holtan, G., Berglind, L. og Holtan, H. 1994. Maridalsvassdraget. PAH i vann og sedimenter sammenlignet med Femunden og Farris. NIVA-rapport. Løpenr. 2994. 28 s.
- Iversen, E.R., Grande, M. og Aanes, K.J. 1999. Norsulfid AS avd. Folldal Verk. Kontrollundersøkelser etter nedleggelse av driften. NIVA-rapport. Løpenr. 4036-99. 91 s.
- Kjellberg, G. 1989. Konsentrasjoner av næringssalter og planktonalger i Osensjøen i 1988, sammenlignet med situasjonen i 1978. NIVA-rapport. Løpenr. 2243. 17 s.
- Kjellberg, G., Hessen, D. og Romstad, R. 1991. Tiltaksorientert overvåking i Glåma på strekningen Høyegga – Gjølstadfossen i perioden 1987-89. Sluttrapport basert på fysisk/kjemiske, bakteriologiske og biologiske undersøkelser. NIVA-rapport. Løpenr. 2640. 145 s.
- Kjellberg, G. 1994. Tiltaksorientert overvåking av Trysilelva. Generell vurdering av forurensningsgrad basert på kjemiske og biologiske forhold i 1992. NIVA-rapport. Løpenr. 2983. 69 s.
- Kjellberg, G. 1995. Tiltaksorientert overvåking av Vrangselva. NIVA-rapport. Løpenr. 3353/95. 57 s.
- Kjellberg, G. og Løvik, J.E. 1997. Tiltaksorientert overvåking av øvre del av Glåma i 1995. NIVA-rapport. Løpenr. 3452-96. 78 s.

- Kjellberg, G. 1999. Tiltaksorientert overvåkning av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 1998. NIVA-rapport. Løpenr. 4023-99. 54 s.
- Kjellberg, G. 1999. Skadevirkninger av kreosotutslippet til Svartelva fra ImpregNor AS på Ilseng. NIVA-rapport. Løpenr. 4114-99. 44 s.
- Kjellberg, G. 2000. Tiltaksorientert overvåkning av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 1999. NIVA-rapport. Løpenr. 4169-2000. 51 s.
- Kjellberg, G., Hegge, O., Lindstrøm, E.-A. og Løvik, J.E. 2000. Tiltaksorientert overvåkning av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1999. NIVA-rapport. Løpenr. 4170-2000. 127 s.
- Kjellberg, G. og Løvik, J.E. 2000. PCB-konsentrasjoner i sedimenter fra NSB's båthavn i Åkersvika og fra Mjøsa utenfor Esperen. Rapport fra undersøkelsen i 1999. NIVA-rapport. Løpenr. 4167-2000. 38 s.
- Lindstrøm, E.-A. 1993. Økende grønske i norske vassdrag. Resultater av en spørreundersøkelse. E-92432. Norsk institutt for vannforskning, Oslo. 28 pp.
- Lindstrøm, E.-A., Kjellberg, G. og Wright, R.F. 2000. Tålegrensen for nitrogen som næringsstoff i norske fjellvann: økt "grønske"? NIVA-rapport. Løpenr. 4187-2000. 39 s.
- Løvik, J.E. 1992. Vannkvaliteten i Storsjøen i Odalen i 1991. Tidsutvikling i forurensningsgrad og forurensning av næringssalter. NIVA-rapport. Løpenr. 2688. 23 s.
- Løvik, J.E. og Rognerud, S. 1992. Femunden og Kjemsjøen i Hedmark. En undersøkelse av vannkvaliteten i 1991. NIVA-rapport. Løpenr. 2710. 29 s.
- Løvik, J.E. 1993. Insektmidlet lindan i avrenning fra eldre barkdeponier på Hedemarken. NIVA-rapport. Løpenr. 2968. 14 s.
- Løvik, J.E., Kjellberg, G., Bækken, T. og Romstad, R. 1997. Resipientundersøkelse i Glåma i forbindelse med ny utslippstillatelse for Rena kartonfabrikk ASA. NIVA-rapport. L.nr. 3731-97. 26 s.
- Nashoug, O. (Red.) 1999. Vannkvaliteten i Mjøsa – før og nå. Mjøsovervåkingen gjennom 25 år. Styringsgruppa for overvåking av Mjøsa. 86 s.
- Rognerud, S. 1985. Kvikksølv i Mjøsa's sedimenter. Arealfordeling og vertikalprofiler av antropogent kvikksølv. NIVA-rapport. Løpenr. 1710. 47 s.
- Rognerud, S. 1992. Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark. En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvern avdelingen, rapport 4/92. 30 s. + vedlegg.
- Rognerud, S., Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 1995. Overvåkning av vannkvaliteten i Mesna-vassdraget. Sluttrapport for undersøkelsene i perioden 1992-1994. NIVA-rapport. Løpenr. 3240. 47 s.
- Rognerud, S., Fjeld, E. og Eriksen, G.S. 1996. Landsomfattende undersøkelse av kvikksølv i ferskvannsfisk og vurdering av helsemessige effekter ved konsum. SFT-rapport 673/96. TA-1380/1996. 21 s. + vedlegg.
- Rognerud, S., Fjeld, E. og Løvik, J.E. 1997. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforurensninger. NIVA-rapport. Løpenr. 3699-97. 37 s. + vedlegg.

