

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0.

0-91/69

MJØSUNDERSØKELSE

FORBEREDENDE RAPPORT

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan
Blindern, 12. november 1969.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	3
1. HVA KJENNETEGNER EUTROFE INNSJØER?	4
2. HVA BETINGER EUTROFIUTVIKLINGEN?	6
3. VIKTIGE FORURESNINGSKILDER	7
4. AKTUELLE TILTAK FOR BEKJEMPELSE AV FORURESNINGENE	9
5. HVILKE UNDERSØKELSER ER UTFØRT (UNDER UTFØRELSE) I MJØSA MED TILLØPSELVER	12
6. MJØSA OG DENS NEDBØRFELT	14
7. LITT OM DE HYDROGRAFISKE OG HYDROBIOLOGISKE FORHOLD I MJØSA	17
8. MÅLSETTING	21
9. UNDERSØKELSER	23
9.1 Nedbørfeltet	23
9.2 Innsjøen	23
9.2.1 Fysisk-kjemiske undersøkelser	23
9.2.2 Biologi	24
9.2.3 Bakteriologiske og toksikologiske undersøkelser	24
9.3 Undersøkelser i forbindelse med tekniske anlegg	24
10. FREMDRIFTSPLAN	25
LITTERATURLISTE	27

TABELLFORTEGNELSE

1. Mjøsa, morfometriske og hydrologiske data	14
2. Mjøsas nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter	15
3. Kjemiske analyseresultater. Middelverdi og variasjonsbredde	18

FORORD

Mjøsa er Norges største innsjø både hva overflateareal og volum angår, og den er den tredje dypeste innsjø i Norge. Det er videre all grunn til å regne Mjøsa som en av Norges viktigste innsjøer. Vi har ved NIVA søkt å følge nøye med i alle forhold som har betydning for Mjøsas renhetstilstand, og vi har sett frem til at det skulle bli mulig å gjennomføre en omfattende undersøkelse som kunne danne grunnlag for styring av innsjøens belastning med forurensninger og for de tekniske og andre tiltak som kan komme på tale.

I denne rapport er gitt en kortfattet, men bred fremstilling av naturforhold og forurensningspåvirkning av Mjøsa. Denne fremstilling bygger på de undersøkelser og andre opplysninger som foreligger. Da eutrofiering er det som antas å true Mjøsas utvikling mer enn noe annet, er forhold som betinger en slik utvikling omtalt spesielt i de generelle innledningskapitler.

Tross de undersøkelser som hittil er utført, er vårt kjennskap til Mjøsa og dens forurensningsproblematikk ennå mangelfull. Med de dimensjoner som Mjøsa og dens nedbørfelt har, med den varierte geologi, vegetasjon, landbruk, industri og bosetting, og med de mange naturvitenskapelige problemer som knytter seg til innsjøens limnologi, har vi ikke funnet det forsvarlig å legge frem et detaljert og endelig program for en Mjøs-undersøkelse. Vi håper imidlertid å oppnå støtte for en innsats det første året som kan danne grunnlaget for et programforslag til hvordan arbeidet skal utføres.

Det er viktig at det i den første planleggingstiden er nær kontakt med de berørte myndigheter, slik at omfang, hensikt, omkostninger og tidsfaktorer blir grundig vurdert.

Vi antar at visse deler av arbeidet minst bør strekke seg over en 5-års periode.

Denne rapport er utarbeidet under cand.real. Hans Holtans ledelse.

Blindern, 12. november 1969

Kjell Baalsrud

1. HVA KJENNETEGNER EUTROFE INNSJØER?

Det som i første rekke kjennetegner eutrofe innsjøer, er at vannet inneholder store mengder plantenæringsstoffer hvorav særlig fosfor- og nitrogenforbindelser antas å innta en sentral plass. Disse gjødselstoffer fremmer produksjonsbetingelsene for planteplankton i de frie vannmasser og høyere vegetasjon i innsjøens strandsoner. I utpregede eutrofe innsjøer kan planteplanktonproduksjonen (algeblomst) om sommeren ha en helt avgjørende betydning for vannets innhold av organisk materiale.

Slike innsjøer ligger som regel i lavlandet hvor jordbunnen for det meste består av humus og leire som ofte har betydelig kalkholdighet. Det er som oftest middelstore eller små innsjøer, og bassengene har som regel meget jevnt skrånende sider. Svingningene i vannstanden er liten; men på grunn av den brede strandsone (vekstsone for høyere vannvegetasjon) er den meget iøynefallende. Innsjøene er som regel grunne, og største dyp på 30 - 40 meter eller mindre er det vanlige.

De store mengder plantenæringsstoffer og planteplanktonpopulasjoner, ofte betegnet som vannblomst, er særlig fremtredende i innsjøer som ligger i typiske jordbruksområder, og som samtidig belastes med kloakk- og annet avløpsvann. Under produksjonsperiodene avtar vannets gjennomsiktighet sterkt. Når denne periode er over, synker store mengder plankton ned under sprangsjiktet og når før eller senere bunnen. Planteplanktonets fargelegemer bestemmer fargen på innsjøen som snart er gul, snart grønn og snart blågrønn. Planktonets blågrønne alger avleirer seg gjerne på overflaten og kan på stille dager danne et slags skum, som med vinden kan bli ført inn på breddene. Bunnmaterialet består som regel av bløtt dynd som er meget rikt på organiske bestanddeler. Ved nedbrytning eller oksydasjon av organisk materiale i bunnsedimentene oppstår det under stagnasjonsperiodene oksygenvinn i dyplagene. Oksydasjonsprosessene kan være så omfattende at alt oksygen forsvinner, og det oppstår anaerobe forhold. Om vinteren, når innsjøene er isdekket, kan også oksygeninnholdet i de øverste vannmassene (overflatelagene) bli betydelig redusert.

