

Mjøsa

Av: Jarl Eivind Løvik, Sigurd Rognerud, Eirik Fjeld (NIVA) og Gösta Kjellberg (tidligere NIVA)

Utarbeidet i september 2009



Mjøsa sett fra Gjøvik-sida mot Ringsaker i oktober 2008. Navnet Mjøsa kommer trolig av Mjors eller Merso som sannsynligvis betyr den glitrende eller den skinnende. Foto: Jarl Eivind Løvik

Beskrivelsen bygger i hovedsak på tidligere utgitte rapporter og publikasjoner. Se litteraturlista.

Innledning

Med et overflateareal på 369 km² er Mjøsa Norges største innsjø. Den er også Norges fjerde dypeste innsjø, med et største målte dyp på 453 m (330 m under havets overflate). Nedbørfeltet utgjør en vesentlig del av Sør-Norges areal og 5 % av hele Norges areal. Dette strekker seg fra de mektige fjellområdene Breheimen, Jotunheimen, Reinheimen, Dovrefjell og Rondane i nordvest og nord med flere topper på over 2000 moh. via markerte daler og skogområder til flatbygdene og åslandskapene på begge sider av Mjøsa i sør.

Mjøsa og Gudbrandsdalslågen er en del av Glåmavassdraget, som er landets største vassdrag og Nordens vannrikeste vassdrag. Utløpselva Vorma renner sammen med Glåma ved Vormsund i Nes kommune i Akershus. De største tilløpselvene (med nedbørfelt over 100 km²) er Gudbrandsdalslågen (Lågen) og Gausa fra nord og nordvest, Vismunda, Stokkelva, Hunnselva og Lena fra vest og Mesna, Moelva, Brumunda, Flagstadelva, Svartelva og Vikselva fra øst. Lågens nedbørfelt utgjør hele 70 % av Mjøsas nedbørfelt, og andelen fjell er stor særlig i dette delnedbørfeltet. Isbreene i Jotunheimen og Breheimen via Otta har betydning for avrenningsmønsteret og vannkvaliteten i vassdragene nedstrøms. Områdene rundt Mjøsa, spesielt rundt de sentrale delene på Toten og Hedmarken, er blant

Norges viktigste jordbruksområder. Her er det ca. 800.000 dekar dyrka mark. Arealfordeling i nedbørfeltet er gitt i tabellen nedenfor (Kilde: Holtan mfl. 1980).

	Areal		Dyrka mark		Skog		Myr		Uproduktivt		Vann	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Lågen	11459	100	223	2	3198	28	243	2	7372	64	461	4
Nedstrøms												
Fåberg	4904	100	807	16	3065	63	391	8	191	4	450	9
Totalt	16363	100	1030	6	6263	38	634	4	7563	46	911	6

Mjøsa har en sentral plass i landskapsbildet i området og er av stor betydning for mange brukergrupper. Ikke minst som råvannskilde for kommunal og privat vannforsyning samt råvannskilde for industri og jordvanning. Til sammen ca. 80.000 mennesker får sitt drikkevann fra 7 større kommunale vannverk med inntak fra dypt vann (60-280 m), og Mjøsa brukes til vanning av ca. 90.000 dekar dyrka mark.

Betydelige rekreasjons- og fiskeinteresser er knyttet til innsjøen. På varme sommerdager er det et yrende badeliv langs strendene. Antall fritidsbåter er stort, og dagens fiskeavkastning er anslått til 4-7 kg pr. hektar. Fiske etter ørret og lagesild er av størst betydning, men fiske etter abbor, harr, gjedde, sik, lake og til dels mort, brasme og vederbuk er også vesentlig. Videre er Mjøsa viktig for bl.a. båtturnisme og opplevelsesturer etc. Fire våtmarksområder/strandområder er vernet etter naturvernloven; Lågendeltaet naturreservat, Svenesvollene naturreservat, Totenvika naturreservat og Åkersvika naturreservat. De tre førstnevnte ligger i Oppland, mens det sistnevnte ligger i Hedmark (kommunene Hamar og Stange). Åkersvika naturreservat ble fredet ved kongelig resolusjon i 1974 og ble da valgt til Norges første Ramsar-område.

Klassifisering av miljøtilstand

I tabellen nedenfor er vannkvaliteten eller miljøtilstanden i forhold til overgjødsling gitt i henhold til Klassifiseringsveileder pr. 3.7.2009 (www.vannportalen.no/, se også Lyche Solheim mfl. 2008 b). Klassifiseringen er basert på middelverdier for perioden mai-oktober i årene 2001-2008 ved de fire faste prøvestasjonene.

	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Kl-a µg/l	Siktedyp m
Brøttum	5.5	268	2.03	6.7
Kise	4.3	377	2.48	8.7
Furnesfjorden	4.7	459	2.74	8.1
Skreia	3.9	441	2.26	9.8

Tilstandsklasser:

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------

Tilstandsklasser eller forurensningsgrader med hensyn til konsentrasjoner av tungmetaller i vann er gitt i tabellen nedenfor (jf. SFT 1997). Middelverdier av målinger ved 9 datoer i perioden 2002-2006 ved stasjon Skreia er gitt. Disse representerer totalt 72 prøver fra hele vannsøylen (8 dyp fra 0,5 m til 400 m). Middelverdiene er betydelig lavere enn grenseverdiene i henhold til Vanndirektivet (Environmental Quality Standards – EQS, grenser mellom God og Moderat kjemisk status) for de metallene der slike grenseverdier er etablert, dvs. for kadmium, kvikksølv, nikkel og bly (www.vannportalen.no/).

Bly µg Pb/l	Kadmium µg Cd/l	Kobber µg Cu/l	Krom µg Cr/l	Kvikksølv µg Hg/l	Nikkel µg Ni/l	Sink µg Zn/l
0.05	0.01	1.06	0.09	<0.002	0.62	1.73

Forurensningsgrad (SFT 1997):

Ubetydelig	Moderat	Markert	Sterk	Meget sterk
I	II	III	IV	V

Geologiske forhold

Fjellmassivene i nordvestre del av nedbørfeltet består av forskjellige typer gneis og granitt, mens de i øst består av harde sandsteinsbergarter (Sigmond mfl. 1984, Nashoug 1999). Et fellestrekk for dem er at de er harde, nærings- og kalkfattige. Jotunheimen-massivet i vest er dominert av basiske gabbrobergarter. Disse er også harde, men de har en kjemisk sammensetning som gjør dem mer næringsrike og bedre i stand til å nøytralisere surt vann. Store deler av Gudbrandsdalen er dominert av skifer og sandsteinsbergarter. I øvre deler er berggrunnen sterkt preget av de kaledonske fjellkjedefoldingene. Sandsteinene ble da omdannet til lys skifer og kvartsitt. Lenger sør overtar mørkere bergarter som Brøttum-sandstein og Brøttum-skifer. Det sentrale Mjøsområdet består av mer næringsrike, kambrosiluriske kalkstein- og skiferbergarter som gir avrenning som er rik på kalsium og mineralsalter, mens de sydlige delene domineres av tungt forvitrelig gneis og granitt (Nordgulen 2005).

Løsmassene i Mjøsas nærområde domineres av morene, stedvis med stor mektighet (Sollid og Kristiansen 1983). Langs elver som Brumunda, Flagstadelva og Vikselva er det betydelige avsetninger av sortert materiale (sand og grus), og i noe høyere liggende områder finnes store myrarealer.

Klima

Klimaet i de øvre delene av nedbørfeltet påvirkes av fjellene i vest. Fuktige luftstrømmer fra Atlanterhavet presses til værs og avgir nedbør. De høyere liggende områdene i nordvest har derfor årsnedbør på over 2000 mm. Lesiden av fjellene ligger i regnskyggen, og her finner vi noen av Norges mest nedbørfattige områder med årsnedbør på under 500 mm (se tabell nedenfor). Normal-verdiene i tabellen gjelder perioden 1961-1990 (<http://retro.met.no/observasjoner/index.html>). Betydelige deler av området har typisk innlandsklima med relativt lite nedbør, kalde vintre, varme somrer og store døgnvariasjoner mht. temperaturen i sommerhalvåret.

Nr.	Stasjon	Hoh.	Temperatur, normaler, °C			Nedbør, normal, mm
			Januar	Juli	År	
61770	Lesjaskog	621	-9,6	11,3	0,9	499
14610	Vågå - Klonas	370	-9,7	13,9	2,4	370
12960	Sjusjøen - Storåsen	931				1020
12550	Kise på Hedmark	128	-7,4	15,2	3,6	585

Hydrologiske og morfometriske forhold

Hydrologiske og morfometriske data for Mjøsa er gitt i tabellen nedenfor (Kilder: ¹ NVE Atlas pr. januar 2009, ² NVE 1984, ³ NVE 2003).

