

# Tilstandsvurdering av Steinsdalsvassdraget i Kvam

Atle Kambestad og  
Geir Helge Johnsen



Rådgivende Biologer AS

---

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

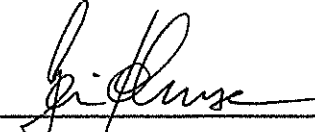
Nr. 18 • September 1989



RAPPORTENS TITTEL

TILSTANDSVURDERING AV STEINSDALSVASSDRAGET I KVAM

FOR RÅDGIVENDE BIOLOGER

  
GEIR HELGE JOHNSEN

FORFATTER

  
ATLE KAMBESTAD

OPPDRAGSGIVER

FYLKESMANNEN I HORDALAND, VED MILJØVERNAVDELINGA  
WALCKENDORFFSGATEN 6, 5012 BERGEN.

OPPDRAGET GITT

9. JUNI 1989

ARBEIDET UTFØRT

JUNI-SEPT. 1989

RAPPORT DATO

30. SEPT. 1989

RAPPORT-SAMMENDRAG

1. EUTROFIERING OG BAKTERIOLOGISK BELASTNING BLE UNDER-SØKT I STEINSDALSVASSDRAGET SOMMEREN 1989.
2. PÅ KVAMSKOGEN ER VASSDRAGET NÆRINGSFATTIG TIL MODERAT BELASTET. STEINSDALSELVEN ER OGSÅ MODERAT BELASTET. MOVATN ER SALTVANNSPÅVIRKET OG HAR RÅTTENT BUNNVANN.
3. HELE VASSDRAGET ER MODERAT BAKTERIELT BELASTET.
4. VASSDRAGET ER I SIN HELHET UEGNET TIL DRIKKEVANN, MEN DET KAN BENYTTES TIL BADING.

EMNEORD

FERSKVANN  
PLANTENÆRINGSSALT- OG  
BAKTERIELL BELASTNING

SUBJECT ITEMS

FRESHWATER  
PLANT NUTRIENT LOADING  
BACTERIAL LOADING

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS. / INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

ADRESSE : LADEGARDSGATEN 9, N-5035 SANDVIKEN

TELEFON : 05 - 31 02 78

TELEFAX : 05 - 31 62 75

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavdelinga, gjennomført denne undersøkelse av forurensingsgrad i Steinsdalsvassdraget i Kvam kommune. Det var bevilget til to og et halvt ukesverk, samt ca 15 000kr til vannanalyser etc.

Undersøkelsen er utført i perioden juni - august 1989. Konklusjonene bygger i hovedsak på målinger foretatt under to feltundersøkelser, 22. juni og 28. august, samt innsamlete opplysninger om vassdraget. Kjemiske og bakteriologiske analyser av vannprøver er utført ved Hordaland Fylkeslaboratorium og Kvam, Jondal, Fusa og Samnanger Kjøtt- og Næringsmiddelkontroll.

Hovedvekten av innsatsen i undersøkelsen er lagt på områdene med bosetning; Kvamskogen og Steinsdalen. Av forurensingstyper er det lagt mest vekt på eutrofiering, dvs. tilførsel av algenæringsstoffer til vassdraget, samt de enkelte områders evne til å takle denne belastningen. Videre er det lagt noe vekt på å kartlegge den bakteriologiske belastning med tanke på vurdering av de enkelte områders egnethet som drikkevannskilder og badevann. Surhetsgrad er i denne omgang kun flyktig undersøkt, og tungmetallanalyser er helt utelatt.

Rådgivende Biologer AS vil få takke Miljøvernavdelinga for oppdraget. Vi vil også få takke Kvamskogen Aktiv og Kvam kommune, teknisk etat for lån av båter under undersøkelsene, samt sistnevnte for kart og annet opplysningsmaterieil vedrørende vassdraget.

## INNHold

	side
FORORD.....	3
INNHold.....	4
SAMMENDRAG.....	5
GEOGRAFI OG HYDROGRAFI.....	6
FAUNA.....	11
NÆRINGSALTER.....	13
OKSYGENFORHOLD.....	15
TEMPERATUR OG SALTHOLDIGHET..	18
SURHETSGRAD.....	20
KLARHET.....	22
BAKTERIOLOGI.....	23
VURDERING.....	25
REFERANSER.....	28

## SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer AS har gjennomført en tilstandsvurdering av Steinsdalsvassdraget i løpet av sommeren 1989. Det har vært lagt vekt på eutrofigrad og bakteriologisk belastning, og en har konsentrert seg om områdene fra Kvamskogen og ned til sjøen.

Steinsdalsvassdraget har et nedslagsfelt på 91km<sup>2</sup>, og hovedvassdraget inneholder to innsjøer: Longvotni på Kvamskogen og Movatn i Norheimsund. Longvotni ligger 357 moh., er 32 meter dypt, har et areal på 0.34 km<sup>2</sup> og volum på 3.55 millioner m<sup>3</sup>. Movatn ligger i høyde med havet, er 33 meter dypt, har et areal på 0.42 km<sup>2</sup> og volum på 5.1 millioner m<sup>3</sup>.