I spesielle tilfeller kan de anaerobe tilstander sogar gjøre seg gjeldende helt oppunder isdekket. Om sommeren, i produksjonsperioden, vil karbondioksydassimilasjonsprosessen (fotosyntesen) bevirke en overmetning av oksygen i overflatelagene, og det er i enkelte tilfeller målt metningsverdier på opptil 200 % i eutrofe innsjøer i Norge.

2. HVA BETINGER EUTROFIUTVIKLINGEN?

At en innsjø gjennomgår en eutrofieringsutvikling, har sammenheng med at plantenæringsstoffer etter hvert som tiden går, akkumuleres i innsjøenes bunnsedimenter. Utviklingshastigheten for upåvirkede innsjøer er betinget av blant annet den geografiske beliggenhet, geologiske forhold i nedbørfeltet, innsjøens form og dybdeforhold samt vannmassenes oppholdstid i innsjøen. Plantenæringsstoffene som er akkumulert i bunnsedimentene vil imidlertid ikke ha noen innvirkning på planktonproduksjonen før det er utviklet et reduktivt miljø i dyplagene. Det vil i praksis si når oksygenforrådet i dyplagene til sine tider er redusert til et minimum. Oksygenforholdene i dyplagene er igjen bestemt av nedbrytbart (oksyderbart) organisk materiale som til dels tilføres innsjøen fra nedbørfeltet og til dels produseres i selve innsjøen. Når så dette reduktive miljø er utviklet, vil en rekke kjemiske forbindelser, deriblant fosforforbindelser, reduseres og danne nye lett løselige forbindelser. Under sirkulasjonsperiodene vil så disse løste salter bli bragt til overflatelagene og der stimulere produksjonen.

En naturlig eutrofieringsutvikling er imidlertid en uhyre langsom prosess; men så snart man begynner å tilføre en innsjø forurensninger som inneholder plantenæringsstoffer, er man straks i gang med å påskynde hendelsesforløpet. Utviklingshastigheten er da betinget av hvor stor belastning av slike forurensninger innsjøen mottar. Små og grunne innsjøer er særlig ømfintlige for tilførsler av plantenæringsstoffer; men også store og dype innsjøer vil etter hvert og med akselererende tempo reagere på forurensningsbelastningen de er utsatt for.

3. VIKTIGE FORURENSNINGSKILDER

Forurensningene som tilføres våre vassdrag og vannforekomster, kan tilbakeføres til følgende tre hovedgrupper av forurensningskilder:

1. Kloakkvann fra boliger, hytteområder o.l.
2. Industrielt avløpsvann, herunder også avløpsvann fra gruver.
3. Forurensninger som stammer fra jord- og skogbruksvirksomhet.

Som en fjerde gruppe kunne kanskje luftforurensningene nevnes; men disse stammer i det vesentligste og primært fra de tre hovedgrupper som allerede er nevnt.

Avhengig av hvor forurensningene stammer fra, vil de kunne ha forskjellig virkning på vann og vassdrag. Vi har således en rekke forurensningsstoffer som har direkte helsemessige eller hygieniske konsekvenser. Til denne gruppe hører sykdomsfremkallende bakterier og virus, giftige eller skadelige kjemiske stoffer (tungmetaller som kvikksølv, pestisider som DDT, radioaktive stoffer osv.) Disse stoffer kan også ha avgjørende innflytelse på de biologiske forhold i vannforekomstene.

Den neste gruppe forurensninger vi vil nevne, er plantenæringsstoffene som tilføres vannforekomstene såvel fra husholdningskloakk som fra jordbruk og visse industrielle bedrifter. Som allerede nevnt er det denne gruppe forurensninger som har betydning for vannforekomstenes trofigrad eller eutrofi-eringstilstand, og som vi derfor anser som mest betydningsfull for Mjøsas almenne tilstand.

Endelig kan vi nevne tilførsler av organisk materiale som også kan ha sin opprinnelse fra alle de tre hovedkilder, men hvor oftest det industrielle avløpsvann, f.eks. fra treforedlingsbedrifter, er av størst betydning. Det organiske materiale har i første rekke betydning for veksten av heterotrofe organismer (bakterier, sopp o.l.), dernest har slike stoffer sekundær betydning for eutrofiutviklingen. Under den biologiske nedbrytning materialet utsettes for, vil det nemlig forbrukes oksygen, og etter hvert kan det oppstå anaerobe forhold i de dypere lag av vannforekomsten. Derved har vi

fått dannet det reduktive miljø som er nødvendig for reduksjon og frigivelse av stoffer fra bunnsedimentene. For vannforekomster som samtidig får tilført plantenæringsstoffer, kan en slik tilførsel av organisk materiale i vesentlig grad påskynde eutrofieringsutviklingen.