Areal nedbørfelt ¹	16568	km ²
Innsjøens høyde over havet ¹	123	m
Areal innsjøoverflate ¹	369	km ²
Lengde ²	117	km
Største målte dyp ¹	453	m
Midlere dyp ¹	150	m
Volum ¹	55361	mill. m ³
Midlere årlig avløp ¹	10102	mill. m ³
Teoretisk oppholdstid ¹	5,48	år
Høyeste regulerte vannstand, HRV ¹	122,94	m
Laveste regulerte vannstand, LRV ¹	119,33	m
Regulerings høyde ¹	3,61	m
Normal sommervannstand ³	122,80	m
Vannstand 1995-flommen (kulminasjon) ³	125,63	m

Vannføringen i tilløpselvene er vanligvis lav i vinterhalvåret. Snøsmelteflommen starter som oftest omkring overgangen mars-april. Oppover i vassdraget forskyves tiden for snøsmeltingen utover våren og sommeren. Høy vannføring kan også forekomme i tilknytning til nedbør om sommeren og høsten. Avrenningen til Mjøsa er sterkt dominert av Lågen som representerer 80-90 % av den totale vanntilførselen. Avsmeltingen av snø og is fra høyfjellsområdene (inklusive breene i Jotunheimen og Breheimen) setter sitt preg på vannføringsmønsteret Lågen. Sommervannføringen er betydelig høyere enn den ville ha vært uten breer i nedbørfeltet. I øvre deler av sideelva Otta, som er mest påvirket av brevannstilførsel, varer smelteflommen fra mai til august/september. Det meste av vannet tilføres derfor Mjøsa i perioden mai/juni til august når den store is- og snøsmeltingen skjer i fjellområdene.

Gudbrandsdalslågen er regulert med 2 kraftverk, Harpefossen kraftverk og Hunderfossen kraftverk, og det er flere kraftverk i sideelver som Otta, Vinstra, Gausa, Mesna, Hunnselva, Lena og Moelva. Mjøsa er regulert med kraftverksdam ved Svanfossen i Vorma. Reguleringshøyden er 3,61 m. For mer informasjon om reguleringer se <http://www.glb.no/> og <http://www.nve.no/>.

Forurensningskilder

Mange forskjellige typer forurensninger har vært eller er aktuelle i Mjøsa. Det gjelder for eksempel plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen, organisk stoff og tarmbakterier. Også miljøgifter som metaller (spesielt kvikksølv) og organiske mikroforurensninger slik som de klorerte forbindelsene PCB og DDT, de bromerte forbindelsene PBDE og HBCDD samt "tjærestoffene" PAH påvirker økosystemet i Mjøsa.

Innsjøen blir tilført næringsstoffer, organisk stoff og tarmbakterier særlig fra bebyggelsen og jordbruksaktiviteter i området. I alt bor det ca. 200.000 personer i nedbørfeltet, hvorav ca. 150.000 i innsjøens umiddelbare nærhet. Ca. 120.000 er tilknyttet offentlige kloakksystemer, og det er bygget et større antall høygradige kommunale renseanlegg. Aktuelle forurensningskilder er i første rekke utslipp av avløpsvann fra separatanlegg i spredt bosetting, utslipp fra kommunale renseanlegg og fra bedrifter og institusjoner, arealavrenning fra dyrka mark og episodiske utslipp fra gjødselkjellere. Korndyrking er den dominerende driftsformen i jordbruket i lavlandet, men her produseres også gras, poteter, grønnsaker, oljevekster og bær. Videre er husdyrhold med gris, sau, storfe og fjørfe viktig. Grasproduksjon og husdyrhold er mer dominerende i de høyere liggende områdene. Ved årtusenskiftet var tilførselen av fosfor til Mjøsa i underkant av 200 tonn pr. år, fordelt på hovedkilder omtrent som følger: landbruk 28 %, industri 2 %, kloakk 22 % og fra naturen 48 %.

De fleste industribedriftene, som kan være potensielle vannforurensere, finnes innen næringene trevarer/treforedling, tekstil, nærings/nyttelsesmidler og metallbearbeiding/metallurgi. Videre finnes bedrifter f.eks. innenfor gjenvinning, ammunisjonsproduksjon, betongproduksjon osv. En del av bedriftene med konsesjonskrav til utslipp har utslipp via egne renseanlegg, mens de resterende har utslipp til Mjøsa eller tilløpselver via kommunale renseanlegg. Avrenningsvann fra veier og nærliggende arealer inneholder forurensninger fra sjølve trafikken, fra vegbanen og fra drift (f.eks. salting) og vedlikehold av vegene.

I nedbørfeltet finnes mange avfallsfyllinger, spesielt eldre, nedlagte fyllinger. Tidligere var det helt vanlig å legge fyllinger langs bekker og elver, ved strandkanten eller til dels i sjølve innsjøen. Særlig på de eldre fyllingene har det blitt deponert et bredt spekter av produkter og masser fra industri, verksteder, jordbruk, husholdninger, offentlige institusjoner osv.

Generell vannkvalitet, strømninger og sedimentasjon

Tabellen nedenfor gir en del verdier mht. den generelle vannkvaliteten ved hovedstasjonen utenfor Skreia (middelverdier av blandprøver fra sjiktet 0-10 m i 2007, kalsium fra 2008).

	pH	Alkalitet mmol/l	Konduktivitet mS/m	Turbiditet FNU	Fargetall mg Pt/l	TOC mg/l	Kalsium mg/l	Silikat mg/l
Middel mai-okt.	7,1	0,194	4,0	0,6	12	1,9	5,0	2,4
Variasjonsbredde	7,0-7,2	0,181-0,214	3,7-4,5	0,3-1,1	8-14	1,5-2,4	-	1,6-3,2

Mjøsa er fra naturens side en klarvannssjø, dvs. at den er lite humuspåvirket, jf. verdier for fargetall og totalt organisk karbon (TOC). Den nordlige delen fra Lillehammer og et stykke sørover påvirkes av tilførselene av breslam fra Gudbrandsdalslågen, noe som bl.a. gir høy konsentrasjon av partikler, redusert sikt og synlig grønnskjær på vannet om sommeren. Graden av påvirkning kan variere betydelig fra år til år. Partikkelkonsentrasjonen er vanligvis markert lavere lenger sørover i Mjøsa, f.eks. ved hovedstasjonen (jf. turbiditet).

På grunn av jordrotasjonen (jf. den såkalte Coriolis-effekten) følger hovedvannstrømmen fra Lågen det vestre landet av Mjøsa på sin ferd sørover. Dette fenomenet var godt synlig f.eks. under storflommen i 1995. Da kunne en fra bilvegen mellom Lillehammer og Gjøvik se et belte med grått flomvann langs vestsida av Mjøsa og et skarpt skille mot det langt klarere vannet langs østsida. Vannet fra Lågen vil i hovedsak innlagres i det sjiktet av Mjøsa som har samme temperatur. Når flomvannet med Lågen om sommeren er kaldere (og tyngre) enn de øvre vannlagene det møter i nordre del av Mjøsa, vil det ha en tendens til å innlagre seg et stykke under overflaten. I forbindelse med strømundersøkelsjer i Mjøsa i juni 1973 ble det observert en relativt sterk sørgående strøm av vann med mye brepartikler i 8-15 m dyp, mens det i de dypere vannlagene ble observert en svak nordgående returstrøm (Holtan mfl. 1979). Strømmen i overflatelaget (0-5 m) endret retning og hastighet i samsvar med vinden.

Mellom Lågen og Mjøsa foregår det en konstant blandingsprosess. Prosessen påvirkes først og fremst av vind og innstrømningsvannføring. Partikler som tilføres med de store elvene fra nord sedimenteres gradvis ut av vannmassene på vannets veg sørover. Sedimentasjonshastigheten (dvs. hvor mye nytt materiale som legges til på toppen av bunnsedimentene for hvert år) er betydelig større i de nordlige områdene enn lenger sør. Det medfører bl.a. at eventuelle forurensninger på bunnen kan bli raskere tildekket av nye, renere sedimenter i disse områdene enn ellers i Mjøsa. I de søndre delene av Mjøsa er det vanligvis lite igjen av de partiklene som ble tilført med de større elvene, og dette er en medvirkende årsak til klarere vann og bedre sikt i disse områdene.

Utløpsvannet fra Mjøsa til Vorma kommer i hovedsak fra de øvre vannmasser. Vedvarende sydlig vind kan imidlertid presse overflatelagene nordover slik at det er kjøligere vann fra dypere lag som presses opp og ut ved Minnesund. Ved slike situasjoner kan det observeres forskjeller i overflatetemperaturen på 10-12 °C fra Minnesund til Furnesfjorden (jf. Holtan mfl. 1979).

Konduktivitet på ca. 4 mS/m viser at vannmassenes konsentrasjon av løste mineralsalter er lav. Konsentrasjonen av kalsium på 5 mg/l fører imidlertid til at Mjøsa plasseres i gruppen kalkrike innsjøer i henhold til typologien for norske innsjøer. Grensen mellom kalkfattige og kalkrike innsjøer er satt ved 4 mg Ca/l. Nordre del har noe lavere kalsium-konsentrasjon enn de sentrale delene og kan betegnes kalkfattig. Vannets pH ligger nær nøytralpunktet, og vannmassenes evne til å motstå pH-ending ved tilførsel av syrer er god (jf. alkalitet). Forsuring har derfor ikke vært et aktuelt tema når det gjelder Mjøsa. Høy pH som følge av høy algeproduksjon om sommeren har ikke vært registrert i de senere årene.