Rognerud, S., Fjeld, E. og Løvik, J.E. 1999. Landsomfattende undersøkelse av metaller i innsjøsedimenter. NIVA-rapport. Løpenr. 4024-99. 71 s. + vedlegg.

Rognerud, S. 2000. Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 9 års overvåking. NIVA-rapport. Løpenr. 4209-2000. 41 s.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. TA-1468/1997. 31 s.

SFT 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1999. SFT-rapport 804/00. TA-1748/2000. 198 s.

Skjelkvåle et al. 1999. Heavy metal surveys in Nordic lakes; harmonised data for regional assessment of critical limits. NIVA-report. Serial No. 4039-99. 71 pp.



## **4. Vedlegg**

Tabell I. Middelkonsentrasjoner av Tot-N, Tot-P, Klorofyll-a og siktedyp i innsjøer, siste undersøkelsesår (t.o.m. 1999). Tilstandsklasser er gitt (jfr. SFT 1997, se Tab. 1 i tekstdelen).

	År	Tot-N µgN/l	Kl.	Tot-P µgP/l	Kl.	Klorof. µgKl-a/l	Kl.	Sikted. m	Kl.
Savalen -87	1987	187	I	7,9	II				
Narsjøen -88	1988	181	I	5	I	2,5	II	4,2	II
Langsjøen -88	1988	184	I	6,5	I	2,2	II	4,5	II
Femunden -91	1991	217	I	3,9	I	0,95	I	11,0	I
Drevsjøen -88	1988	242	I	9,5	II	3,88	II	3,5	III
Vurrsjøen -88	1988	226	I	8,9	II	3,28	II	2,4	III
Atnsjøen -88	1988	141	I	4,5	I	1,7	I	8,4	I
Lomnessjøen -95	1995	245	I	9,7	II	2,69	II	3,3	III
Storsjøen i Rend. -95	1995	217	I	6,7	I	1,77	I	4,7	II
Kjemsjøen -91	1991	296	I	12,6	III	2,12	II	3,7	III
Eltsjøen -85	1985	239	I	9,3	II				
Engeren -88	1988	186	I	5,3	I	2,1	II	4,0	III
Ossjøen -88	1988	289	I	7,9	II	2,71	II	2,6	III
Kroksjøen -99	1999	303	II	16,5	III	5,9	III	2,6	III
Sjusjøen -99	1999	342	II	18,4	III	4,5	III	3,2	III
Ljøsvatn -99	1999	364	II	39	IV	15,1	IV	2,0	IV
Nord-Mesna -94	1994	310	II	9,2	II	4,7	III	4,3	II
Sør-Mesna -94	1994	323	II	10,4	II	3,95	II	3,3	III
Næra -98	1998	756	IV	8,5	II	3,55	II	4,6	II
Mjøsa -99	1999	429	III	5,5	I	2,88	II	7,5	I
Rokosjøen -96	1996	467	III	13	III	7,2	III	2,1	III
Harasjøen -88	1988	360	II	9	II	3,8	II	2,5	III
Råsen -88	1988	345	II	9,8	II	3,6	II	2,4	III
Storsjøen i Odal -91	1991	331	II	7,9	II	3,36	II	4,7	II
Døllisjøen -96	1996	458	III	9,8	II	5,37	III	2,1	III
Gjesåssjøen -99	1999	475	III	24,5	IV	8,3	IV	2,1	III
Vermunden -96	1996	399	II	10,3	II	3,46	II	2,0	IV
Hukusjøen -96	1996	460	III	10	II	3,99	II	2,1	III
Skasen -85	1985	311	II	6,8	I				
Nuguren -96	1996	391	II	8,8	II	2,15	II	2,7	III
Vingersjøen -88	1988	324	II	11,9	III	4,5	III	2,5	III
Bæreia -86	1986	304	II	6,6	I	2	II		
Sigernessjøen -96	1996	330	II	6,3	I	3,1	II	4,2	II
Nordre Åklangen -86	1986	380	II	12,5	III	6,8	III		
Øyungen -86	1986	399	II	8	II	3,3	II		
Gaustadsjøen -86	1986	491	III	19,4	III	12	IV		
Stangnessjøen -85	1985	487	III	22,9	IV				
Skjervangen -96	1996	386	II	6	I	3,74	II	2,3	III