4. AKTUELLE TILTAK FOR BEKJEMPELLSE AV FORURENSNINGENE

Vi har ovenfor nevnt at høyst forskjellige kilder kan være årsak til de forurensninger som truer våre vassdrag og innsjøer. Dette betyr at mottiltakene som må settes i verk, nødvendigvis også må bli svært forskjellige. Enkelte forurensningstilførsler f.eks. fra dyrket mark, kan være meget besværlige, for ikke å si umulige, å ta hånd om renseteknisk sett. For slike virksomheter er det nødvendig, hvis forurensningstilskuddet skal begrenses, å forandre driftsmåten. Dette kan skje ved forbud mot visse gjødselstoffer og kjemikalier som man vet. kan medføre store skadevirkninger når det gjelder de biologiske forhold i vannforekomstene, samt medføre helsemessige konsekvenser (f.eks. DDT og visse andre klorerte hydrokarboner, kvikksølv osv.).

Forurensninger som skyldes kloakkvann og industrielt avløpsvann, kan begrenses ved en rekke tekniske tiltak:

De konvensjonelle anlegg for rensing av kloakkvann er følgende:

- a. Mekaniske renseanlegg (slamavskillere).
- b. Biologiske renseanlegg.
- c. Kjemiske fellingsanlegg.

Det førstnevnte anlegg tar sikte på en utskillelse av faste stoffer, samt fett og oljer. Dette kan skje ved avsiling og sedimentering eller flotasjon. Biologiske rensemetoder er basert på aerobe og anaerobe (septiske) prosesser. I avanserte renseanlegg søkes de aerobe prosesser utnyttet mest mulig, da de gir god effekt, er enkle å drive og ikke skaper noen luktulempere, mens de septiske prosesser går langsommere, gir luktulempere og giftige avløp. Av kjemiske rensemetoder kan nevnes koagulering med metallsalter. Ved siden av fjerning av organisk materiale tar denne rensemetode også sikte på fjerning av fosforforbindelser. Teknisk sett er det også mulig ved rens tiltak å redusere vannets innhold av nitrogenforbindelser; men anleggstyper for dette formålet er foreløpig like utviklet.

I større, moderne renseanlegg utnyttes flere eller samtlige av de nevnte renssevirkninger i forskjellige trinn i prosessen. Det er imidlertid ikke mulig ukritisk å bruke et hvilket som helst system i vårt land på grunn av vårt barske klima, og det er gjort kostbare feilinvesteringer i anlegg som ikke svarer til forventningene.

Uansett rensemetode er det imidlertid nødvendig med et fullverdig ledningsnett hvis den ønskede effekt skal oppnås. Denne selvfølgelig og elementære betingelse for at forurensningsproblemene skal kunne reduseres, er generelt forsømt i vårt land i dag. Her er det nødvendig med store investeringer for å legge nye ledninger, samt å skifte ut en del gamle og utette ledninger som hverken kapasitets- eller kvalitetsmessig holder mål. Hittil har det vært vanlig å legge ledninger etter det såkalte kombinertsystemet, dvs. ledningsnettet skal transportere både kloakkvann og annet avløpsvann sammen med regnvann og eventuelt drensvann. Dette medfører en variert sammensetning av råvannet som kommer inn på renseanleggene - noe som medfører rensetekniske problemer og ofte fører til at de forskjellige renseanlegg ikke svarer til forventningene. Målsetningen bør være at ledningsnettet på lengre sikt bygges ut etter det såkalte separatsystem, hvorved avløpsvann (kloakkvann) og regnvann føres i hver sine ledninger. Det er også meget viktig i denne sammenheng å velge ut hensiktsmessige samlingspunkter hvor passende store rensenheter kan bygges.

Tradisjonelt er vannforekomster, elver, innsjøer og fjorder brukt som resipienter for avløpsvann. Som en følge av den forurensningssituasjon dette har medført, begynner det nå å våkne til live en interesse for bruk av terrestriske resipienter for avløpsvann. Flere steder i utlandet har man allerede bygd anlegg hvor slike resipienter er tatt i bruk; men foreløpig må vel slike løsninger sies å være på eksperimentstadiet. Greier man imidlertid å mestre denne teknikk tilfredsstillende, vil man derved også kunne utnytte avløpsvannets plantenæringsstoffer på en fornuftig måte i produksjonsøyemed. Dette bør imidlertid foreløpig være av sekundær betydning.

Når det gjelder utslipp fra industri og service-yrker kan industrien klassifiseres som tørr og våt i forhold til utslippenes forurensning av vassdragene.

Med "tørr industri" menes da industribedrifter som bare bruker vann til sanitæranlegg og kjøkken, vanlig rengjøring m.m.

Med "våt industri" menes industribedrifter som på forskjellig vis bruker vann direkte i produksjonen, som oppløsningsmiddel, til oppslemming, til vask og skylning av råstoffer og ferdigvarer, kjølevann osv. Det er disse bedrifter som er av betydning når det gjelder forurensningsproblematikken.

Fra de forskjellige industrityper kommer det avløpsvann av til dels vidt forskjellig karakter. I mange tilfeller er man kommet langt når det gjelder rens tiltak mot forurensningene, i andre tilfeller har man ennå ikke funnet teknisk-økonomisk tilfredsstillende løsninger. Det gjelder ellers generelt at de mest effektive tiltak mot industrielle vannforurensninger finner man ved å studere og endre selve prosessen hvor vannet brukes, og forurensningen oppstår.