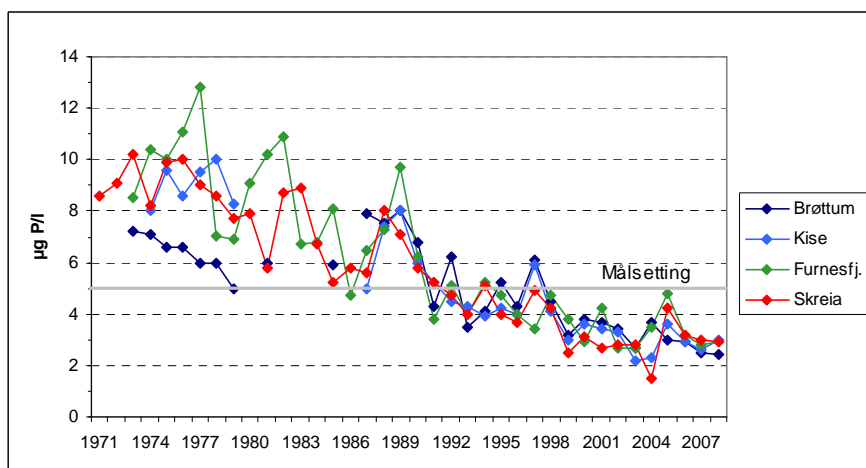
Overgjødsling

En stadig økning i tilførslene av næringsstoffer fra befolkning, jordbruk og industri utover i forrige århundre, spesielt etter andre verdenskrig, førte til en akselererende eutrofiering (overgjødsling) av Mjøsa. Dette gav seg blant annet utslag i økende grønskevekst langs strendene, økende vekst og biomasse av planteplankton (alger) i de frie vannmasser og dårligere sikt i vannet. Videre skjedde det markerte endringer i sammensetningen i planteplanktonet, mot mer næringskrevende arter. Fra ca. 1950 til midten av 1980-tallet var innsjøen betydelig overgjødslet, og vannkvaliteten var ikke akseptabel. Effektene av forurensningene kulminerte med en kraftig oppblomstring av blågrønnalgen (cyanobakterien) *Tychonema bourrellyi* (tidligere benevnt *Oscillatoria bornetii*) på sensommeren og høsten 1976. Masseoppblomstringen av blågrønnalger førte bl.a. til vond smak og lukt av drikkevannet for en stor befolkning både rundt Mjøsa og langs vassdraget nedstrøms.

Situasjonen ble da vurdert som kritisk. Behovet for å framskynde og utvide tiltak for å hindre forurensninger var akutt. "Aksjon Mjøsa" (1973-1981) og videre tiltak ("Tiltakspakken for Mjøsa") for å redusere tilførslene var avgjørende for å bringe Mjøsa tilbake til akseptabel eller nær akseptabel tilstand. Dette har i hovedsak vært situasjonen i perioden fra og med slutten av 1980-tallet. Men også enkelte år på 1990-tallet og etter 2000 har det vært større mengder planteplankton enn ønskelig, sjøl om oppblomstringene i de senere årene har vært relativt kortvarige.

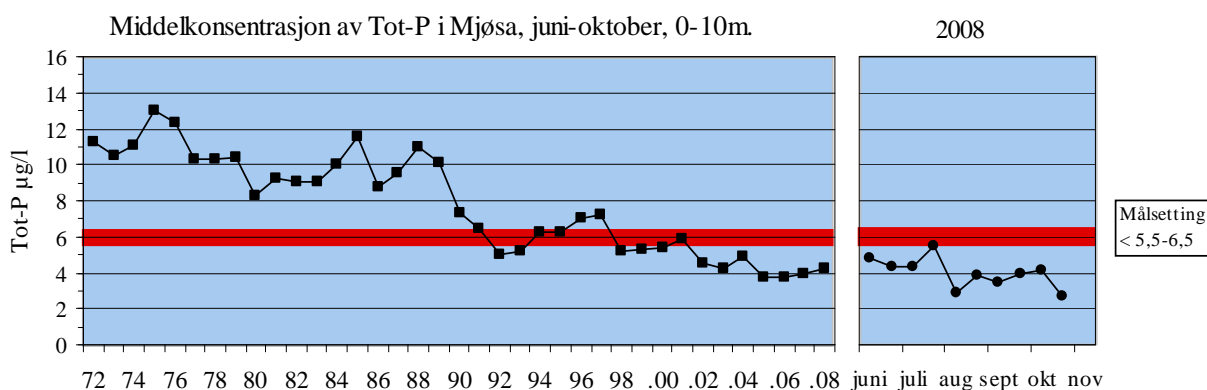
Fosfor er det næringsstoffet som vanligvis er begrensende for algeveksten i norske innsjøer. Dette er også tilfelle i Mjøsa. Fra naturens side har konsentrasjonen av total-fosfor i de sentrale vannmasser sannsynligvis ligget lavere enn 5 mikrogram pr. liter ($\mu\text{g/l}$), kanskje ned mot 2 $\mu\text{g/l}$ i årsmiddel. På 1970-tallet var konsentrasjonen godt over 10 $\mu\text{g/l}$. De omfattende forurensningsbegrensende tiltakene har medført en reduksjon i de totale tilførslene av fosfor til Mjøsa fra ca. 460 tonn/år rundt 1970 til under 200 tonn/år ved årtusenskiftet. Resultatet har bl.a. vært en klar nedgang i konsentrasjonen av fosfor i vannmassene (Fig. 1-2) og markert reduksjon i algemengdene (Fig. 3-4).

Blågrønnalger har hatt liten mengdemessig betydning etter midten av 1980-tallet. Det er ikke uvanlig å se markerte ansamlinger av cyanobakterien *Anabaena* på overflaten i forbindelse med varmt og stille vær om sommeren, men denne bakterien kan også finnes i relativt rene fjellvann. Sammensetningen av arter i planteplanktonet har vært akseptabel på forsommeren, men det har vært en tendens til årlige og tidvis uønsket store oppblomstringer av stavformete kiselalger, spesielt *Tabellaria fenestrata*, på sensommeren og/eller høsten (Fig. 5). En slik sammensetning er ikke uvanlig i store, dype klarvannssjøer. Det er når mengden alger blir stor, at det skaper ulike brukerproblemer slik som redusert sikt i vannet, tilgrising av fiskegarn og gjentetting av filtre for drikkevann.

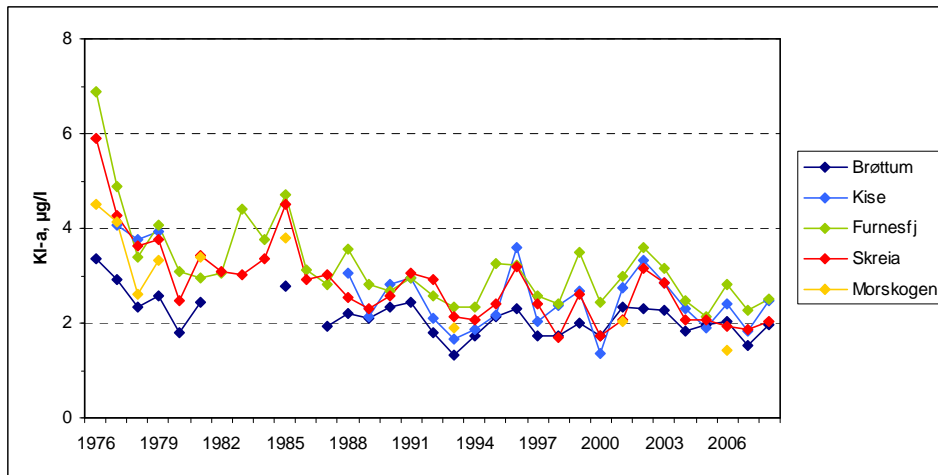


Figur 1. Tidsutviklingen i konsentrasjoner av total-fosfor på senvinteren/tidlig vår ved 4 prøvestasjoner i Mjøsa (middelerverdi av dypserier fra overflata til nær bunnen).