## Femunden

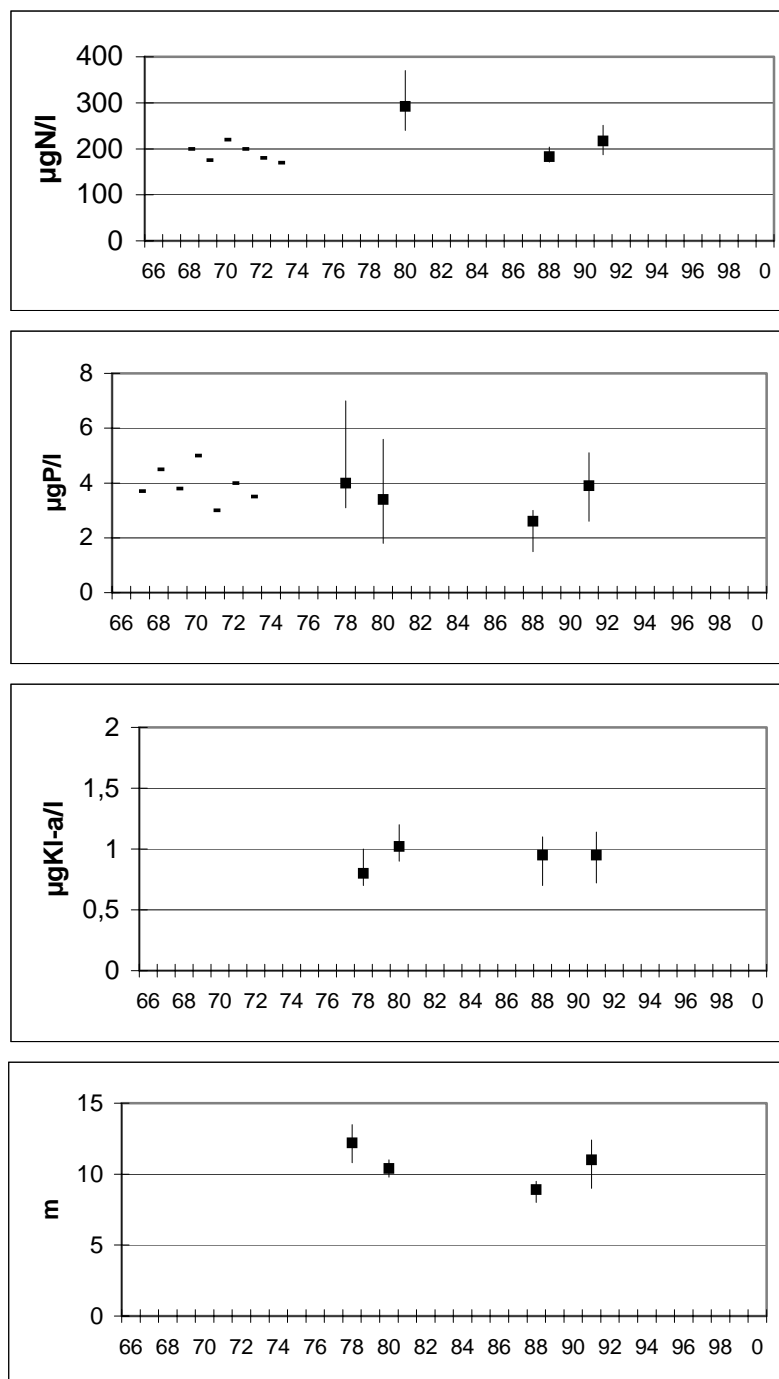


Fig. I. Femunden. Tidsutviklingen i konsentrasjoner av total-nitrogen, total-fosfor og klorofyll-a samt siktedyp. Middelerverdier og variasjonsbredder i vekstsesongen (juni-oktober) er vist bortsett fra for perioden 1967-73 hvor data fra vårsirkulasjonen er vist.