5. HVILKE UNDERSØKELSER ER UTFØRT (UNDER UTFØRELSE) I MJØSA MED TILLØPSELVER?

Mjøsa har vært gjenstand for betydelig vitenskapelig interesse særlig når det gjelder fysiske og fiskeribiologiske forhold. Allerede i 1887 utkom en publikasjon (O.E. Schiøtz) som omhandlet temperaturforholdene i Mjøsa. I 1890-årene gjennomførte dr. Huitfeldt-Kaas en undersøkelse som omfattet temperatur- og planktonobservasjoner i Mjøsa (1905 og 1946). I 1906 publiserte han et dybdekart som omfattet hele innsjøen. Huitfeldt-Kaas har også senere foretatt undersøkelser av bl.a. reguleringens innflytelse på Mjøsas isforhold (1907) og av fiskeriforholdene i Mjøsa (1916). I 1927 gjennomførte professor H.H. Gran og hans assistenter en undersøkelse av plankton- og hydrografiske forhold i en rekke innsjøer på Østlandet, deriblant Mjøsa, og i 1936 gjennomførte professor K. Strøm en undersøkelse av Mjøsa (1938).

Norsk institutt for vannforskning har siden 1958 foretatt flere undersøkelser som kan ha betydning både for en generell vurdering av Mjøsa og for vurdering av mer lokale problemer. Fullstendig litteraturliste over publikasjoner og rapporter som angår undersøkelser i Mjøsa og dens tilløp, er gjengitt bakerst i denne rapport.

1. 1961 Undersøkelse av forurensningene i Hunnselva
2. 1961 - 1962 Undersøkelse av Furnesfjorden
3. 1960 - 1961 Undersøkelse av forurensninger i Akersvika
4. 1964 - 1965 Vannundersøkelser i Lågen og Mesna
5. 1966 Undersøkelse av Mjøsa mellom Helgøya og Neslandet
6. I 1967 ble det i forbindelse med vår utredning for Østlandskomiteen samlet inn prøver i alt 3 ganger for kjemiske analyser fra i alt 8 stasjoner rundt omkring i Mjøsa. Det ble også i denne sammenheng foretatt en befaring langs Gudbrandsdalslågen hvor det ble samlet inn kjemisk og biologisk observasjonsmateriale fra en rekke stasjoner.
7. 1966 Hydrobiologiske undersøkelser i Moelv.
8. 1966 Hydrobiologiske undersøkelser i Brumunda
9. 1967 - 1968 Bakteriologiske undersøkelser i Furnesfjorden
10. I forbindelse med vår deltakelse i et internasjonalt forsknings- og registreringsarbeid (The International Hydrological Decade), er det siden 1966 blitt samlet inn vannprøver for kjemiske analyser fire ganger pr. år (vår, sommer, høst, vinter) fra Mjøsas dypeste områder. Denne undersøkelse skal vare frem til utgangen av 1974.

11. For Regionplanrådet for Hamar og Hedmarksbygdene har instituttet fått i oppdrag å foreta en orienterende undersøkelse av strømforholdene utenfor Hamar. Denne undersøkelse er ennå ikke kommet ordentlig i gang.

6. MJØSA OG DENS NEDBØRFELT

Med et overflateareal på 365 km^2 er Mjøsa Norges største innsjø. Innsjøen som er lang og smal, er en typisk norsk fjordsjø. 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. Mjøsa ble i 1906 loddet opp av H. Huitfeldt-Kaas, og dybdekart foreligger i målestokk 1:25000. De viktigste morfometriske og hydrologiske data er satt opp i tabell 1.

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^2
Volum	56 244 mill. m^3
Middel dyp	153 m
Nedbørfelt	$16\,420 \text{ km}^2$
Midlere avrenning	$320 \text{ m}^3/\text{sek}$
Teoretisk oppholdstid	ca 6 år

Mjøsa har et totalt nedbørfelt på $16\,420 \text{ km}^2$ hvorav Gudbrandsdalslågens nedbørfelt ned til Fåberg utgjør $11\,459 \text{ km}^2$ dvs. ca. 70 %. De geologiske forhold i Mjøsas nedbørfelt er svært varierende. I nord består berggrunnen av eruptiver og sterkt omdannede sedimentære bergarter som er harde og motstandsdyktige både mot fysisk og kjemisk vorvitring. Rundt Mjøsa består berggrunnen i det vesentligste 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 stadig tilføres breslam. Denne materialtransport til Mjøsa er størst under avsmeltningssperioder om sommeren; men den gjør seg ikke vesentlig merkbar i de sydlige områder av innsjøen.

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, sidemøener, glasi-fluvialt materiale o.l. Rundt Mjøsa er det dessuten en del moreneavsetninger.

Utnyttelsen av og virksomheter i nedbørfeltet går frem av tabell 2.

Tabell 2. Mjøsas nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter.

Faktorer		Mjøsas nedb.felt	Lågens nedb.felt	Mjøsbygdenes nedb.felt
Nedbørfelt,	km ²	16 420	11 459	4 961
Skog,	km ²	3 380	1 256	2 124
"	i % av nedb.felt	20,6	11,0	42,8
Myr,	km ²	509	83	426
"	i % av nedb.felt	3,1	0,7	8,6
Dyrket mark,	km ²	966	231	735
"	i % av nedb.felt	5,9	2,0	14,8
Lite prod.områder	km ²	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 ²	11,4	3,4	31,8

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).