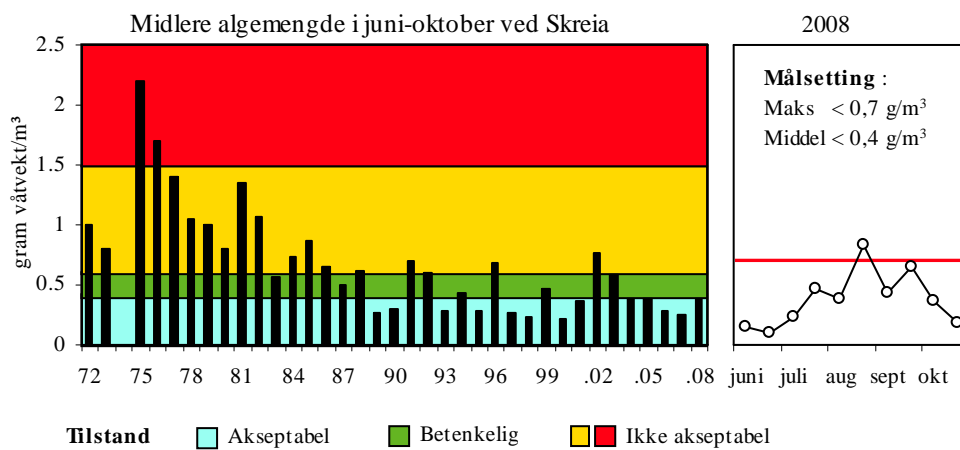
Fastsatte miljømål for Mjøsa sier bl.a. at konsentrasjonen av total-fosfor ikke skal være høyere enn 5 µg/l på senvinteren, og at algemengden (målt som klorofyll-*a*) ikke skal være høyere enn 2 µg/l som gjennomsnitt for vekstsesongen. Videre skal siktedypet i Mjøsas sentrale hovedvannmasser være mer enn 8 meter. Målet har vært oppfylt mht. total-fosfor etter 1997, mens algemengden og siktedypet har vært nær de fastsatte grenseverdiene i de senere årene (se figurer nedenfor).



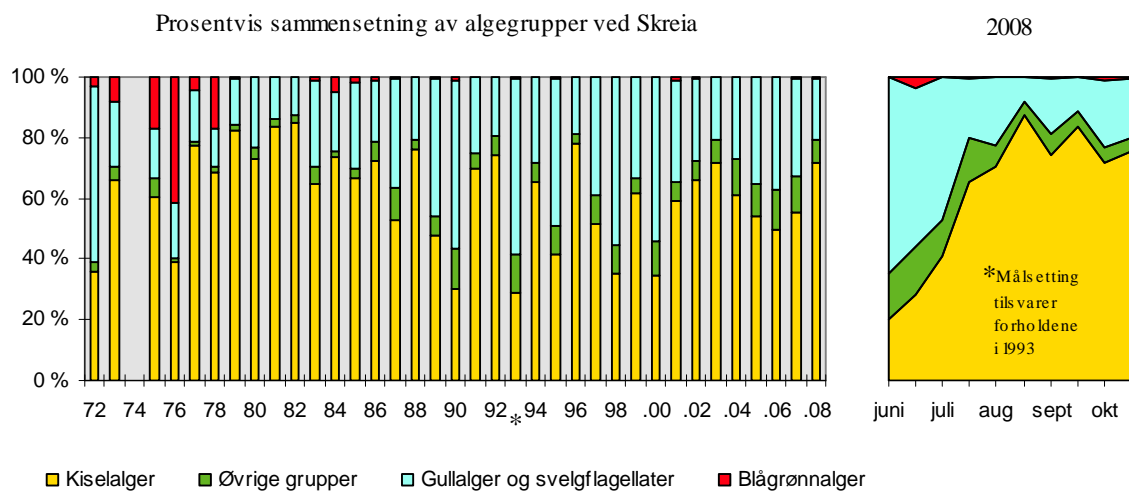
Figur 2. Tidsutviklingen i arealveid middelkonsentrasjon av total-fosfor i vekstsesongen (juni-oktober) i sjiktet 0-10 m. Høyre panel viser sesongutviklingen i 2008.



Figur 3. Tidsutvikling i algemengder målt som klorofyll-a ved 5 stasjoner i Mjøsa (middelverdier for perioden mai-oktober).

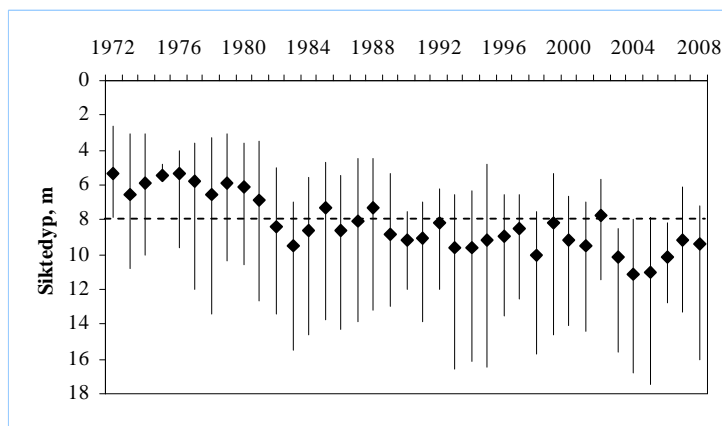


Figur 4. Tidsutviklingen i algemengder basert på algetellinger. Venstre panel viser middelverdier for vekstsesongene i perioden 1972-2008 ved hovedstasjonen, med fargemarkeringer som symboliserer tilstanden. Høyre panel viser algemengden ved hovedstasjonen i vekstsesongen 2008.

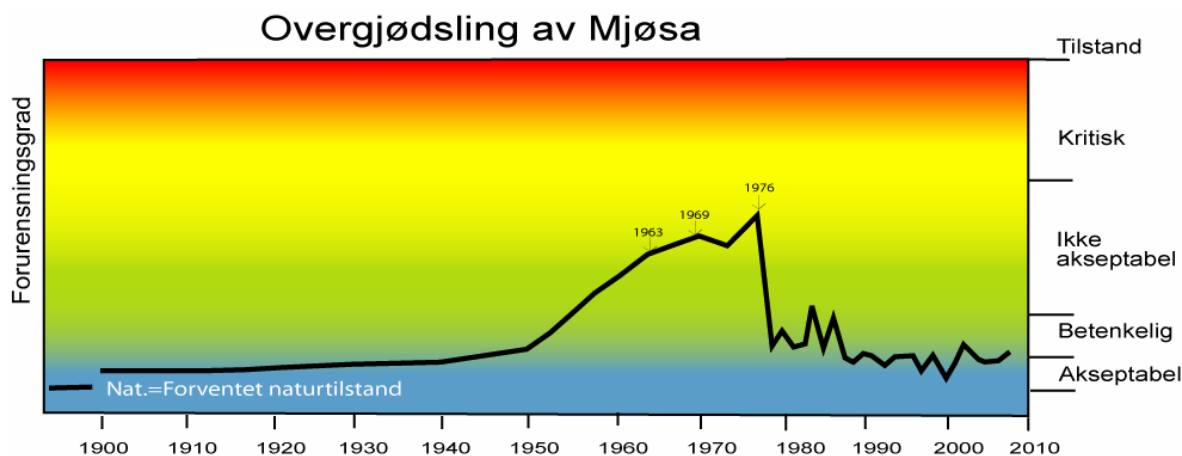


Figur 5. Tidsutviklingen i sammensetning av algegrupper samt sesongutviklingen i 2008.

Reduksjonen i algemengdene som følge av de forurensningsbegrensende tiltakene har ført til markert bedring av målt siktedyp i Mjøsa (Fig. 6). Dette innebærer også bedre lystilgang for vannplanter og påvekstalger slik at de har mulighet til å reetablere seg på større dyp enn tidligere. Dermed skapes et mer naturlig biologisk samfunn i bunnområdene under reguleringssonen, noe som trolig også betyr at disse områdene får økt betydning som leveområder for fisk sammenlignet med den perioden da Mjøsa var mer overgjødset.

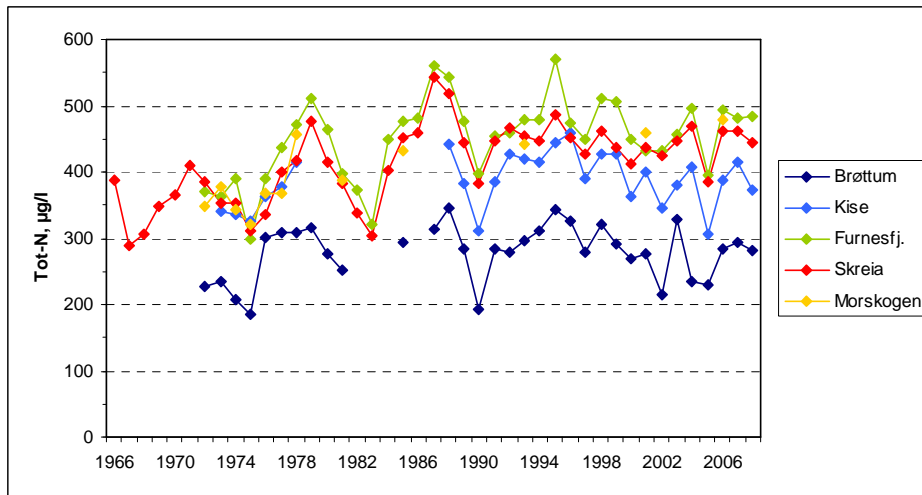


Figur 6. Tidsutvikling i siktedyp ved hovedstasjonen (Skreia). Figuren viser middelværdier og variasjonsbredder for perioden mai-oktober. Stiplet linje angir miljømålet.