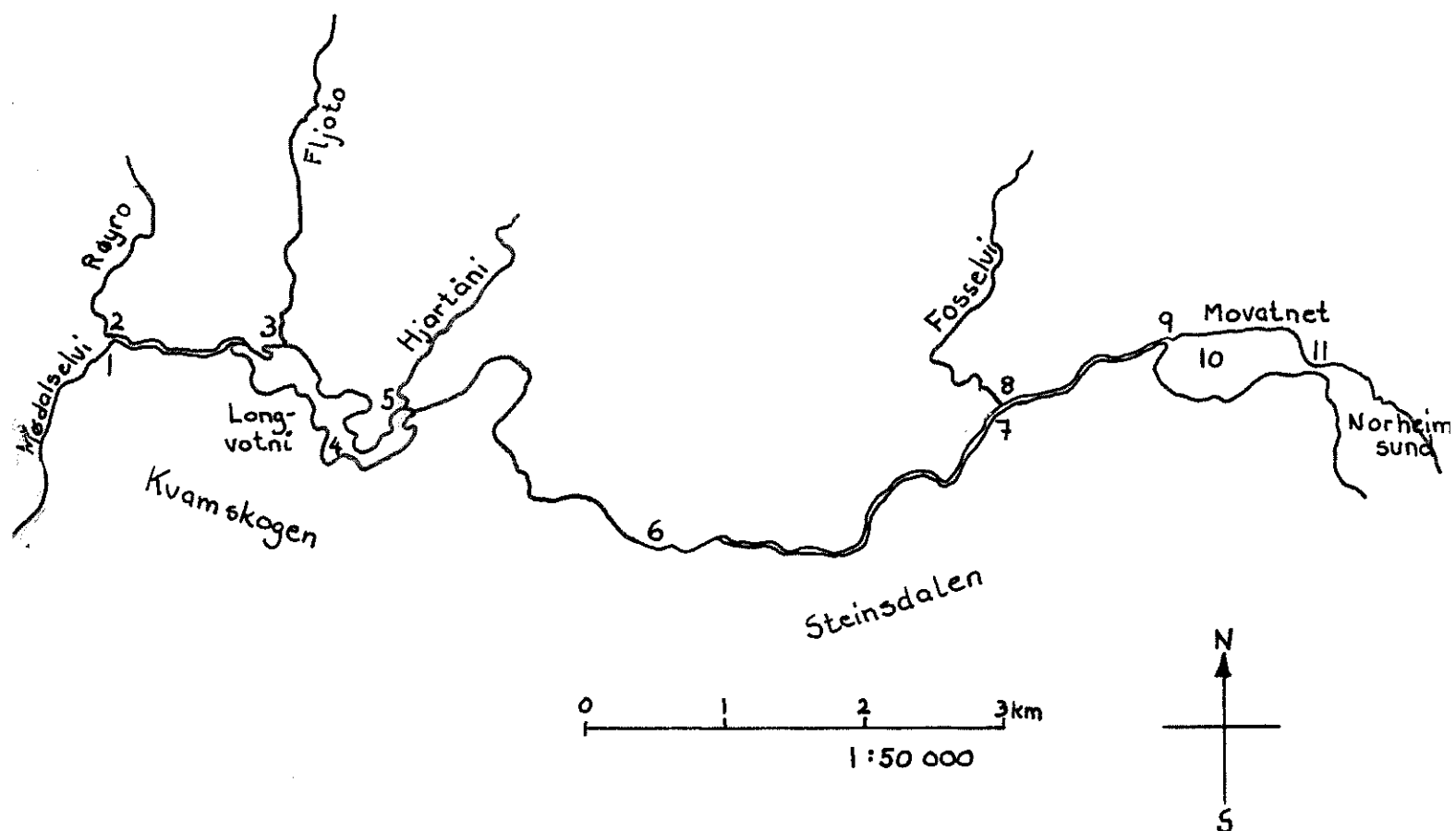
Områdene rundt Longvotni på Kvamskogen har store hyttekonsentrasjoner (ca. 1200), mens Steinsdalen har en blanding av jordbruk (47 gårdsbruk med tilsammen 2792 dekar dyrket mark) og bebyggelse (550 fastboende). Områdene rundt Movatn har større eneboligkonsentrasjoner, men her er det, i motsetning til ved resten av vassdraget, kloakkanlegg med utløp til sjøen.

De øvre deler av Steinsdalsvassdraget, dvs. områdene på Kvamskogen, er næringsfattige eller moderat næringsbelastede og har jevnt god vannkvalitet. Det er en tendens til noe høyere næringsrikhet i de nedre deler av vassdraget, men også her befinner konsentrasjonene av algenæringsstoffer seg i nedre deler av NIVA sitt klassifiseringssystem for vannkvalitet. Movatn har et skiktningsystem som gjør det spesielt ømfintlig for organisk belastning, og har vanligvis helt råttent vann under 5 - 10 meters dyp.

Vassdraget er noe bakteriologisk belastet, slik at ingen deler av hovedvassdraget fra Kvamskogen til Norheimsund kan nyttes til drikkevann. Målingene som ble gjort under undersøkelsen tyder imidlertid på at hele vassdraget har brukbart badevann.