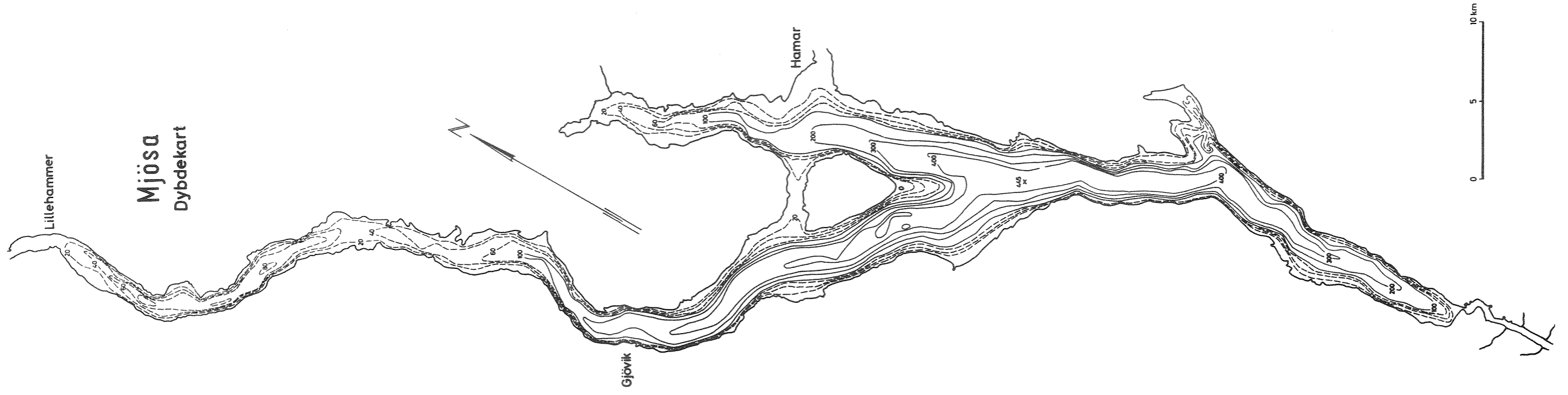
Som det går frem av tabell 2, er den vesentligste skog- og jordbruksvirksomhet konsentrert i Mjøsas lokale nedbørfelt. Rundt Mjøsa ligger de tre byer Hamar (ca. 15 100 innb.), Lillehammer (20 400 innb.) og Gjøvik (25 000 innb.)

som tilsammen representerer en befolkningssmengde 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. De 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 potetforedling, slakterier, konserverfabrikker osv. I følge en foreløpig beregning foretatt av Østlandskonsult, tilsvarende den totale organiske belastning på Mjøsa bare fra industribedrifter i Hamarregionen 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 halmluting 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 tilfelle er med forurensninger som tilføres vassdragssystemet i de perifere områder.



Lillehammer

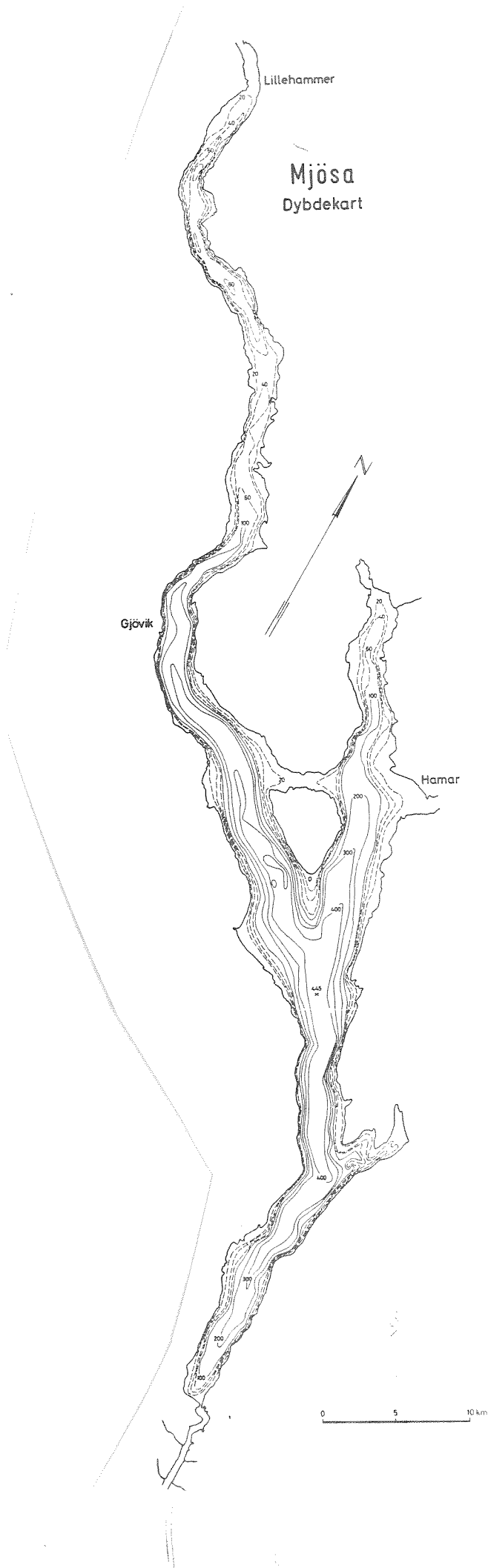
Mjøsa

Dybdekart

Gjøvik

Hamar

0 5 10 km



7. LITT OM DE HYDROGRAFISKE OG HYDROBIOLOGISKE FORHOLD I MJØSA

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 adskilt 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 koldeste vann i overflatelagene og noe varmere vann i dypet. Isleggingsperioden varer fra månedskiftet januar - februar til omtrent månedskiftet 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 oligotrofe 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 tilført organisk materiale, kan antakelig settes i sammenheng med forureningspåvirkningen.