Figur 7. Generalisert bilde av tidsutviklingen i forurensningsgrad med hensyn til eutrofiering (overgjødning) i Mjøsa.

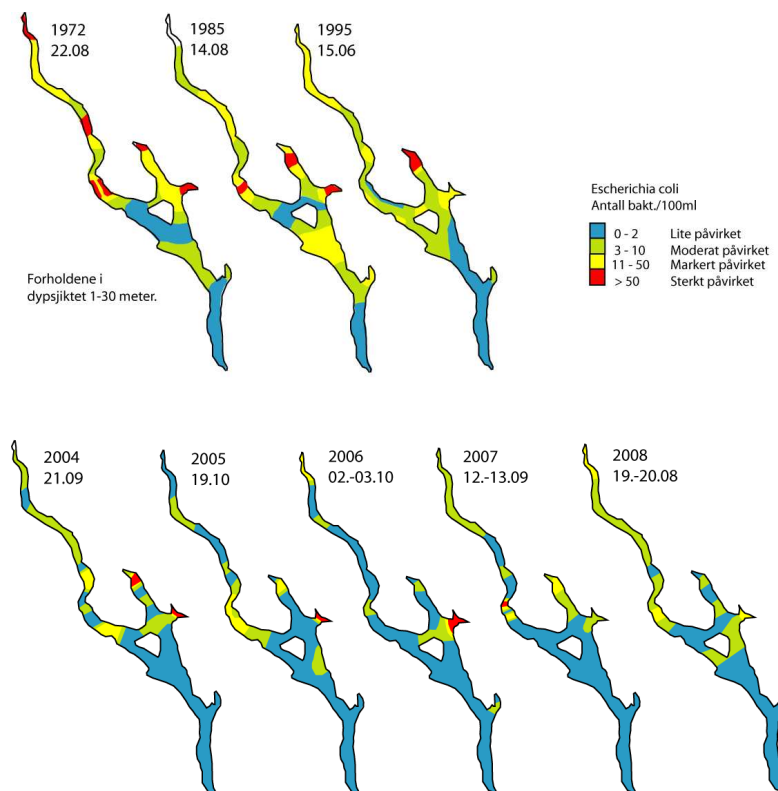
Løste nitrogen-forbindelser som nitrat og ammonium er også næringsstoffer for alger og vannplanter, men vanligvis ikke begrensende for veksten av planteplankton slik som fosfor. Det er derfor ikke satt noe miljømål for konsentrasjon av nitrogen-forbindelser i Mjøsa. Konsentrasjonen av total-nitrogen viste en økende tendens utover på 1970- og 1980-tallet (avbrutt av perioder med nedgang), men har siden den tid flatet ut eller gått noe ned (Fig. 8). Nordre del av Mjøsa (jf. stasjon Brøttum) har lavere konsentrasjon av nitrogen-forbindelser enn de sentrale og sørlige områdene, noe som kan ha betydning for konkurransen mellom ulike alger. Forskjellen skyldes at den nordre delen influeres sterkt av vanntilførselen fra Lågen som har lave konsentrasjoner, spesielt om sommeren når vannføringen er stor. Lenger sør får Mjøsa betydelige tilførsler av nitrogen-forbindelser fra dyrka mark og fra de tettere befolka nærområdene.



Figur 8. Tidsutviklingen i middelkonsentrasjoner av total-nitrogen i perioden mai-oktober ved 5 stasjoner i Mjøsa.

Hygienisk/bakteriologiske forhold

Hovedkilden til fekal forurensning er utslipp av boligkloakk, men tilførsler av husdyrgjødsel eller avføring fra ville pattedyr og fugl kan også forårsake slik forurensning. Utslipp fra kommunale renseanlegg, tidvis overløp eller lekkasjer fra kommunale avløpsnett, utslipp fra private anlegg i spredt bebyggelse, kloakk fra båter, akuttutslipp eller sig fra gjødselkjellere, sig fra uteføringsplasser samt fra utkjørt husdyrgjødsel er de viktigste potensielle forurensningskildene. Før de omfattende tiltakene for å hindre forurensning ble satt i verk fra og med 1970-tallet, gikk det bl.a. mye urensset kloakk rett i Mjøsa og i tilløpselvene. Figur 9 viser eksempler på forurensningssituasjonen mht. tarmbakterier (*E. coli* eller termotolerante koliforme bakterier) i Mjøsas øvre vannlag i utvalgte år fra 1972 til 2008.



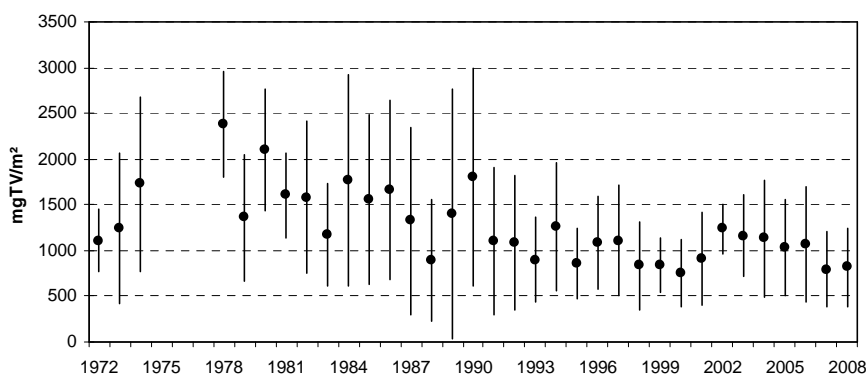
Figur 9. Konsentrasjoner av fekale indikatorbakterier i Mjøsas øvre vannlag (0-30 m).

Dyreliv

Krepsdyrplanktonets sammensetning og mengde har vært overvåket årlig ved hovedstasjonen siden 1972 (unntatt 1975-77). Følgende arter er mest vanlige: de calanoide hoppekrepsene *Eudiaptomus gracilis*, *Limnocalanus macrurus* og *Heterocope appendiculata*, de cyclopoide hoppekrepsene *Cyclops lacustris*, *Thermocyclops oithonoides* og *Mesocyclops leuckarti* samt vannloppene *Daphnia galeata*, *Daphnia cristata*, *Bosmina longispina*, *Holopedium gibberum* (gelekreps), *Leptodora kindtii* og *Polyphemus pediculus*.

Middelbiomassen av krepsdyrplankton har blitt redusert med ca. 40 % siden 1970-tallet (Fig. 10). Hovedårsaken er sannsynligvis at tilgangen på næring, særlig i form av planteplankton, har blitt betydelig mindre. De fleste arter har hatt tilbakegang i biomassen, men de cyclopoide hoppekrepsene *T. oithonoides* og *M. leuckarti* hadde økt biomasse i en periode utover på 1980- og 1990-tallet, og gelekrepsen *H. gibberum* reetablerte seg i planktonet på midten av 1980-tallet etter å ha vært fraværende i en lengre periode. Arten er en god indikator for næringsfattige forhold.

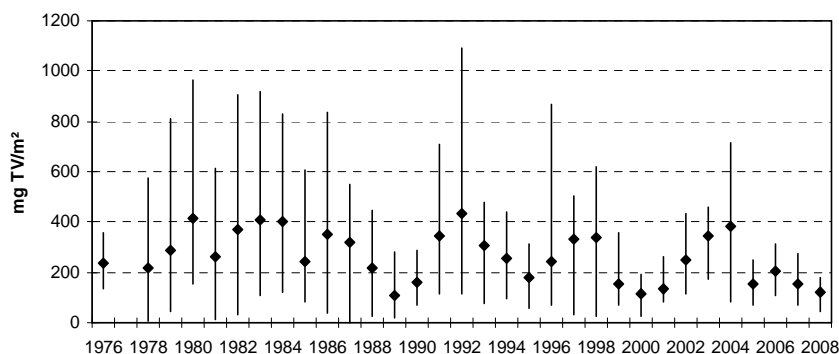
Krepsdyrplanktonet representerer en viktig del av økosystemet bl.a. ved at dyrene beiter alger og samtidig tjener som næring for planktonspisende fisk som krøkle, sik og lågåsild. Disse fiskeslagene er igjen næring for bl.a. den store mjøsørreten.



Figur 10. Middelbiomasse av krepsdyrplankton (± 1 standardavvik) i sjiktet 0-50 m ved stasjon Skreia i perioden 1972-2008 (tørrvekt).

I tillegg til hele 20 arter av fisk har Mjøsa bl.a. bestander av flere arter såkalte istidskreps. Det gjelder flammekreps (*Limnocalanus macrurus*), trollistidskreps (*Gammaracanthus lacustris*, synonym *G. loricatus*), firetornet istidskreps (*Pallasea quadrispinosa*) og pungreken mysis (*Mysis relicta*). Disse dyrene spredte seg i de store sammenhengende områdene med oppdemmet vann (stuvesjøer) som fantes langs kanten av isen ved avslutningen av siste istid. De benevnes derfor også ofte for "istidsimmigranter".