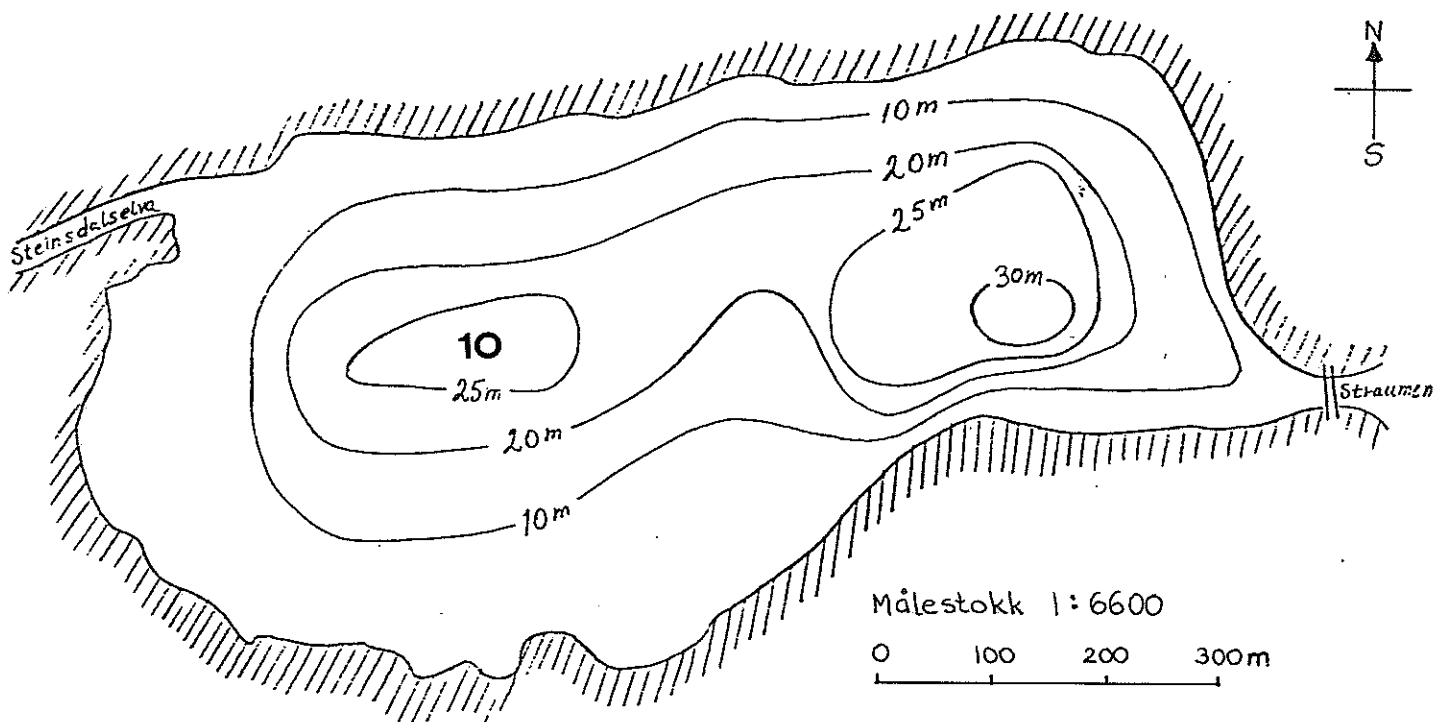
## GEOGRAFI OG HYDROGRAFI

Steinsdalsvassdraget ligger i sin helhet i Kvam kommune i Hordaland, og er ca 20 km langt. Det strekker seg fra fjellområdene rundt den østlige del av Kvamskogen og ned til Norheimsund ved Hardangerfjorden (figur 1). Nedslagsfeltet er på 91 km<sup>2</sup>, hvorav 45 km<sup>2</sup> drenerer til selve Kvamskogområdet. Etersom gjennomsnittlig årsnedbør for området er 2755 mm, blir middelvannføringen nederst i vassdraget mellom 7 og 8 m<sup>3</sup>/s. Evapotranspirasjonen i nedslagsfeltet er da antatt å være forholdsvis liten.



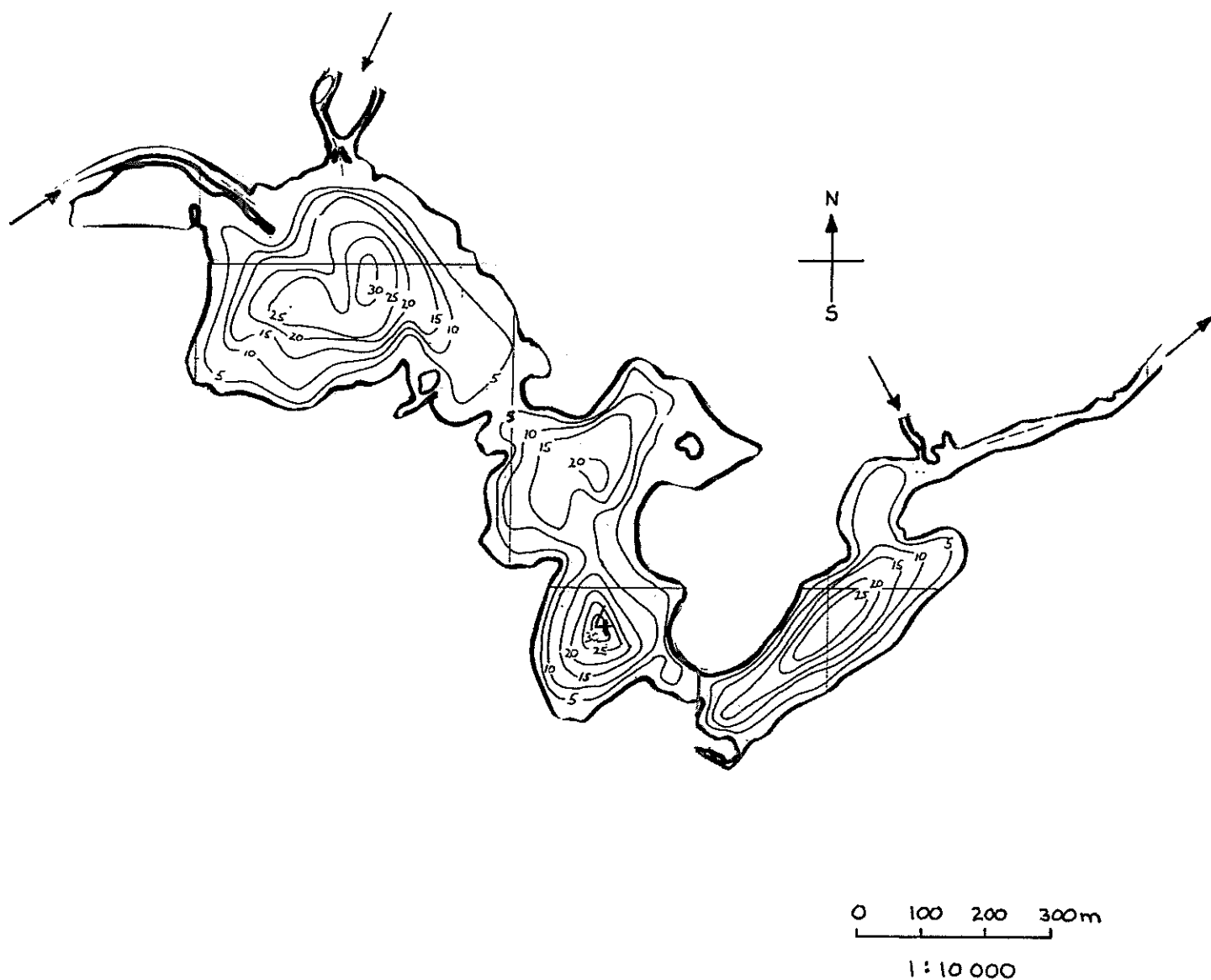
Figur 1. Kart over hoveddelene i Steinsdalsvassdraget. Tallene markerer posisjonene til målestasjonene som ble benyttet under undersøkelsen (tabell 3).

