

# Mjøsa og dens forurensningssituasjon

Av *cand.real.* Hans Holtan

Hans Holtan er ansatt som forsker ved Norsk Institutt for vannforskning. Han er *cand. real* fra Universitetet i Oslo i 1961, med limnologi som hovedfag.

## Innledning.

Med et overflateareal på 365 km<sup>2</sup> er Mjøsa Norges største innsjø. Innsjøen som er lang og smal, er en typisk norsk fjord-sjø. Strandsonen er som regel steil og i liten grad preget av høyere akvatisk vegetasjon. Innsjøen har sin største dybde, 449 m, ca. 8 km syd for Helgøya. Bunnen er overalt noenlunde jevn og regelmessig. Nordenfor Gjøvik smalner innsjøen av, samtidig blir den grunnere. De viktigste morfometriske og hydrologiske data går frem av følgende tabell.

Tabell 1. *Mjøsa, morfometriske og hydrologiske data.*

Høyde over havet .....	122 m
Største lengde .....	117 km
Største bredde .....	14 km
Største målte dyp .....	449 m
Overflateareal .....	365 km <sup>2</sup>
Volum .....	56 244 mill. m <sup>3</sup>
Middel dyp .....	153 m
Nedbørfelt .....	16 420 km <sup>2</sup>
Midlere avrenning .....	320 m <sup>3</sup> /sek.
Teoretisk oppholdstid ....	ca. 6 år

Mjøsa har et totalt nedbørfelt på 16 420 km<sup>2</sup> hvorav Gudbrandsdalslågens nedbørfelt ned til Fåberg utgjør 11 459 km<sup>2</sup> dvs. ca. 70 %. De geologiske forhold i Mjøsas nedbørfelt er svært varierende.

I nord består berggrunnen i det vesentlige av sparagmitter og mindre omdannede kambrosilurbergarter som til dels inneholder kalk.

Vannets kvalitet er et resultat av disse forskjellige bergartstyper slik at Mjøsa i de nordlige områder har betydelig lavere elektrolyttinnhold enn i de sydlige.

Jotunheimens breer har betydning for Mjøsas vannkvalitet ved at det tilføres breslam. Denne materialtransport til Mjøsa er størst under avsmeltingsperioden om sommeren, og i enkelte tilfelle kan den nordlige del av Mjøsa være grønnfarget av breslam fra Jotunheimen.

Løsavsetningene i Mjøsas nedbørfelt består i vesentlig grad av et jevnt dekke av bunnmorenetyper. Enkelte steder finner man imidlertid store mengder morenemateriale hvis opprinnelse stammer fra bredemte sjøer, sidemorener, glasifluvialt materiale o.l. Rundt Mjøsa er det dessuten en del marine avsetninger.

I Gudbrandsdalslågens nedbørfelt er den vesentligste del av virksomheten og bebyggelsen konsentrert langs de store vassdrag, og særlig da langs den nedre del av hovedvassdraget (Otta—Lillehammer).

Den vesentligste del av skog- og jordbruksvirksomheten er konsentrert i Mjøsas lokale nedbørfelt. Rundt Mjøsa ligger de

tre byer Hamar (ca. 15 200 innb.), Lillehammer (ca. 20 500 innb.) og Gjøvik (ca. 25 100 innb.), som tilsammen representerer en befolkningmengde på ca. 60 000 mennesker, dessuten ligger det her flere store tettbebyggelser som f.eks. Stange, Brumunddal, Moelv m.fl. Alt i alt er befolkningstettheten i Mjøsbygdene ca. 10 ganger større enn i Gudbrandsdalslågens nedbørfelt.

Rundt Mjøsa er en rekke typer industribedrifter representert, og et stort antall av disse kan ha betydning for forurensningssituasjonen i innsjøen både generelt og mer lokalt. Det som kanskje har størst betydning er bedrifter knyttet til treforedling. Utslipp av organisk stoff i avløpsvannet fra treforedlingsbedriftene rundt Mjøsa kan anslås å svare til ca. 230 000 personekvivalenter. I tillegg kommer organiske forurensningstilførsler fra bedrifter som steller med potetforedling, slakterier, konserverfabrikker osv. Siloer og halmfuktninganlegg er også forurens-

ningskilder som må nevnes i denne sammenheng. Den totale organiske belastning på Mjøsa bare fra industribedrifter i Hamarregionen er antatt å tilsvare ca. 200 000 personekvivalenter, mens antall innbyggere i samme område er angitt til ca. 56 000. Bedrifter som ellers kan nevnes, tilhører jern- og metallforarbeidende industri. Avløpsvannet fra slike bedrifter har først og fremst betydning på grunn av sin giftighet.