Mysis foretar markerte vertikale vandringer i vannmassene gjennom døgnet; de står dypt om dagen (ca. 60-120 m) for å unngå å bli sett og spist av fisk, og beveger seg opp mot de øvre vannlag for å finne mat når det mørkner (Hessen og Kjellberg 1993). I områder av Mjøsa som er grunnere enn ca. 80m befinner mysis seg helt ned mot eller på bunnen om dagen. Bestanden av mysis ser ut til å ha gjennomgått nærmest sykliske svingninger i overvåkingsperioden. Middelbiomassen har blitt redusert med ca. 25 % fra perioden 1976-1980 til perioden 2001-2008 (Fig. 11). Mysis ernærer seg særlig på krepsdyrplankton slik som vannloppene *Daphnia* og *Bosmina*. På den annen side utgjør mysis viktig næring spesielt for krøkle og trollistidskreps.



Figur 11. Biomasser av mysis ved hovedstasjonen i perioden 1976-2008. Figuren viser middelværdier og variasjonsbredder. Biomassene er beregnet på grunnlag av fangst med vertikale håvtrekk fra sjiktet 0-120 m i perioden mai-oktober de enkelte årene.

Det har i den senere tid blitt gjennomført en relativt omfattende kartlegging av artsmangfoldet innen insektgruppene døgnfluer, steinfluer, vårfluer og øyenstikkere i Mjøsas strandsone (Karlson 2009). I alt 54 lokaliteter ble undersøkt, og totalt 110 arter ble funnet fordelt på 20 døgnfluer, 12 steinfluer, 70 vårfluer og 8 øyenstikkere. Av disse kan 11 døgnfluer, 3 steinfluer, 24 vårfluer og 1 øyenstikker regnes som vanlige i Mjøsa, mens 5 døgnfluer, 5 steinfluer, 37 vårfluer og 7 øyenstikkere ble vurdert som mindre vanlige eller sjeldne.

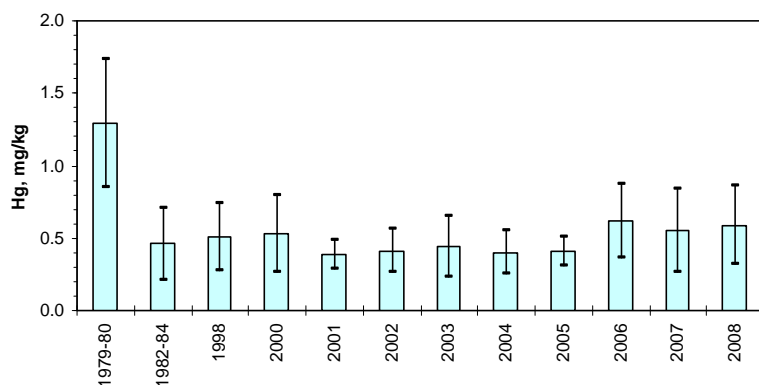
Miljøgifter

Kvikksølv

På slutten av 1960-tallet og på slutten av 1970-tallet ble det gjennomført undersøkelser av kvikksølv i fisk og evertebrater i Mjøsa og noen andre innsjøer i Mjøsområdet (Sandlund mfl. 1981).

Undersøkelsen viste at konsentrasjonene av kvikksølv i flere fiskearter i Mjøsa var relativt høye og at nivåene ikke hadde endret seg vesentlig etter 1969 da det største kjente utslippet opphørte. Dette gav støtet til videre undersøkelser rundt kvikksølvproblematikken i perioden 1983-1985. Blant annet ble det gjennomført en omfattende kartlegging av kvikksølv i Mjøsas sedimenter (Rognerud 1985). Denne undersøkelsen viste at Mjøsas sedimenter var tilført ca. 1,8 tonn antropogent kvikksølv, der størstedelen var avsatt etter 1945 og med en toppbelastning omkring midten av 1960-tallet. Om lag halvparten stammet fra Lillehammer-området, mens det resterende fordelte seg på Gjøvik og Hamar-regionen. Enkelte steder hadde sedimentene svært høye konsentrasjoner. Bruken av kvikksølv i treforedling ble forbudt i 1970. Belastningen ble derfor den gang antatt å ha gått noe ned, men ble fortsatt betraktet som betydelig. En ny undersøkelse i 2005-2006 viste at Mjøsas overflatesedimenter i hovedsak var moderat forurenset av kvikksølv, og at det ikke var tegn til høyere nivåer i de bynære områdene sammenlignet med andre områder (Fjeld mfl. 2006). Kildene er nå trolig først og fremst atmosfærisk langtransporterte avsetninger og gamle resuspenderte forurensninger.

Konsentrasjonen av kvikksølv i fisk har gått markert ned siden de høye nivåene på 1960- og 1970-tallet, men for ørret ble det registrert en viss økning i 2006-2008 (Fig. 12). Analyser har vist at omsetningsgrensa på 0,5 mg Hg/kg sannsynligvis overskrides når ørreten blir større enn ca. 55 cm eller 1,9 kg.



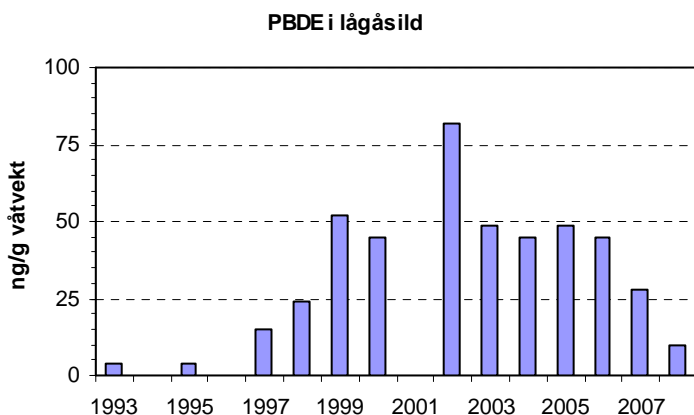
Figur 12. Kvikksølv i ørret (middelkonsentrasjoner og ± 1 standardavvik, Kilde: Fjeld mfl. 2009).

Organiske mikroforurensninger

På 1990-tallet ble det påvist sterk forurensning av oljeforbindelser og høye konsentrasjoner av PCB i sedimenter i deler av Åkersvika naturreservat. Forurensningen stammet høyst sannsynlig fra NSBs verkstedsområder på Hamar. Våren 2001 ble det gjennomført en omfattende opprenskingsaksjon der ca. 5000 m³ olje- og PCB-holdig bunnmasse ble fjernet. Undersøkelser i etterkant viste at de øvre sedimentlagene i de restaurerte områdene hadde lave konsentrasjoner av PCB (Kjellberg 2003).

Funn av høye konsentrasjoner av den bromerte flammehemmeren PBDE i fisk fra Mjøsa skapte i 2003 stor oppmerksomhet rundt miljøgiftsituasjonen. Tidligere var det blitt vedtatt spesielle kostholdsråd på bakgrunn av at Mjøsa er belastet med kvikksølv, dioksin og dioksinlignende PCB. Videre undersøkelser sannsynliggjorde at en tekstilfabrikk på Lillehammer var hovedkilden til de høye nivåene av bromerte flammehemmere i sedimentene i nordre deler av Mjøsa og i fisken (Fjeld mfl. 2006, <http://www.sft.no/mjosa>). Sommeren 2003 ble fabrikk pålagt å stanse bruken av bromerte flammehemmere. Videre ble det i 2005 og 2007 gjennomført opprensning av slam med høyt innhold av bromerte flammehemmere i en overløpskanal under Strandtorget på Lillehammer. Utslipp via kanalen antas å ha vært en viktig tilførselsveg av stoffene til Mjøsa.

Undersøkelser i den senere tid har vist at det har vært klare reduksjoner i konsentrasjonene av flammehemmerene PBDE og HBCDD i fisk, dyreplankton og mysis fra Mjøsa (Fjeld mfl. 2009). Fig. 13 viser utviklingen i PBDE for lågåsild. Trendanalyser har vist en statistisk signifikant reduksjon i konsentrasjonen av PBDE (på våtvektsbasis) for ørret og lågåsild. Konsentrasjonen i krøkle har også sunket fra 2005, men her ble det ikke påvist noen signifikant trend. Nivåene av PCB i ørret og lågåsild har gått betydelig ned siden 1990-tallet, men de ser ut til å ha vært relativt stabile på 2000-tallet.