I hovedvassdraget er det to vatn; Longvotni på Kvamskogen og Movatn i Norheimsund. Sistnevnte befinner seg i en mellomstilling mellom innsjø og poll/fjordarm ettersom den er sterkt saltvannspåvirket. Den har et maksimum dyp på 33 meter (Thomsen 1975), et areal på 0.42 km<sup>2</sup> og volum på 5.1 millioner kubikkmeter (figur 2).



Figur 2. Dybdekart over Movatn. Kartet er tegnet ved Framnes Folkehøgskule (Thomsen 1975). I tillegg er posisjonen for prøvestasjon 10 påført.

Longvotni ligger 357 meter over havet, og har et areal på 0.34 km<sup>2</sup>. Vatnet består av tre forholdsvis avsnørte basseng med grunne terskler i mellom. Største dyp finnes i midterste og øverste basseng med 32 meter (figur 3). Det totale volum er 3.55 millioner m<sup>3</sup>, og dette tilsier at det er gjennomsnittlig 2.9 vannutskiftninger i måneden.



Figur 3. Dybdekart over Longvotni. Kartet er tegnet etter ekkoloddregistreringer foretatt 22. juni 1989. I tillegg er posisjonen for prøvetakingsstasjon nr. 4 påført.



Det renner en rekke småelver og bekker ut i Longvotni på Kvamskogen, slik at dette vatnet mottar omlag halvparten av den totale tilrenningen til vassdraget. De viktigste av disse er oppstilt i tabell 1.

Tabell 1. Nedslagsfeltets størrelse og gjennomsnittlig avrenning for de største tilførselsbekkene til Longvotni på Kvamskogen.

	NEDSLAGSFELT	GJENNOMSNI TTLIG AVRENNING
Kvennelvi/Fljoto	18km <sup>2</sup>	1.5m <sup>3</sup> /s
Røyro	7km <sup>2</sup>	0.6m <sup>3</sup> /s
Mødalselvi	6km <sup>2</sup>	0.5m <sup>3</sup> /s
Hjartåni	3.5km <sup>2</sup>	0.3m <sup>3</sup> /s

Nedslagsfeltet til Longvotni ligger hovedsaklig i mellom 400 og 1 000 meters høyde over havet. Det inneholder forholdsvis få vatn, slik at tilførselsbekkene kan karakteriseres som typiske flomelver.

Fra Longvotni renner hovedelven ned det bratte Tokagjelet til Steinsdalen. Herfra er den sakterennende til Movatnet, som utgjør enden på vassdraget. Nedenfor Kvamskogen kommer den viktigste sidetilførselen fra Allkleivselvi/Fosselvi via Steinsdalsfossen. Denne har et nedslagsfelt på 18km<sup>2</sup> som gir en gjennomsnittlig årlig avrenning på 50 millioner m<sup>3</sup> vann. Denne delen av vassdraget har imidlertid en liten regulering ved Forsete, hvor det taes ut drikkevann til 5 000 personer.

I tillegg blir noe av overløpsvannet fra dette anlegget overført til Vikvassdraget, slik at det her blir tatt vekk samlet ca. 1 mill. m<sup>3</sup>. For hele året under ett er dette et ubetydelig inngrep, men under lengre tørkeperioder vil selv en slik liten regulering være merkbar på vannføringen. Denne elven har et nedslagsfelt som nesten i sin helhet ligger på rundt 1 000 meter over havet. Vannstandsendingene er her buffret av flere store fjellvatn, med Myklavatnet som det desidert største.

På Kvamskogen er det lite fast bosetning eller jordbruk, men til gjengjeld svært mange fritidsboliger i form av hytter og kampingvogner. Det antas å være omlag 1500 vanlige hytter, og i tillegg kommer en del større utleieplasser som Ungdomsheimen, Kvamskogen Aktiv osv. I tillegg til dette er Kvamskogen et mye brukt utfartsted for dagsturer med 25-30 000 besøkende i godværshelger. Omlag 3/4 av belastningen fra alle disse aktivitetene anslås å dreneres til Steinsdalsvassdraget. Kun få av de større hyttene og kampingplassene har registrerte og godkjente avløp og/eller oppsamlingstanker fra sanitær-anlegg.

Steinsdalen er et utpreget jordbruksområde, men har også noe eneboligbebyggelse. Det er 47 gårdsbruk med til sammen 2792 dekar dyrket mark og husholdningskloakk fra omlag 550 fastboende personer som drenerer til vassdraget. Områdene rundt Movatn bærer i noe større grad preg av tettsted. Her er kloakktilførselen avsnørt og videreført til fjorden.