Gudbrandsdalen er i liten grad industrialisert. Langs vassdraget ligger det imidlertid en rekke meierier, ysterier fellesanlegg for halmfuktning og ellers industri som er knyttet til jord- og skogbruk.

Ut fra det som er sagt ovenfor, må forurensningsbelastningen på Mjøsa i overveiende grad stamme fra områdene som grenser opp til innsjøen. Forurensninger som stammer fra disse områder, er heller ikke i den grad gjenstand for nedbrytning og mineralisering før de når innsjøen, slik som tilfellet er med forurensninger som

Tabell 2. *Mjøsas nedbørfelt. Utnyttelse og virksombeter.*

		<i>Mjøsas nedb.felt</i>	<i>Lågens nedb.felt</i>	<i>Mjøsbygdenes nedb.felt</i>
Nedbørfelt,	km <sup>2</sup>	16 420	11 459	4 961
Skog,	km <sup>2</sup>	3 380	1 256	2 124
»	i % av nedb.felt	20,6	11,0	42,8
Myr,	km <sup>2</sup>	509	83	426
»	i % av nedb.felt	3,1	0,7	8,6
Dyrket mark,	km <sup>2</sup>	966	231	735
» »	i % av nedb.felt	5,9	2,0	14,8
Lite prod.områder	km <sup>2</sup>	11 565	9 889	1 676
» » »	i % av nedb.felt	70,4	86,3	33,8
Antall innbyggere	(1967)	186 700	39 000	147 700
» »	pr. km <sup>2</sup>	11,4	3,4	31,8

tilføres vassdragssystemet i de perifere områder.

### *Hydrografiske forhold.*

Som de fleste norske innsjøer gjennomløper Mjøsa fire forskjellige termiske perioder pr. år, nemlig sommerstagnasjonsperioden, høstfullsirkulasjonsperioden, vinterstagnasjonsperioden og vårfullsirkulasjonsperioden. Om sommeren foreligger en typisk stabil lagdeling med relativt varmt vann i overflatelagene skarpt atskilt fra kaldere vann i dypet. Overgangssjiktet (sprangsjiktet) ligger normalt i 20—40 meters dyp. I dypet under 200 m ligger vannets temperatur hele året igjennom i intervallet 3,5—4 °C. Om vinteren foreligger en stabil invers termisk lagdeling med det kaldeste vann i overflatelagene og noe varmere vann i dypet. Isleggingsperioden varer normalt fra månedsskiftet januar—februar til omtrent månedsskiftet mars—april. Om våren og om høsten har vannmassene i en viss tidsperiode ensartede temperaturforhold. Lengden av disse perioder som er av stor betydning for vannets kjemiske og biologiske forhold, er ikke kjent.

I de dypere lag av Mjøsas hovedbasseng er det liten forandring i oksygenforholdene fra årstid til årstid. Metningsverdien ligger stort sett i området 80—85 %. I overflatelagene er også oksygenmetningen relativt stabil; men vannets oksygeninnhold i mg/l varierer i samsvar med temperaturforandringene, fra tid til tid. En slik oksygenfordeling og variasjon er typisk for norske innsjøer av den noe næringsfattige type.

Enkelte steder er det imidlertid om vinteren blitt observert betydelig oksygenforbruk i dyplagene. Dette gjelder spesielt dyplagene i den nordlige del av Mjøsa,

det bunn-nære sjikt i sundet mellom Nes og Helgøya, samt i et bestemt nivå utenfor Gjøvik. Disse forhold som har sin årsak i nedbrytning av organisk materiale, som til dels er lagret i bunnsedimentene, kan antakelig settes i sammenheng med tilførsler av forurensningsmateriale.

De kjemiske forhold i innsjøens hovedbasseng (syd for Helgøya) i tidsrommet mars 1966 til august 1967 går frem av tabell 3.