## Storsjøen i Rendalen

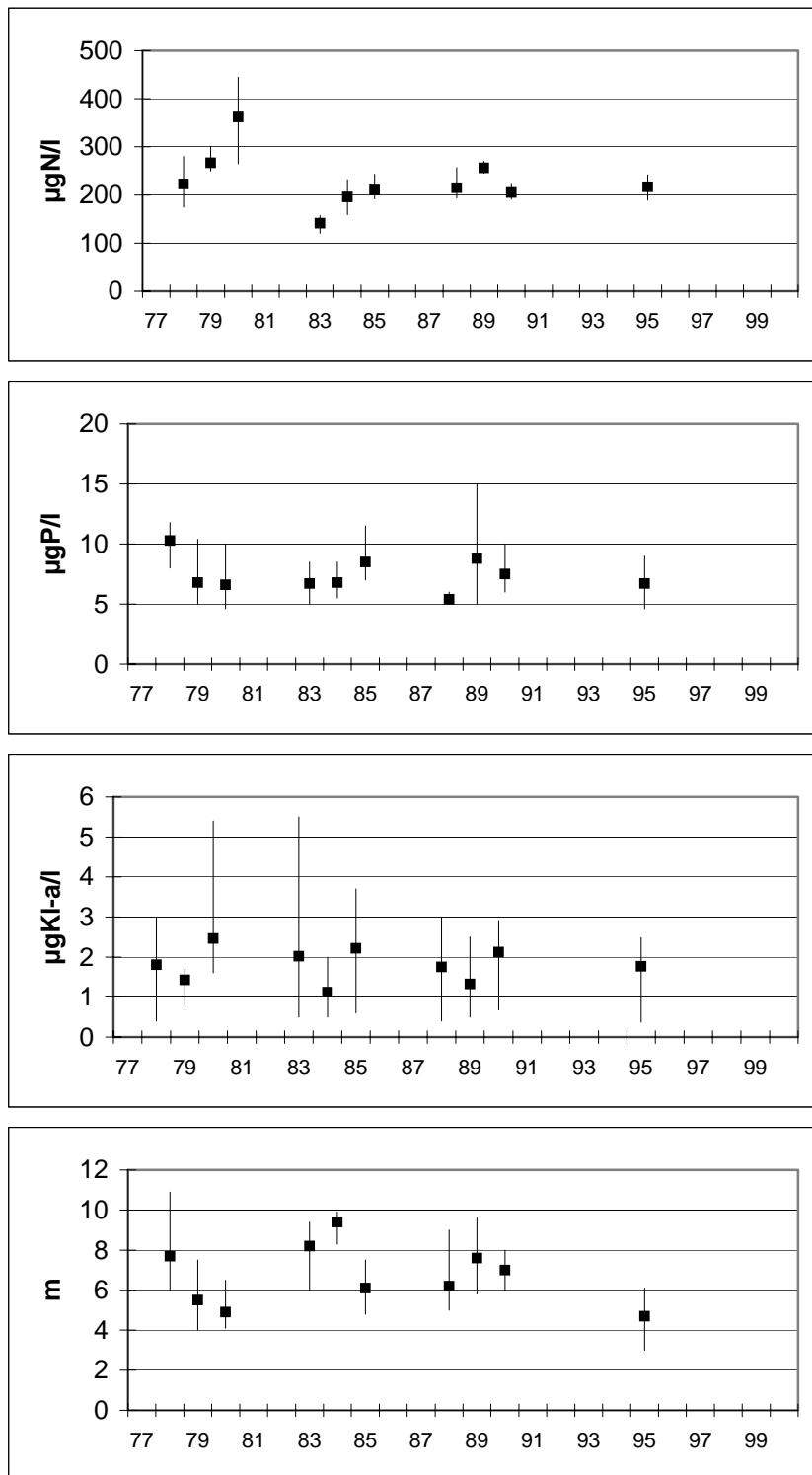


Fig. II. Storsjøen i Rendalen. Tidsutviklingen i konsentrasjoner av total-nitrogen, total-fosfor og klorofyll-a samt siktedyp. Middelerverdi og variasjonsbredder i vekstsesongen (juni-oktober) er vist.