## FAUNA

Det ble ikke gjort forsøk på å kartlegge fiskebestandene i vassdraget i denne undersøkelsen. Det er imidlertid kjent at det er en stor bestand av forholdsvis småfallen ørret i Longvotni og tilførselsbekkene. I tillegg opplyser fiskerikonsulenten i Hordaland at det kan være stingsild her ettersom de skal ha vært satt ut i et av vannene som drenerer ned hit.

Vanlig ferskvannsrørret forekommer også i elven hele veien ned l'okagjelet og til fjorden. De nederste 4-5 km av elven er dessuten lakse- og sjørørretførende. Elven blir kultivert for å bedre fisket, og etter 1970 har det i følge de offisielle tall fra Statistisk Sentralbyrå vært landet gjennomsnittlig 268 kg sjøvandrende fisk pr. år i elven og Movatn tilsammen. Dette fordeler seg med 187 kg. laks og 81 kg sjørørret. Gjennomsnittlig størrelse for laksen har i samme periode vært 3.9 kg og for sjørørreten 1.9 kg, men det har vært tatt en del usedvanlig store sjørørreter i elven, helt opp mot Norgesrekorden. Det er grunn for å tro at de faktiske fangsttall for elven ligger et godt stykke over de offisielle.

Foruten de nevnte fiskearter er det sannsynlig at ål, stingsild og skrubbflyndre finnes i Movatn og de nedre deler av Steinsdalselven.

Dyreplanktonsammensetningen i Longvotni og Movatn ble undersøkt ved hjelp av hovtrekk under begge feltdagene. I Longvotni var det en variert sammensetning av middels til små arter av krepsdyrplankton (tabell 2), men det var totalt sett en forholdsvis tynn bestand. I Movatn var det kun tynne bestander av ytterst få arter av dyreplankton. Dominerende typer var calanoide hoppekrepser og den saltvannstålende vannloppen *Evadne spp.*

Tabell 2. Typer av dyreplankton funnet i to vertikale hovtrekk fra stasjon 4 (tabell 3 og figur 3) i Longvotni på Kvamskogen I 1989. Forekomst er kun grovt antydnet.

ART / TYPE	22. JUNI	28. AUGUST
HOPPEKREPS		
<i>EUDIPTOMUS GRACILIS</i>	sjelden	vanlig
<i>Cyclops sp.</i>	vanlig	dominerende
nauplier	vanlig	sjelden
VANNLOPPER		
<i>Bosmina longispina</i>	dominerende	vanlig
<i>Holopedium gibberum</i>	dominerende	fraværende
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	sjelden	fraværende
<i>Daphnia sp.</i>	sjelden	fraværende
<i>Polyphemus pediculus</i>	sjelden	fraværende
Chydoridae	fraværende	sjelden
VANNMIDD	fraværende	sjelden

Så vidt vi har kunnet bringe på det rene har det ikke vært utført bunndyrundersøkelser i vassdraget.

## NÆRINGSSALTER

Algevekst i ferskvann er oftest begrenset av mangel på næringsstoffer, og da i særlig grad fosfat. Da husholdningskloakk og jordbruksavrenning inneholder mye av fosfor- og nitrogenholdige forbindelser som kan omgjøres til algenæringsstoffer i naturen, var det av interesse å få kartlagt forekomst og tilførsel av disse stoffene til vassdraget.

For å få et begrep om den relative betydningen de forskjellige rekreasjons-, beboelses- og jordbruksområder har på den totale tilførselen, ble det tatt vannprøver for analyse fra en rekke knutepunkter i vassdraget (tabell 3 og figur 1 ). I Movatn og Longvotni ble det tatt prøver på forskjellige dyp.

Tabell 3. Stedsangivelse for prøvetakingsstasjoner i Steinsdalsvassdraget under undersøkelsen. Stasjonene er også merket av i figur 1 og delvis i figur 2 og 3.

STASJON	POSISJON
1	Mødalselvi, rett før den møter Røyro
2	Røyro, rett før den møter Mødalselvi
3	Fljoto, rett før den renner inn i Longvotni
4	Longvotni, ved dypeste punkt i midterste basseng
5	Hjartåni, rett før den renner inn i Longvotni
6	Ved Neteland nedenfor Tokagjelet
7	Steinsdalselven, rett før den møter Fosselvi
8	Fosselvi, rett nedenfor Steinsdalsfossen
9	Steinsdalselvi, rett før den renner inn i Movatn
10	Movatn, ved dypeste punkt i øverste basseng
11	Under broen mellom Movatn og sjøen

Det ble registrert relativt lave konsentrasjoner av de viktigste algenæringsstoffene i alle vannprøvene som ble tatt nær overflaten i vassdraget ved begge de to datoene (tabell 4). Fosforinnholdet varierte i disse prøvene mellom 3 og 14  $\mu\text{gP/l}$ , og nitrogeninnholdet mellom 70 og 488  $\mu\text{gN/l}$ . I følge NIVA sitt klassifiseringssystem for vannkvalitet tyder dette på at vassdraget er næringsfattig til moderat belastet med algenæringsstoffer (klasse 1-2 av 4 hvor 1 er beste vannkvalitet). Det var stort sett liten variasjon mellom

målepunktene i overflaten. Unntakene er at det 28. august er en klart høyere konsentrasjon av begge næringsstoffer i Steinsdalselven enn hva som ble målt fra Neteland og oppover. Det innstrømmende brakkvann ved flo sjø var rikere på de aktuelle stoffene enn hva det innstrømmende ellevannet til Movatn var ved begge anledninger.