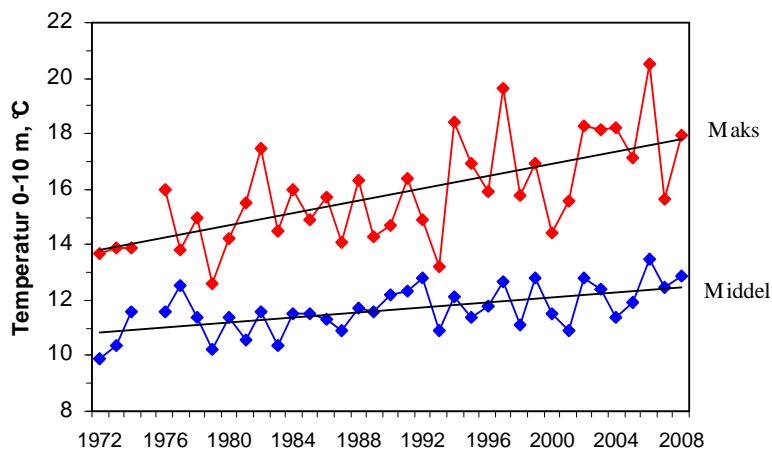


Figur 13. Konsentrasjoner av den bromerte flammehemmeren PBDE i lågåsild fra Mjøsa (Kilde: Fjeld mfl. 2009)

I 2005-2006 ble det funnet relativt høye konsentrasjoner av DDT i sedimenter i Furnesfjorden (Fjeld mfl. 2006). Dette ledet til en nærmere kartlegging av sedimentene og av mulige kilder på land. I 2008 ble det påvist at en fylling like i strandkanten på Nes hadde svært høye konsentrasjoner av DDT og var sannsynlig hovedkilde. Forurensningen ble fjernet i mars 2009 for å hindre at mer DDT lekker ut i Mjøsa.

Klimaendring og økt vanntemperatur

En sammenstilling av temperaturdata fra overvåkingen viser at Mjøsas øvre vannlag (epilimnion) har blitt varmere. Ved hovedstasjonen har middel- og maksimumstemperaturen økt med henholdsvis ca. 1,5 °C og ca. 4 °C i perioden 1972-2008 (Fig. 14). Årsaken til dette er trolig klimaendringene og den generelle oppvarmingen som har skjedd i dette området som i hele Sør-Norge i den senere tid.



Figur 14. Tidsutvikling i middel- og maksimumstemperatur i sjiktet 0-10 m ved stasjon Skreia for perioden juni-oktober.

Temperaturen er en meget viktig faktor for vekst og utvikling hos planter og dyr. Noen organismer er tilpasset relativt lave temperaturer, mens andre trives bedre i varmere omgivelser. Økt temperatur (innfor visse grenser) fører til raskere utvikling fra egg til larve og videre til voksent individ hos vannlevende dyr. Hos noen arter kan det føre til at de får flere generasjoner i løpet av en vekstsesong enn om temperaturen ikke hadde økt. I Mjøsa er det registrert en økning i algeutbyttet, dvs. forholdet mellom algemengde (målt som klorofyll-*a*) og konsentrasjonen av fosfor, i overvåkingsperioden. Økt vanntemperatur i samme periode kan muligens ha bidratt til dette. Andre mulige forklaringer kan være god tilgang på næringsstoffer som nitrat og silikat og eventuelle endringer i sammensetningen innen algesamfunnet og/eller i dyreplanktonets beiteaktivitet på alger i de frie vannmasser.

Litteratur

- Amundsen, C.E. og Hartnik, T. 2009. Miljøundersøkelser ved deponi på Grefsheim gård, Ringsaker kommune. Bioforsk-rapport 12/2009. 19 s.
- Berge, F. 1977. Paleolimnologiske undersøkelser i Mjøsa 1972-1976. NIVA-rapport, O-91/69. 44 s. + vedlegg.
- Brettum, P. og Lillevold, L. 1974. Planteplankton i Mjøsa – biomasse og produksjon. Forskningsnytt nr. 8.
- Fjeld, E. 2007. DDT og PCB i sedimenter fra Furnesfjorden, Mjøsa, 2007. NIVA-notat til SFT, datert 4. oktober 2007. 5 s.
- Fjeld, E., Øxnevad, S., Følsvik, N. og Brevik, E.M. 1999. Miljøgifter i fisk fra Mjøsa, 1998. Kvikksølv, klororganiske og tinnorganiske forbindelser. NIVA-rapport 4072-99.
- Fjeld, E., Knutzen, J., Brevik, E.M., Schlabach, M., Skotvold, T., Borgen, A., og Wiborg, M.L. 2001. Halogenerte organiske miljøgifter og kvikksølv i norsk ferskvannsfisk, 1995-1999. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport TA-1813/2001. NIVA-rapport 4402. 48 s. + vedlegg.
- Fjeld, E., Schlabach, M., Berge, J.A., Eggen, T., Snilsberg, P., Kjellberg, G., Rognerud, S., Enge, E.K., Borgen, A. og Gundersen, H. 2004. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter – bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og triclosan. NIVA-rapport 4809-2004. SFT-rapport TA-2006/2004. 117 s.
- Fjeld, E., Schlabach, M., Rognerud, S. og Kjellberg, G. 2004. Miljøgifter i sedimenter og fisk i Mjøsa, Drammensvassdraget og Drammensfjorden, oppfølgende undersøkelser i 2004. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT-rapport TA-2051/2004. NIVA-rapport 4896-2004. 27 s. + vedlegg.
- Fjeld, E., Rognerud, S., Enge, E.K., Borgen, A.R. og Dye, C. 2006. Miljøgifter i sedimenter fra Mjøsa, 2005-2006. NIVA-rapport 5313-2006. 53 s. + vedlegg.
- Fjeld, E., Rognerud, S., Enge, E.K., Borgen, A.R. og Dye, C. 2007. Tilførsler av miljøgifter til Mjøsa via kommunale renseanlegg og elver 2006. NIVA-rapport 5444-2007. 93 s. + vedlegg.
- Fjeld, E., Enge, E.K., Maage, A., Kjellberg, G., Øxnevad, S. og Ptacnikova, R. 2008. Miljøgifter i fisk og zooplankton i Mjøsa - 2007. Bromerte flammehemmere (PBDE, HBCDD), PCB og kvikksølv. NIVA-rapport 5541-2008. SFT-rapport TA-2349/2007. 33 s. + vedlegg.
- Fjeld, E., Enge, E.K., Rognerud, S., Rustadbakken, A. og Løvik, J.E. 2009. Miljøgifter i fisk og zooplankton i Mjøsa – 2008. Bromerte flammehemmere (PBDE, HBCDD), PCB, dioksiner, klorerte parafiner, perfluorerte stoffer og kvikksølv. SFT-rapport TA-2483/2009. NIVA-rapport 5771-2009. 49 s. + vedlegg.
- Hagen, A. 1982. Mjøsas gåtefulle dypvannsliv. A-magasinet nr. 7. Uketillegg til Aftenposten 20. februar 1982.: 10-14.
- Hegge, O. 1989. Vassdragsreguleringer og fisk i Oppland. Fylkesmannen i Oppland. Rapp. 10/89. 136 s.
- Hessen, D. og Kjellberg, G. 1993. *Mysis relicta*; romlig fordeling og trofisk funksjon i naturlige *Mysis*-sjøer. NIVA-rapport 2852. 27 s.
- Hobæk, A., Løvik, J.E. og Rohrlack, T. 2008. Hva forteller sedimentene om Mjøsas utvikling? NIVA-presentasjon til Vassdragsforbundet. 10 s.
- Holtan, H. 1977. Forurensningssituasjonen i Mjøsa. NIVAs årbok for 1976, s. 11-16.
- Holtan, H. 1978. Eutrophication of Lake Mjøsa in relation to the pollutional load. Verh. int. Ver. Limnol., 20: 736-742.
- Holtan, H. 1979. The Lake Mjøsa story. Arc. Hydrobiol. Beih., 13: 242-258.
- Holtan, H. 1980. Mjøsa i 70-årene. NIVAs årbok for 1979, s. 43-48.