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

Tabell 3. Kjemiske analyseresultater. Middelerdi og variasjonsbredde.

Komponent		Middel- verdi	Variasjons- bredde	Antall observasjoner
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 ₂ /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 ₄ /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	0,35 - 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 ₂ /l	1,8	0,4 - 2,3	49
Kobber,	µg Cu/l	29	10 - 39	10
Sink,	µg Zn/l	95	17 - 333	11

Vannet i Mjøsa er overalt bløtt og saltfattig; men saltkonsentrasjonene 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 ifølge de foreliggende observasjonsresultater relativt lave verdier for organisk materiale, og permanganattallene varierer stort sett mellom 2,0 og 2,5 mg O/l. Dette gjenspeiler seg også i fargeverdiene som i dyplagene stort sett varierer mellom 10 og 15 mg Pt/l - i overflatelagene er fargeverdiene om sommeren (vel 20 mg Pt/l) 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 fosforkomponenter er langt høyere i Bøvra - Otta enn i Gudbrandsdalslågen hvor konsentrasjonene forøvrig etter hvert blir lavere nedover i vassdraget. I Mjøsa sedimenterer breslammet etter hvert, og følgelig avtar vannets innhold av fosfor sydover i innsjøen. Vannets innhold av nitrogenforbindelser øker imidlertid sydover i innsjøen fra ca. 180 µg N/l i nord til ca. 350 µg N/l i syd. 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 har stor betydning i denne sammenheng.

Hydrobiologiske forhold

De biologiske forhold i Mjøsa skal kommenteres på grunnlag av håvtrekkmateriale innsamlet i 1967, 1968 og 1969.

I 1967 ble det i planteplanktonet påvist dominans av diatomeer (kiselalger), særlig Asterionella formosa og Fragilaria crotonensis; men det var også et artsrikt innslag av grønnalger. Det ble bare tatt prøver i slutten av august, og sesongvekslingen er således ikke kommet med. 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 indikerer en utvikling mot mer eutrofe forhold.

I 1969 ble det samlet inn planktonmateriale i juni, begynnelsen av august og i september. Juni-prøven var preget av diatomeer; men det var lite av Fragilaria crotonensis. Denne art dominerte imidlertid planktonet i august, men sammen med grønnalgen Gloeocystis planctonica. På dette tidspunkt var det også et tydelig innslag av blågrønnalger. I september var Fragilaria crotonensis fremdeles den mest tallrike planktonalge, men mengdene av blågrønnalger var betydelige. I en prøve fra Akersvika (16/9 1969) 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.

8. MÅLSETTING

Det er alltid vanskelig å formulere en klar målsetting for en innsjø eller et vassdrag. Det er imidlertid formålstjenlig at dette tas opp til diskusjon, spesielt av de lokale myndigheter. Nedenfor er anført noen momenter som kan ha betydning i den forbindelse.

Det er mangeartede og betydelige interesser som knytter seg til Mjøsa, Norges største innsjø. Behovet for å bruke Mjøsa som råvannskilde til vannforsyning for husholdning og industri er stort. Her kan nevnes at Mjøsa i dag brukes som drikkevannskilde for bl.a. Hamar, Gjøvik, Stange og Brumunddal. Videre er Mjøsa potensiell vannkilde for en rekke industribedrifter og virksomheter av jordbruksmessig karakter. Vi anser det meget sannsynlig at vannforsyning-behovet vil bli enda større i fremtiden.

Mjøsfisket inntar en sentral stilling når det gjelder bruksinteressene i Mjøsa. Dette fisket har nemlig både økonomisk, ernæringsmessig, tradisjonelt og sportsmessig stor betydning for en rekke mennesker i området. Videre er rekreasjonsinteressene som knytter seg til Mjøsa, mangeartede og svært betydningsfulle, og i denne sammenheng kan spesielt badeinteressene nevnes. Mjøsa blir også i stor utstrekning brukt som transport- og ferdselsåre samt for fløting av tømmer. Innsjøens tilstand har videre avgjørende betydning for vannets kvalitet i Vormå - Glåma, og spesielt er de store vannforsyningsinteressene som knytter seg til disse elveavsnitt, svært viktige.

Alle de bruksinteresser som hittil er nevnt, er på mange måte uforenlige med det stadig stigende behov for å nytte innsjøen som resipient for kloakkvann og annet avløpsvann.