Ossjøen

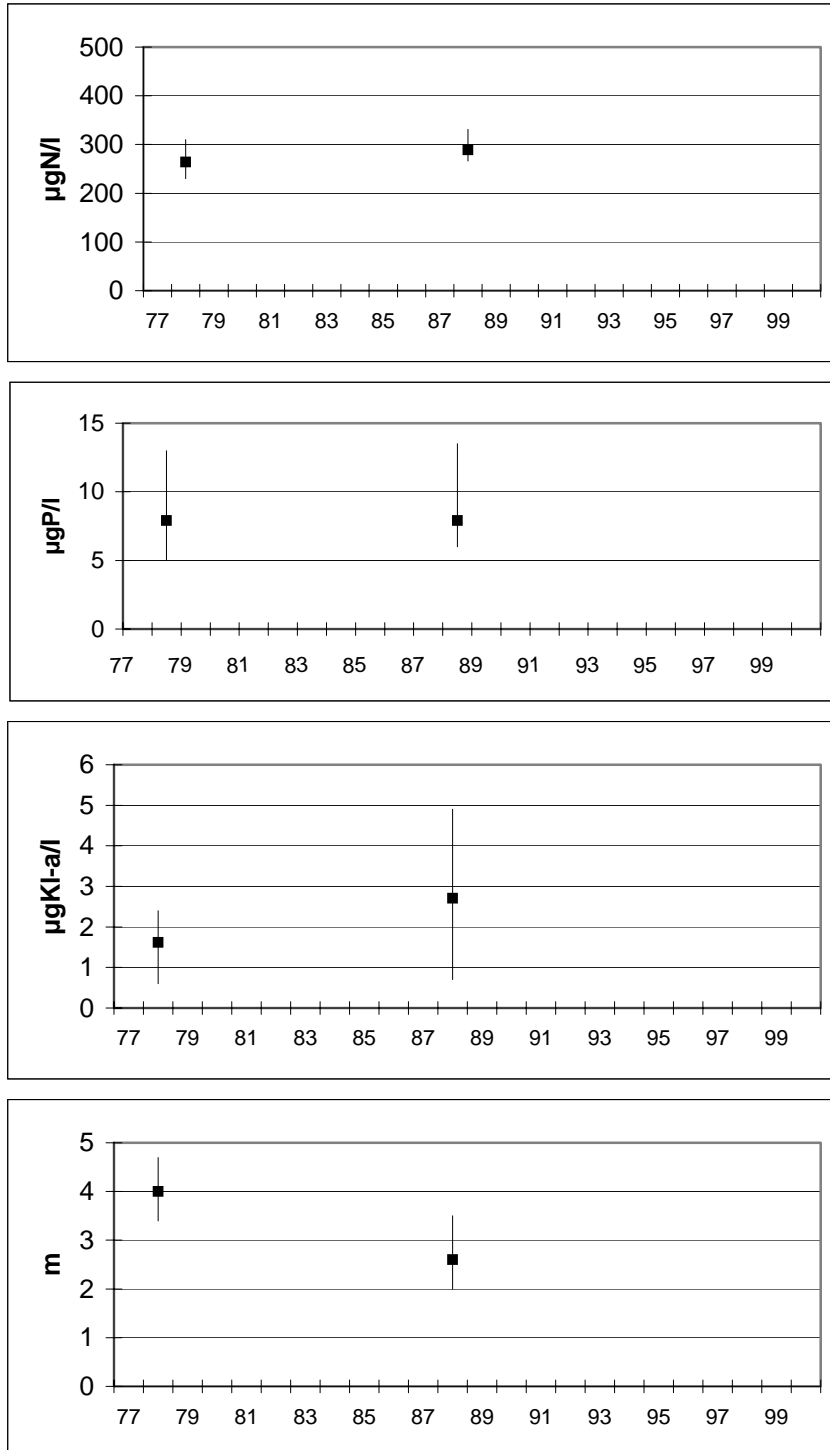


Fig. III. Ossjøen. Tidsutviklingen i konsentrasjoner av total-nitrogen, total-fosfor og klorofyll-a samt siktedyp. Middelerverdi og variasjonsbredder i vekstsesongen (juni-oktober) er vist.