Vannet i Mjøsa er overalt bløtt og saltfattig, men saltkonsentrasjonen øker betydelig fra nord mot syd og fra overflate mot bunn. Økningen finner særlig sted syd for Gjøvik der innsjøen vider seg ut både med hensyn til bredde og dybde. Om sommeren er det i 20—30 meters dyp et markert sprang fra lavere konsentrasjoner i overflatelagene til høyere konsentrasjoner i dypet. Om vinteren er elektrolyttinnholdet relativt ensartet fra overflate til bunn i de sydlige områder, mens det i de nordlige områder er markert lavere verdier i overflatelagene, ned til 15—20 meters dyp, enn i dyplagene. Under sirkulasjonsperiodene er det liten variasjon i vannets innhold av salter både med hensyn til sted og dyp. Årsaken til variasjonene i vannets elektrolyttinnhold er til dels de geologiske forhold i Mjøsas lokale nedbørfelt, og til dels har det sammenheng med de hydrologiske forhold og strømningsforholdene i innsjøen.

I Mjøsas hovedvannmasser er det i følge de foreliggende observasjonsresultater relativt lave verdier for organisk materiale, og permanganattallene varierer stort sett mellom 2,0 og 2,5 hg O/l. Dette gjenspeiler seg også i fargeverdiene som i dyplagene stort sett varierer mellom 10 og 15 mg Pt/l — i overflatelagene er farge-

verdiene om sommeren (vel 20 mg Pt/1) noe høyere enn om vinteren. Bortsett fra i de nordligste områder under vårflommen, er også vannets innhold av partikulært materiale lavt.

Det foreliggende undersøkelsesmateriale viser også at når det gjelder hovedvannmassene, er innholdet av fosforkomponenter noe høyere i den nordlige del av Mjøsa enn lengre sydover. Forklaringen på dette må være at breslammet som tilføres via Lågen, inneholder betydelige mengder fosforforbindelser. Det kan i denne sammenheng nevnes at vannets innhold av fosfor-komponenter er langt høyere i Bøvra—Otta enn i Gudbrandsdalslågen hvor konsentrasjonene for øvrig etter hvert blir lavere nedover i vassdraget. I Mjøsa sedimenterer breslammet etter hvert, og følgende avtar vannets innhold av fosfor sydover i innsjøen. Vannets innhold av nitrogenforbindelser derimot øker sydover i innsjøen.

Dette kan ha flere årsaker: Bl.a. øker nedbørens innhold av nitrogenforbindelser sydover i nedbørfeltet, videre er befolkningstettheten og jordbruksvirksomheten størst i Mjøsområdet — noe som antakelig har stor betydning i denne sammenheng.

#### *Biologiske forhold.*

De biologiske forhold i Mjøsa er i liten grad undersøkt, men det skal knyttes noen få kommentarer til det foreliggende materiale. I håvtrekksmateriale som ble samlet inn i 1969 ble det påvist dominans av diatomeer (kiselalger) særlig *Asterionella formosa*, og *Fragilaria crotonensis*, men det var også et artsrikt innslag av grønnalger. Imidlertid ble det dette år bare tatt prøver i slutten av august, og man kjenner derfor ikke sesongvekslingen.

Ved sammenlikning med tidligere undersøkelser fremkom det som meget sannsynlig at diatomeen *Fragilaria crotonensis* var en nykommer i innsjøen, idet den ikke ble påvist i materiale innsamlet frem til 1928. Forekomster av relativt store mengder av denne art siden begynnelsen av 1960-årene indikerte en utvikling mot mer eutrofe forhold.

Undersøkelser som ble utført i 1969 viste også at diatomeer, og særlig da *Fragilaria crotonensis* var det dominerende innslag i plankton, men sammen med grønnalgen *Gloeoecystis planctonica*. I siste del av sommeren ble det også påvist et betydelig innslag av blågrønnalger. I en prøve fra Akersvika i september dominerte blågrønnalgene, men også her var det et betydelig innslag av diatomeer.

At blågrønnalger (så vidt det vites) for første gang opptrer i så stort antall, kan ha sammenheng med klimatiske forhold, men er muligens mer et vitnesbyrd om en tydeligere eutrofieringstendens i Mjøsa enn det tidligere har latt seg påvise. Det er i hvert fall et mulig faresignal som fortjener oppmerksomhet.