Målsettingen må gå ut på å tilgodese alle disse interesser på en optimal måte. Noen vil kanskje hevde at Mjøsa kan tåle en viss belastning uten at det oppstår nevneverdige skadevirkninger. Det vi imidlertid skal være oppmerksomme på, er at det er meget vanskelig, for ikke å si umulig, å fiksere en innsjø i et bestemt nivå på eutrofieringsskalaen, eller med andre ord, å tillate tilførsler av en viss mengde forurensninger uten derved å

påskynde eutrofieringsutviklingen. Som nevnt tidligere vil nemlig plantenæringsstoffer til en viss grad akkumuleres i innsjøene og deres sedimenter, slik at de senere hen kan komme planktonproduksjonen til gode. På grunn av sin størrelse og dybde og vannets lange oppholdstid, er Mjøsa et tregt system. Selvreinsningsevnen eller nedbrytningen av organisk materiale er effektiv, men samtidig er akkumuleringsevnen av plantenæringsstoffer, særlig fosforforbindelser, meget stor. Dette vil, ved siden av belastningens størrelse, innvirke på eutrofieringsutviklingens hastighet. Vi skal videre være oppmerksomme på at er først eutrofieringstilstanden utviklet i Mjøsa, vil det ta meget lang tid, hvis det overhodet lar seg gjøre, å forbedre forholdene mot mer oligotrofe tilstander. Det er således nødvendig å føre en kloakk- og avløpsvannspolitik i Mjøsområdet, som tar sikte på i størst mulig grad å begrense avløpsvannets skadevirkninger. Dette er en meget vanskelig oppgave som, avhengig av utviklingen, kan komme til å kreve store investeringer. For å belyse de mangesidige problemer vi her står overfor, er det nødvendig med intense undersøkelser og vitenskapelig og teknisk forskning.

9. UNDERSØKELSER

Likesom Mjøsa er en del av et større landskap, er den også en del av et større økologisk system. Med andre ord: Forholdene i Mjøsa er nøye knyttet sammen med forholdene i nedbørfeltet og de virksomheter som finner sted der. Dette medfører bl.a. at skal man følge med i og forstå utviklingen i Mjøsa, er det ikke tilstrekkelig bare å foreta undersøkelser i selve innsjøen. Det er minst likeså viktig å kartlegge forurensningskildene, både de direkte avløp til Mjøsa, og de som skjer høyere oppe i vassdragene.

De mangeartede og til dels store problemer som knytter seg til Mjøsas forurensningstilstand, krever at en undersøkelse i denne sammenheng planlegges meget omhyggelig. Det er derfor ikke på det nåværende tidspunkt forsvarlig å legge frem et detaljert program for en Mjøsundersøkelse. Likevel skal vi i det følgende nevne en del arbeidsområder som må bli aktuelle.

1. Nedbørfeltet.

- a. Hydrometriske undersøkelser, dvs. vannføringsmålinger i alle tilløp som har betydning i denne sammenheng.
- b. De geologiske og kvartærgeologiske forholds betydning for vannets kvalitet må undersøkes. Herunder regnes også brevannets innflytelse på vannkvaliteten. Grunnvannsundersøkelser vil også i en viss utstrekning være ønskelig.
- c. Undersøkelser av de kjemiske og biologiske forhold i avrenningsvannet fra bebyggelse, industri og jord- og skogbruksområder.

2. Innsjøen.

2.1 Fysisk-kjemiske undersøkelser.

- a. Undersøkelse av innsjøens hydrografiske forhold.
- b. Undersøkelser av spesielle lokale forhold.
- c. Undersøkelser av strømningsmønster, både lokalt og generelt.
- d. Undersøkelse av stabilitetsforhold.

2.2. Biologi

- a. Kvantitative og kvalitative planktonundersøkelser.
- b. Undersøkelse av total produksjon.
- c. Vekstforsøk. Modellforsøk som kan bidra til å belyse Mjøsvannets biologiske reaksjon på forskjellige forurensningstyper.
- d. Eventuelle fiskeundersøkelser bør koordineres med de undersøkelser som allerede er i gang i Mjøsområdet.

2.3. Bakteriologiske og toksikologiske undersøkelser

3. Undersøkelser i forbindelse med tekniske anlegg.
 - a. Undersøkelser av effektiviteten av avløpsnett.
 - b. Undersøkelser av renseanleggenes renseeffekt.
 - c. Undersøkelser av forskjellige ukonvensjonelle resipienttyper, f.eks. myrområder, skogområder og jordbruksområder.

10. FREMDRIFTSPLAN

En undersøkelse av den art og omfang det her er snakk om, må nødvendigvis foregå over et relativt langt tidsrom, og det er ønskelig at arbeidet kan føres skrittvis frem. Det vil være nødvendig med en registrering og lokalisering av kloakkutslipp, utslipp av industrielt avløpsvann o.l. samt visse orienterende undersøkelser før et konkret program kan utarbeides. Dette er egentlig en stor oppgave, men ved et godt samarbeid med lokale myndigheter bør arbeidet kunne gjennomføres i løpet av ett år. Ved utløpet av denne innledningsfasen regner vi med å kunne legge frem en fremdriftsplan for hele undersøkelsen med en noe mer detaljert plan for det nærmest påfølgende år.

NIVA vil foreslå at det utarbeides programmer for de enkelte spesialområder. Disse tas opp til diskusjon og godkjennelse med de berørte instanser. Det må treffes avtale om denne behandlingsmåte og om hvorledes resultatene etter hvert skal rapporteres.