### Sjusjøen

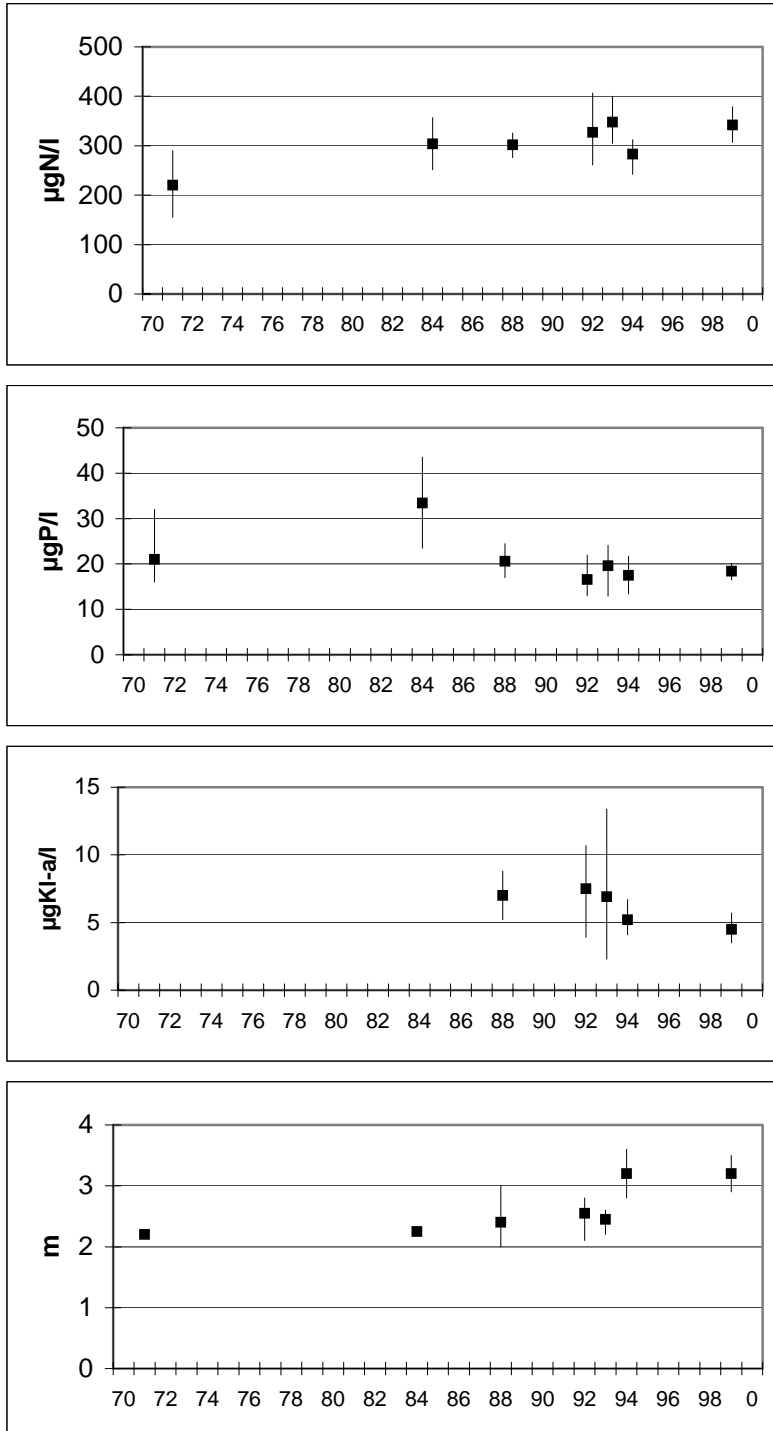


Fig. IV. Sjusjøen. Tidsutviklingen i konsentrasjonen av total-nitrogen, total-fosfor og klorofyll-a samt siktedyp. Middelerverdi og variasjonsbredder i vekstsesongen (juni-oktober) er vist. For 1984 og 1999 fins bare 2 og 3 observasjoner henholdsvis.