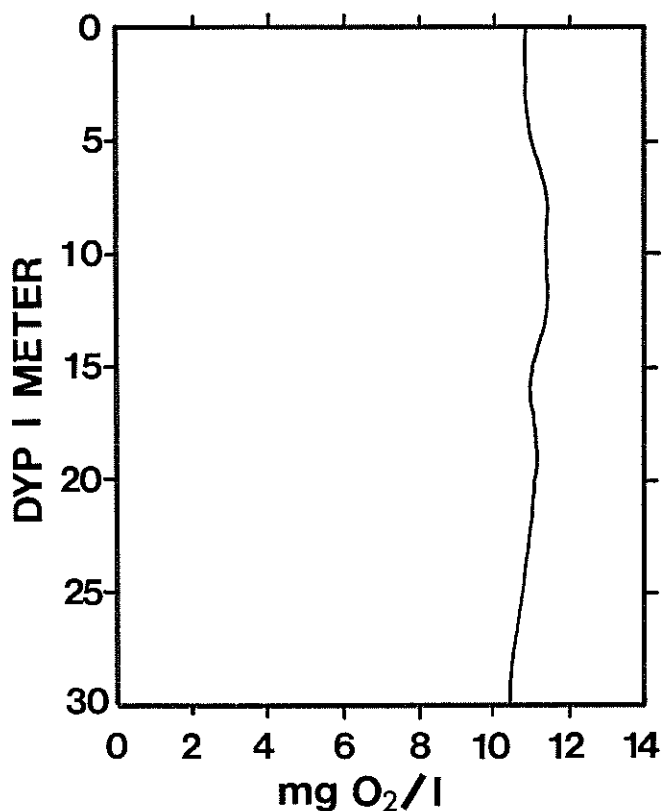
I Longvotni var det ikke anrikning av algenæringsstoffer i bunnvannet, hverken i forhold til årstid eller overflatevannet. I Movatn derimot, var det en sterk økning av disse stoffene nedover i dypet.

Tabell 4. Innhold av total fosfor og nitrogen (i  $\mu\text{P}$  og  $\mu\text{N}$  pr. liter) i vannet fra 11 stasjoner (figur 1 og tabell 3) i Steinsdalsvassdraget ved to tidspunkt i 1989. I Movatn og Longvotni er det tatt prøver ved flere dyp. Vannprøvene er analysert ved Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

STASJON/DYP	FOSFORINNHOOLD		NITROGENINNHOOLD	
	22. juni	28. aug.	22. juni	28. aug.
1	7	5	70	150
2	9	4	128	225
3	5	3	130	168
4 / 1m	7	7	265	218
4 / 11m	6	7	220	255
4 / 22m	7	4	205	233
5	12	2	100	150
6	3	6	150	225
7	7	14	210	488
8	5	4	225	173
9	7	13	195	450
10 / 1m	14	6	420	245
10 / 7m	17	13	300	260
10 / 15m	47	64	840	1470
10 / 20m	145	-	1935	-
11	14	19	190	330

## OKSYGENFORHOLD

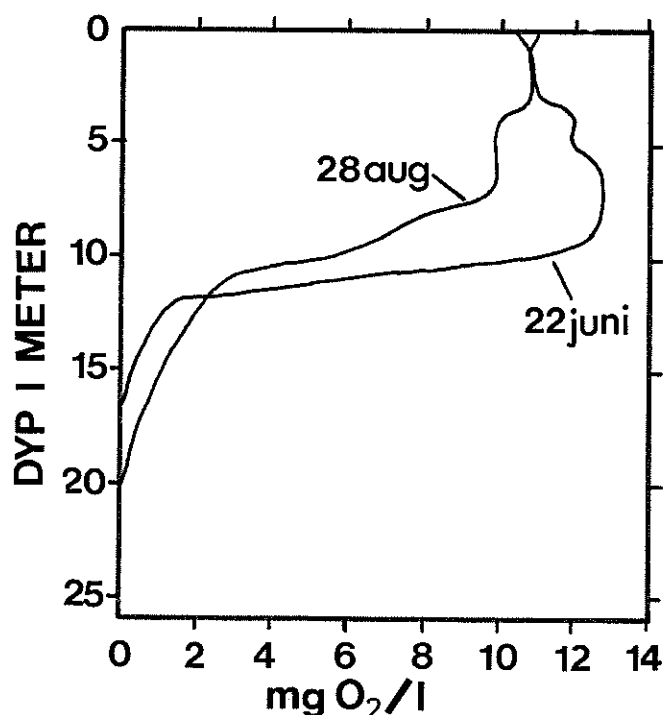
Oksygeninnholdet i bunnvann i innsjøer reduseres vanligvis utover sommeren og fram mot høstomrøringen. Omfanget av oksygenvinn gir en pekepinn på organisk- og næringsbelastning. I særlig belastede systemer er det vanlig at oksygenet blir brukt helt opp i bunnvannet, og at det bygger seg opp et lag med råttent, hydrogensulfidholdig ( $H_2S$ ) vann fra bunnen av. Oksygeninnholdet i Longvotni ble derfor målt ved dypeste punkt i midterste basseng (figur 3 og tabell 3) 28. august 1989. Det ble ikke registrert nevneverdig oksygenvinn noe sted i vannsøylen (figur 4). Det var følgelig heller ikke spor av hydrogensulfid i bunnvannet.



Figur 4. Oksygenkonsentrasjonsprofil ved dypeste punkt i midterste basseng av Longvotni 28. august 1989.