For at det skal bli så effektivt utbytte av undersøkelsen som mulig, er det nødvendig med et intimt samarbeid med tekniske og kommunale instanser i Mjøs-området. Likeledes vil det også bli nødvendig i en viss utstrekning å trekke andre institusjoner som Norges landbrukshøgskole, Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen m.fl. inn i undersøkelsen.

Det vil være formålstjenlig, for ikke å si nødvendig, å ha et effektivt kontaktorgan i Mjøs-området. Dette organ vil i noen grad være behjelpelig med å koordinere all virksomhet på dette felt innen området, samt å opptre som et bindeledd mellom de lokale myndigheter og vårt institutt. Videre vil et slikt organ kunne foreta registreringsarbeider og samle inn opplysninger om de problemer som etter hvert kan dukke opp. Under gjennomførelsen av undersøkelsen vil det også være hensiktsmessig å ha en kontakt i området som kan hjelpe til med å tilrettelegge forholdene slik at arbeidet kan bli mest mulig effektivt. En del av virksomheten vil også bestå i observasjonstjeneste, betjening av diverse registrerende apparatur o.l. For instituttet vil det være den mest hensiktsmessige og smidige ordning at det opprettes et kontaktkontor som sorterer direkte under NIVA, men det kan også tenkes andre ordninger. Kontoret må ha en egnet båt og båt plass til disposisjon og må ha lagerplass for diverse feltutstyr, prøveflasker og instrumenter.

Undersøkelsen av Mjøsa tar sikte på å gi grunnlagsmateriale for en tilretteleggelse av avløp- og rensetiltak for både eksisterende og fremtidig bebyggelse og industri. Undersøkelsen må ikke sinke planlegging og bygging av nødvendige avløpsanlegg. Mange slike tekniske tiltak kan settes i verk uten vesentlige forundersøkelser, f.eks. forbedringer av avløpsledninger og i visse tilfeller bygging og forbedring av renseanlegg. Det vil imidlertid være hensiktsmessig at all virksomhet på dette felt i den grad det lar seg gjøre, koordineres med de undersøkelsene som planlegges og utføres. Selv om det rundt Mjøsa kan bli mange atskilte avløpsanlegg, vil vi anbefale at mulighetene for et teknisk samarbeid blir tatt opp til vurdering.

En undersøkelse av de dimensjoner det her er snakk om, må nødvendigvis medføre store omkostninger, men som det fremgår av det foranstående er det i dag umulig å gi et kostnadsoverslag for hele undersøkelsen. I innledningsfasen, som vi regner med skal vare ett år, antar vi at omkostningene kan bli opptil kr. 300 000 under forutsetning av at NIVA oppretter eget kontaktorgan (kontor) i Mjøs-området.

LITTERATURLISTE

Braarud, T., Føyn, B. og Gran, H.H.: Biologische Untersuchungen in einigen Seen des östlichen Norwegens. Aug. - Sept. 1927. Avh. norske Vidensk. Akad. Oslo, I Mat.-nat. Kl. 2, 1928, s. 1 - 37.

Huitfeldt-Kaas- H.: Temperaturmessungen in dem See Mjøsen und in drei anderen tiefen norwegischen Seen. Arch. Math. Naturv. 27 (1905), 2.

Huitfeldt-Kaas, H.: Studier over den projekterede Mjøsregulerings indflydelse paa Mjøsens isforholde. 1907

Huitfeldt-Kaas, H.: Mjøsens fisker og fiskerier. Kgl. norske vidensk.Selsk. Skr. 1916, 2.

Huitfeldt-Kaas, H.: The Plankton in Mjøsa. Nytt Mag. Naturv. 85 (1946) s. 161-222

Schiøtz O.E.: Resultatet af en del undersøgelser over temperaturforholdene i dybet af Mjøsen. Forh. Skand. naturf. Møde 13 (1887).

Strøm, K.M.: Limnological Notes 1 - 3. Arch. Math. Naturv. 41 (1938) 11, s. 1-7.

Norsk institutt for vannforskning:

(1) 0-155 Undersøkelse av forurensningen i Hunnselva. Oslo 1961.

(2) 0-346 Undersøkelse av Furnesfjorden som drikkevannskilde for Brumunddal vannverk. Utført i tidsrommet nov. 1961 - sept. 1962. Oslo 1962.

(3) 0-213 Forurensning av Akersvika. Oslo 1963.

(4) 0-127/64 Undersøkelse av vannprøver fra Lågen og Mesna. Oslo 1966.

(5) 0-16/66 En undersøkelse av drikkevannsforsyningen til Toftes Gave, Helgøya. Oslo 1966.

(6) Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene. Utredning for Østlandskomiteen 1967. Rapport I. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 3. Mjøsa, Hurdalssjøen, Øyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjø. (2 bind). Oslo 1967.

- (7) Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene.
Utredning for Østlandskomiteen 1967. Rapport I.
Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 2.
Gudbrandsdalslågen.
Oslo 1967.
- (8) 0-63/65 Hydrobiologiske undersøkelser i Moelva.
Oslo 1968.
- (9) 0-9/66 Hydrobiologiske undersøkelser i Brumunda.
Oslo 1968.
-)10) 0-44/67 Bakteriologiske analyser av vann fra Furnesfjorden,
Ringsaker.
Oslo 1968.