### Storsjøen i Odal

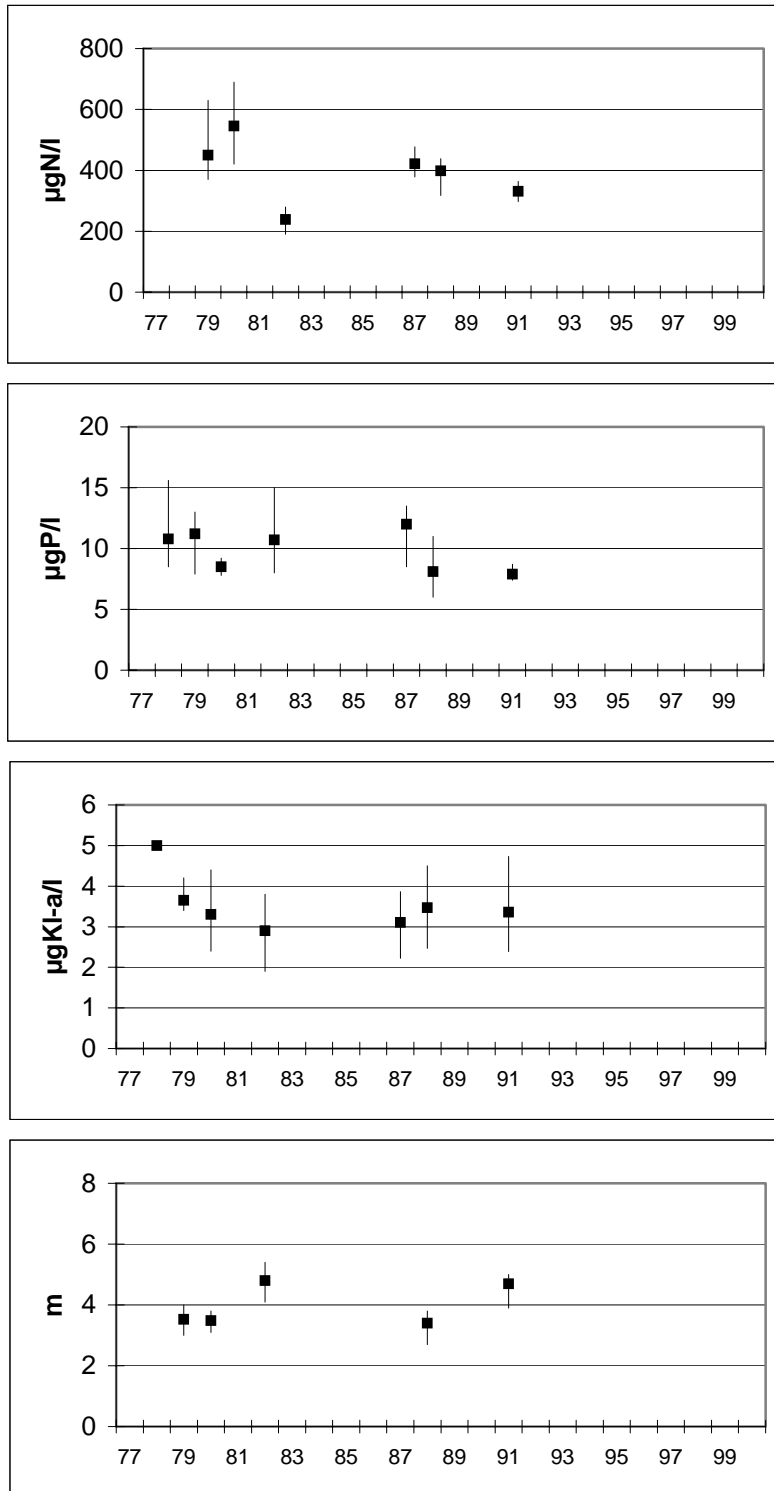


Fig. V. Storsjøen i Odal. Tidsutvikling i konsentrasjoner av total-nitrogen, total-fosfor og klorofyll-a samt siktedyp. Middelerverdier og variasjonsbredder i vekstsesongen (juni-oktober) er vist.