#### *Generelle betraktninger.*

Mjøsa er en stor og dyp innsjø, men den er likevel ikke usårbar for forurensningspåvirkninger. Med erfaring fra en rekke innsjøer verden over, f.eks. de store innsjøer i Nord-Amerika, Bodensjøen, de store sveitsiske sjøer, Baikal osv., vet vi at forholdene i innsjøer som er langt større enn Mjøsa, fort kan endre karakter når de i utstrakt grad brukes som resipienter for avløpsvann.

Kjemisk sett synes ikke Mjøsas hovedvannmasser på det nåværende tidspunkt å være synderlig påvirket av forurensninger. Imidlertid kan man rent lokalt på-

vide markerte forurensningstrekk også i kjemisk sammenheng. Dette gjelder særlig områdene utenfor de store byer og tettsteder. De biologiske forhold har tydeligvis endret karakter i de senere år. Produksjonen av planteplankton er blitt større, samtidig er forekomster av arter som indikerer forurensning blitt mer dominerende enn tidligere.

Vi vet i dag alt for lite om Mjøsa og dens forurensningssituasjon til f.eks. å antyde hvor langt eutrofieringsutviklingen er kommet, men med erfaringer fra andre innsjøsystemer i Norge og i utlandet, er det grunn til å betrakte situasjonen som alvorlig. Som et eksempel på hvor hurtig eutrofieringsutviklingen kan forløpe i en innsjø, vil jeg nevne Gjersjøen i Akers-

hus, som i løpet av 10—15 år har utviklet seg fra en næringsfattig innsjø til i dag en utpreget eutrof lokalitet. Gjersjøen er selvsagt hverken hva størrelse eller belastning angår sammenlignbar med Mjøsa og forholdene der, likevel er det grunn til å frykte at forholdene i Mjøsa kan utvikle seg på tilsvarende måte, men kanskje over et lengre tidsrom. Vil man ha en kontroll med utviklingen i Mjøsa, bør man forsere arbeidet med sanering av avløpsforholdene både når det gjelder avløpsvann fra bebyggelse og industri. Videre bør det foretas undersøkelser for å bringe klarhet i i hvilken grad jordbruksvirksomheten i Mjøsområdet bidrar til innsjøens forurensningssituasjon.

Tabell 3. *Kjemiske analyseresultater. Middelerverdi og variasjonsbredde.*

<i>Komponent</i>		<i>Middelerverdi</i>	<i>Variasjonsbredde</i>	<i>Antall observasjoner</i>
Surhetsgrad,	ph	7,0	6,7 — 7,6	63
Spes.el.ledn.evne, 20 °C,	μS/cm	36,9	31,9 — 43,0	71
Farge,	mg Pt/l	13	9 — 23	70
Turbiditet,	mg SiO <sub>2</sub> /l	0,5	0,1 — 1,9	70
Permanganattall,	mg O/l	2,2	1,4 — 4,2	70
Alkalitet,	ml N/10 HCl/l	2,57	2,19 — 3,60	48
Orto-fosfat,	μg P/l	5	2 — 12	48
Total fosfor,	μg P/l	19	8 — 78	49
Nitrat,	μg N/l	252	108 — 318	49
Ammonium (BFA),	μg N/l	160	110 — 210	16
Klorid,	mg Cl/l	1,3	0,9 — 2,0	49
Sulfat,	mg SO <sub>4</sub> /l	6,4	2,1 — 8,1	44
Total hårdhet,	mg CaO/l	9,0	8,5 — 9,8	47
Kalsium,	mg Ca/l	4,9	3,6 — 5,5	49
Magnesium,	mg Mg/l	0,70	0,63 — 0,80	49
Natrium,	mg Na/l	1,03	0,85 — 1,44	49
Kalium,	mg K/l	0,60	0,48 — 0,75	49
Jern,	μg Fe/l	44	13 — 95	47
Mangan,	μg Mn/l	<5	0 — 28	48
Silisium,	mg SiO <sub>2</sub> /l	1,8	0,4 — 2,3	49
Kobber,	μg Cu/l	29	10 — 39	10
Sink,	μg Zn/l	95	17 — 333	11