Movatn er sterkt saltvannspåvirket, og dette medfører at vatnet antagelig har en stabil tetthetsskiktning gjennom hele året med tungt brakkvann/sjøvann på bunnen og ferskvann i overflaten. Slike systemer er svært ømfintlige for organisk belastning ettersom vannsøylen sjelden røres helt om. I et vanlig ferskvann tilføres bunnvannet nytt oksygen under vår- og høstomrøringene når temperaturen, og dermed tettheten av bunnvann og overflatevann er lik. Saltvannspåvirkete innsjøer har ofte lengre perioder med råttent, oksygenfritt bunnvann som lukter av hydrogensulfid (som råtne egg). Graden av forråtnelse er avhengig av den organiske belastning og utskiftingsrate for det salte bunnvannet.

På grunn av Movatns spesielle karakter ble det her målt vertikal oksygenprofil ved stasjon 10 (figur 2 og tabell 3) både ved feltundersøkelsene i juni og august. Ved begge anledninger ble det registrert et skille ved ca 10 meters dyp hvor oksygeninnholdet var høyt i vannlaget over og sank raskt mot 0 nedover i søylen (figur 5). Hydrogensulfid ble registrert i økende grad fra 12 - 13 meters dyp og nedover.



Figur 5. Vertikal oksygeninnholdsprofil ved dypeste punkt i midterste dypbasseng i Movatn (figur 2) ved to anledninger i 1989. a: 22. juni og b: 28. august.

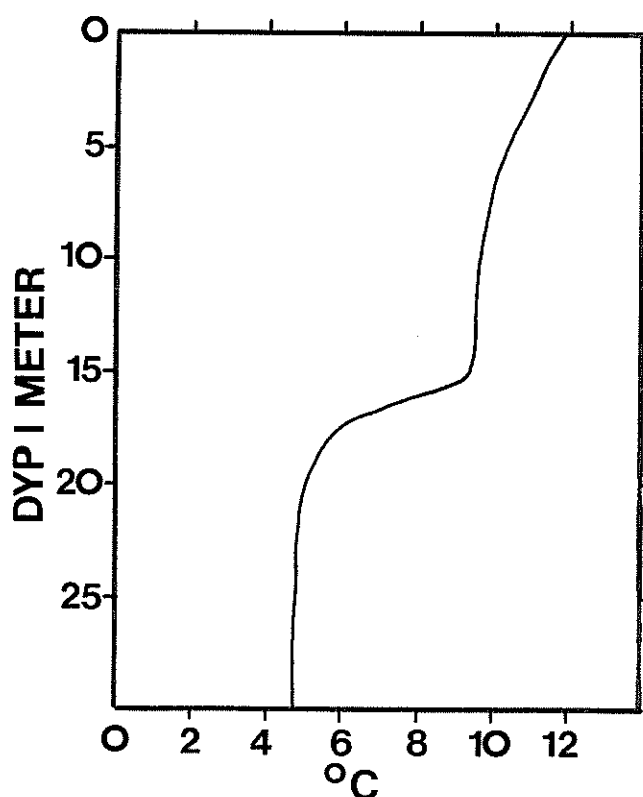


Ved en undersøkelse utført ved Framnes Folkehøgskule i perioden fra august 1974 til august 1975 (Thomsen 1975), samt ved oppfølgende målinger ved fire anledninger i perioden 3. november 1976 - 8. februar 1978 ble det registrert at grensen for oksygensvinn varierte noe, men lå vanligvis mellom 10 og 15 meter. Ved en anledning (19. januar 1977) ble det registrert oksygenholdig vann i hele vannsøylen, selv om konsentrasjonene var jevnt lave.

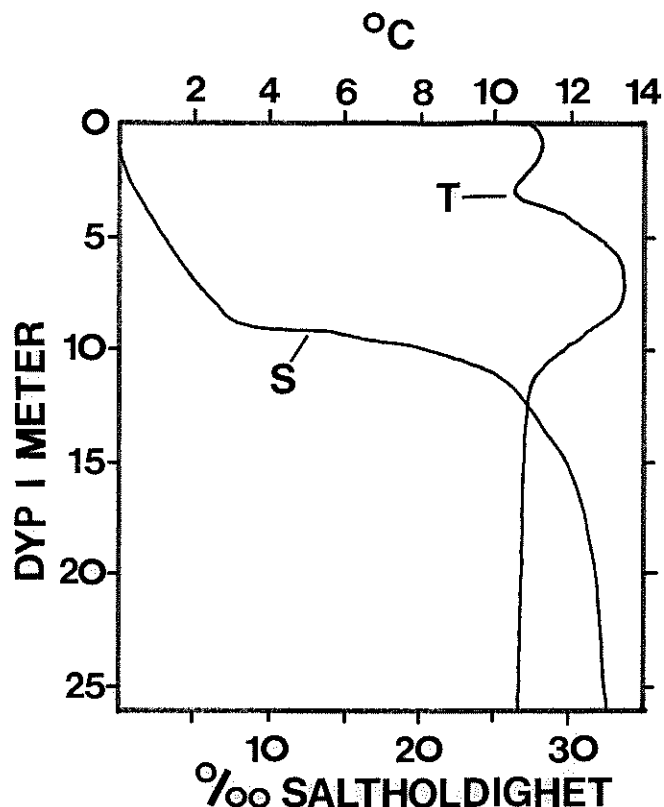
## TEMPERATUR OG SALTHOLDIGHET

Tetthetsskiktninger har betydning for utskiftning av vannmassene og forråtnelsesprosesser i bunnvannet. Både temperatur- og saltholdighetsforskjeller kan være delaktige i å skape tetthetsskiktninger i vannmagasiner. Men i motsetning til temperaturforskjellene som vanligvis utjevnes hver høst, gir ofte saltholdighetsforskjeller permanente tetthetsskiktninger som forårsaker stagnant, råttent bunnvann.