Vermunden

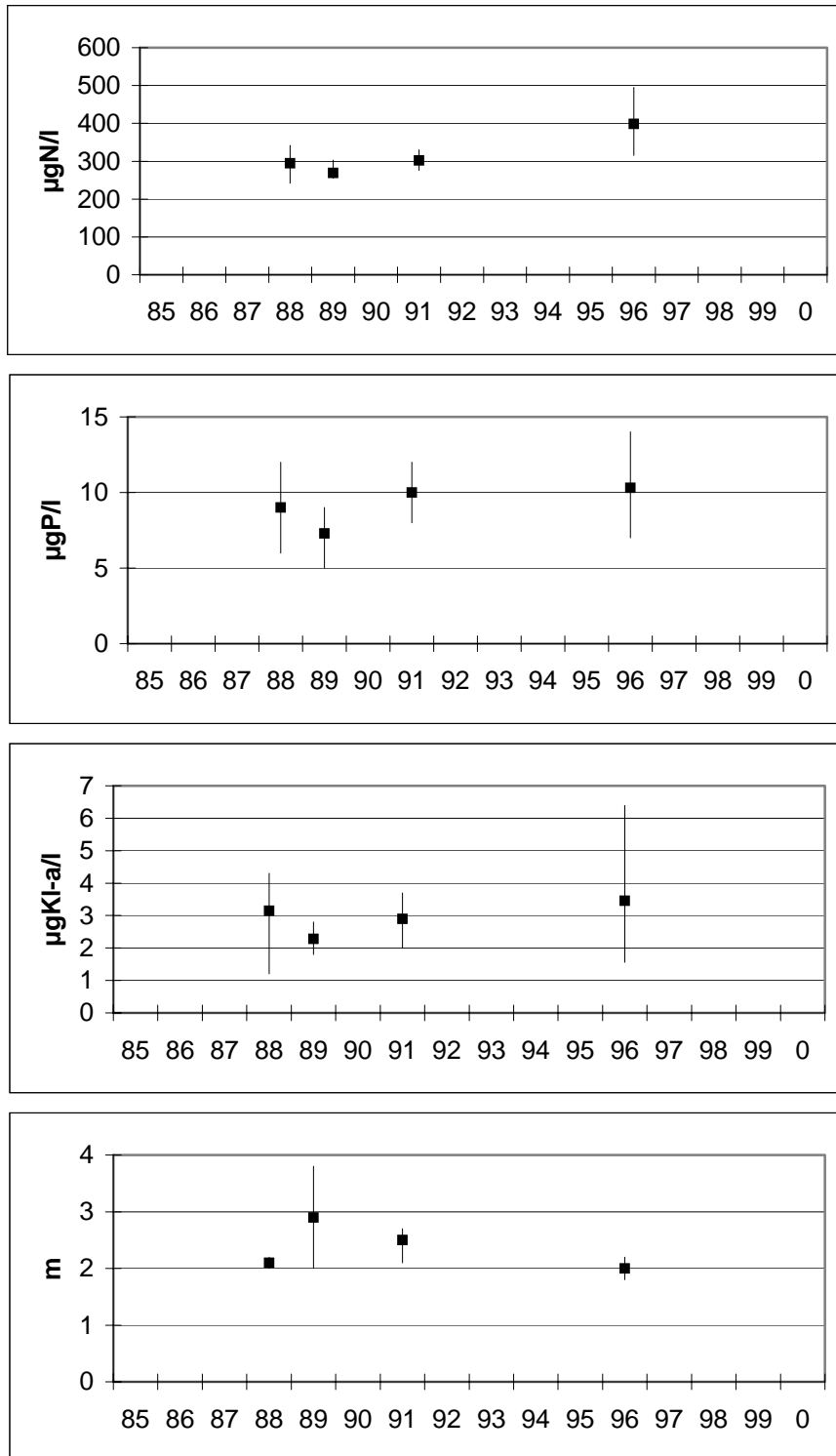


Fig. VI. Vermunden. Tidsutviklingen i konsentrasjoner av total-nitrogen, total-fosfor og klorofyll-a samt siktedyp. Middelerverdier og variasjonsbredder i vekstsesongen (mai-september) er vist.