- Holtan, H. 1981. Eutrophication of Lake Mjøsa and its recovery. Water quality bulletin, Volum 6, nr. 4: 99-103.
- Holtan, H. og Nashoug, O. 1971. Mjøsprosjektet. Undersøkelser 1971. Resultater og kommentarer. NIVA-rapport. O-91/69. 183 s.
- Holtan, H. mfl. 1975. Mjøsprosjektet. Fremdriftsrapport nr. 5. Undersøkelser 1974. Resultater og kommentarer. NIVA-rapport, O-91/69. 143 s.
- Holtan, H., Kjellberg, G., Brettum, P., Tjomsland, T. og Krogh, T. 1979. Mjøsprosjektet. Hovedrapport for 1971-1976. NIVA-rapport 1117. 174 s.
- Holtan, H., Kjellberg, G., Brettum, P. og Tjomsland, T. 1980. Gudbrandsdalslågen og Mjøsa. Resipientvurderinger i forbindelse med reguleringsinngrep i Jotunheimen. NIVA-rapport 1200. 212 s. + vedlegg.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1906. Planktonundersøgelser i Norske Vande. Christiania 1906.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1946. The Plankton in Mjøsa. Nytt Mag. Naturvid. 85: 161-221.
- Karlson, R. 2009. Døgnfluer *Ephemeroptera*, Steinfluer *Plecoptera*, Vårfluer *Trichoptera* og Øyestikkere *Odonata* i Mjøsa. Rapport publisert på Vassdragsforbundets nettside <http://vassdragsforbundet.no/>. 119 s.
- Kjellberg, G. 1982. Overvåking av Mjøsa. Bakgrunnsdata, historikk og videreføring (Overvåkingsrapport 54/82). NIVA-rapport 1450. 104 s.
- Kjellberg, G. 1985. Overvåking av Mjøsa. Sammendrag, trender og kommentarer til situasjonen 1976-1984. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Overvåkingsrapport 192/85. NIVA-rapport 1759.
- Kjellberg, G. 1986. Overvåking av Mjøsa. Sammendrag, trender og kommentarer 1976-85, del A. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Overvåkingsrapport 241/86. NIVA O-8000203.
- Kjellberg, G. 1987-2005. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapporter for perioden 1986-2004. NIVA-rapporter med løpenr. 2016, 2134, 2277, 2455, 2587, 2762, 2914, 3084, 3342, 3667-97, 3847-98, 4022-99, 4170-2000, 4364-2001, 4527-2002, 4816-2004, 4913-2004 og 4985-2005.
- Kjellberg, G. 1991. Konsekvensanalyse ved en eventuell utfylling av et 4,6 dekar stort område i Åkersvika Naturreservat ved NSB's båthavn. NIVA-notat, datert 1/11-1991.
- Kjellberg, G. 1992. Undersøkelse av bunnsedimenter og bunndyrforekomst i Åkersvika Naturreservat i 1990-91. NIVA-rapport 2783. 60 s.
- Kjellberg, G. 1993. PCB konsentrasjoner i dammusling, *Anadonta piscinalis*, fra åtte lokaliteter i Åkersvika Naturreservat. NIVA-notat, datert april 1993.
- Kjellberg, G. 1999. Skadevirkninger av kreosotutslipp til Svartelva fra ImpregNor AS på Ilseng. Sluttrapport fra undersøkelsene i 1997, 1998 og 1999. NIVA-rapport 4114-99. 44 s.
- Kjellberg, G. 2003. PCB-konsentrasjoner i sedimenter fra NSBs båthavn i Åkersvika og nærliggende områder i Åkersvika Naturreservat etter at de mest PCB-belastede sedimenter er fjernet. NIVA-rapport 4529-2002. 30 s.
- Kjellberg, G. 2006. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport/datarapport for 2005. NIVA-rapport 5195-2006. 98 s.
- Kjellberg, G. og Sandlund, O.T. 1983. Næringsrelasjoner i Mjøsas pelagiske økosystem. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Mjøsundersøkelsen. Rapport nr. 6-1983. ISBN 82-90368-06-2. 61 s.
- Kjellberg, G. og Løvik, J.E. 2000. PCB-konsentrasjoner i sedimenter fra NSB's båthavn i Åkersvika og Mjøsa utenfor Esperen. Rapport fra undersøkelser i 1999. NIVA-rapport 4167-2000. 38 s.

- Kjellberg, G., Hessen, D.O. og Nilssen, J.P. 1991. Life history, growth and production of *Mysis relicta* in the large, fjord-type Lake Mjøsa. *Freshwater Biology* 26: 165-173.
- Kjellberg, G., Solheim, R., Wold, O. og Løvik, J.E. 2004. Åkersvika naturreservat – vurdering av konsekvenser ved etablering av minimumsvannstand. NIVA-rapport 4834-2004. 21 s.
- Lindstrøm, E.-A. mfl. 1973. Observations on planktonic diatoms in the lake-river system Lake Mjøsa – Lake Øyeren – River Glåma, Norway. *Norwegian Journal of Botany*. Vol. 20. Nos 2-3: 183-195.
- Løvik, J.E. 2007. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport/datarapport for 2006. NIVA-rapport 5421-2007. 76 s.
- Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 2003. Long-term changes of the crustacean zooplankton community in Lake Mjøsa, the largest lake in Norway. *J. Limnol.*, 62 (2): 143-150.
- Løvik, J.E. og Rustadbakken, A. 2007. Hamar båthavn – Tjuvholmen. Vurdering av miljøgifter i sedimenter og molofyllmasse i forbindelse med planlagt utvidelse. NIVA-rapport 5492. 36 s.
- Løvik, J.E., Bækken, T., Romstad, R. og Schneider, S.C. 2008. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport/datarapport for 2007. NIVA-rapport 5568-2008. 82 s.
- Løvik, J.E., Bækken, T. og Romstad, R. 2009. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport/datarapport for 2008. NIVA-rapport 5758-2009, under utarbeidelse.
- Løvik, J.E., Stuen, O.H. og Fjeld, E. 2009. Forurensningssituasjonen i Mjøsa med tilløpselver 2008. NIVA-rapport 5757-2009. 8 s.
- Meteorologisk institutt. Observasjoner, klimastatistikk.
<http://retro.met.no/observasjoner/index.html>
- Nashoug, O. (red.) 1999. Vannkvaliteten i Mjøsa – før og nå. Mjøsovervåkingen gjennom 25 år. Styringsgruppa for overvåking av Mjøsa. 86 s.
- Nordgulen, Ø. 2005. Mjøsregionen, berggrunnskart M 1:125 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Norges vassdrags og energiverk. NVE Atlas.
<http://arcus.nve.no/website/nve/viewer.htm>
- NVE 1984. Dybdekart over norske innsjøer. Et utvalg innsjøkart utarbeidet ved Hydrologisk avdeling, ved G. Østrem, N. Flakstad og J.M. Santha. Meddelelse nr. 48. 128 s.
- NVE 2003. Tiltak i vassdrag. Åkersvika naturreservat – etablering av minimumsvannstand. Detaljplan. Saksbehandler: A.T. Hammarsland, ansvarlig: R. Øvre. Saksnr. 200101790. Foreløpig utgave. 13 s. + vedlegg.
- Rognerud, S. 1985. Kvikksølv i Mjøsa's sedimenter. Arealfordeling og vertikalprofiler av antropogent kvikksølv. NIVA-rapport 1710. 47 s.
- Rognerud, S. 1988. Fosfortransport til Mjøsa i perioden 1973-87. NIVA-rapport 2170. 56 s.
- Rognerud, S. og Kjellberg, G. 1990. Long-term dynamics of the zooplankton community in Lake Mjøsa, the largest lake in Norway. *Verh. int. Ver. Limnol.*, 24: 580-585.
- Rognerud, S., Berge, D. og Johannessen, M. 1979. Telemarkvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979. NIVA-rapport 1147. 82 s.
- Rognerud, S., Fjeld, E. og Løvik, J.E. 1997. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforurensninger. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), rapport 712/97. TA-1484/1997. NIVA-rapport 3699-97. 37 s. + vedlegg.

Rognerud, S., Fjeld, E., Løvik, J.E. og Skotvold, T. 1997. Miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 2. Tungmetaller og andre sporelementer. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), rapport 713/97. TA-1485/1997. NIVA-rapport 3880-97. 44 s. + vedlegg.

Sandlund, O.T. mfl. 1981. Kvikksølv i fisk og evertebrater i Mjøsa og noen innsjøer i Mjøsområdet, 1979-80. DVF- Mjøsundersøkelsen, rapport nr. 4. 54 s.

Sandlund, O.T., Næsje, T.F. og Kjellberg, G. 1987. The size selection of *Bosmina longispina* and *Daphnia galeata* by co-occurring cisco (*Coregonus albula*), whitefish (*C. lavaretus*) and smelt (*Osmerus eperlanus*). Arc. Hydrobiol., 110: 357-363.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. 31 s.

Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. og Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge – M. 1:1 million. Norges geologiske undersøkelse.

Skulberg, O. 1968. Studies on eutrophication of some Norwegian inland waters. Mitt. Internat. Forein. Limn. 14: 187-200.

Skulberg, O. 1980. Blue-green algae in Lake Mjøsa and other Norwegian lakes. Prog. Wat. Tech., Vol. 12, No 2: 121-140.

Sollid, J.L. og Kristiansen, K. 1983. Hedmark fylke. Kvartærgeologi og geomorfologi. Beskrivelse til kart 1:250 000. Miljøverndepartementet. Avd. for naturvern og friluftsliv, Rapport T-543. 101 s.

Stårvik, B., Nordhagen, T.A., Vatle, A.-B. og Kjellberg, G. 1996. Hygienisk overvåking av Mjøsa i forbindelse med storflommen 1995. Sluttrapport. Rapport fra Fylkeslegen i Hedmark, Fylkesmannen i Hedmark, Næringsmiddeltilsynet Hedmarken og NIVA. 63 s. + vedlegg.

Vannportalen – sentral vannforvaltnings nettsted.

<http://www.vannportalen.no/>

Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver.

<http://vassdragsforbundet.no/>