For å gi et bilde av skiktningene i Longvotni og Movatn, ble temperaturen målt i vertikale profiler 28. august. I tillegg ble saltholdigheten i Movatn målt tilsvarende. I Longvotni var det en temperaturgenerert tetthetsskiktning ved 16 - 17 meters dyp på det aktuelle tidspunkt (figur 6). I Movatn var det saltholdighetsforskjellene som var dominerende. Dette ga en tetthetsskiktning ved 9 - 10 meters dyp. Bunnvannet var nærmest for sjøvann å regne (figur 7).



Figur 6. Vertikal temperaturprofil i Longvotni ved stasjon 4 (figur 3) 28. august 1989.



Figur 7. Vertikal temperatur- (T) og saltholdighetsprofil (S) ved målestasjon 10 (figur 2) i Movatn 28. august 1989.

Målingene som ble utført i perioden 1974 - 78 ved de nevnte undersøkelsene i regi av Framnes Folkehøgskule, tyder på at dybden for tetthetsskiktningene i Movatn varierer fra 1 - 10 meters dyp. Ved en anledning, 19. januar 1977, ble det ikke registrert tetthetsskiktning i Movatn. Da var saltholdigheten jevnt høy i hele vannsøylen.

Ledningsevnen i overflatevannet fra resten av stasjonene i vassdraget ble målt 28. august 1989. En fikk som ventet svært lave verdier alle steder, med noe høyere ledningsevne i Steinsdalselven enn i de høyereliggende områder (tabell 5).

Tabell 5. Ledningsevnen (i  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) i vann fra 9 stasjoner (figur 1 og tabell 3) i Steinsdalsvassdraget 28.8 1989. Målingene er utført ved Kvam, Jondal, Fusa og Samnanger Kjøtt- og Næringsmiddelkontroll.

STASJON	1	2	3	4	5	6	7	8	9
LEDNINGSEVNE	14	18	10	13	15	17	34	11	31

## SURHETSGRAD

Et vassdrag vil alltid ha varierende surhetsgrad (pH-verdi) gjennom året etter graden av snøsmelting, nedbør og hvor nedbøren stammer fra. Et par målinger av pH gjennom året vil derfor ikke gi svar på hvor surt vannet kan være under gitte forhold. Og det er nettop verdiene i den sureste perioden som er avgjørende for f.eks. fisken.

En slik undersøkelse som denne, hvor det kun er lagt inn to feltundersøkelser, vil derfor ikke være egnet til å gi en vurdering av et vassdrags surhetsgrad. Dette kan kun skaffes ved hyppige eller kontinuerlige pH-målinger, eller ved bunndyrundersøkelser, der artssammensetningen vil gjenspeile langtidseffektene. Begge metoder er forholdsvis ressurskrevende, så i denne omgang er det kun foretatt en stikkprøve ved de forskjellige stasjonene 28. august.

Den aktuelle datoen var det, sett fra fiskens synspunkt, forholdsvis akseptable pH-verdier i hele vassdraget, varierende mellom de forskjellige stasjonene fra 6.1 til 6.6 (tabell 6). Høyere verdier var det som ventet i det innstrømmende flovannet til Movatn (7.6). En finner sjelden lave pH-verdier i sjøvann.

Det var en tendens til høyere pH-verdier i de lavereliggende stasjonene (6.4 - 6.6) enn de høyere (inkl. Steinsdalsfossen) (6.1 - 6.3). Et unntak her er Mødalselvi på Kvamskogen som hadde noe høyere pH enn de andre tilløpselvene (6.5).

Tabell 6. pH-verdier målt i overflaten på 11 stasjoner (tabell 3 og figur 1) i Steinsdalsvassdraget 28.8. 1989. Analysene er utført av Kvam, Jondal, Fusa og Samnanger Kjøtt- og Næringsmiddelkontroll.

STASJON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
pH-VERDI	6.5	6.3	6.2	6.1	6.2	6.6	6.4	6.3	6.6	6.6	7.6

Eventuelle høyere pH-måleverdier i stillestående vann enn i tilførselselvene kan være en indikasjon på høy algevekst. Dette var imidlertid ikke tilfelle hverken i Longvotni eller i Movatn den aktuelle dagen.

Under den nevnte undersøkelsen foretatt ved Framnes Folkehøgskule i perioden fra august 1974 til august 1975 var det registrert noe lavere pH-målinger i overflatevannet av Movatn enn det som ble funnet i år. Da lå verdiene stort sett mellom 6.0 og 6.1, bortsett fra 24. april 1975 da det ble registrert helt ned i pH 5.4 (Thomsen 1975). Senere målinger samme sted 3. november 1976, 19. januar 1977 og 8. februar 1978 viste pH-verdier på henholdsvis 7.1, 6.8 og 5.5.

## KLARHET

Vanns turbiditet (uklarhet) er et mål på hvor lite gjennomskinnelig en væske er. Høy turbiditet kan skyldes for eksempel grums fra flomvann, brevann, leire, humusstoffer eller plante- og dyreplankton. En høy algebiomasse vil altså gi høye turbiditetsverdier.

Siktedyp er et tilsvarende, men enklere mål på hvor gjennomiktig vannet er. Dette måles med en Secchi-skive (en hvit, rund plate med diameter 22 cm) som senkes ned i vannet for å måle hvor dypt den er synlig. I ferskvann med moderat til liten utskiftning er det vanligvis kun humusstoffer og plankton som bestemmer siktedypet.

Turbiditeten ble målt 28. august ved alle 11 målestasjoner. Resultatene viste lav turbiditet og forholdsvis små variasjoner mellom stasjonene, men med en tendens til noe mer uklart vann i og ved Movatn og i Longvotni (tabell 7).

Tabell 7. Turbiditeten (i NTU) i overflatevannet fra 11 stasjoner (figur 1 og tabell 3) i Steinsdalsvassdraget 28. august 1989. Analysene er utført ved Kvam, Jondal, Fusa og Samnanger Kjøt- og Næringsmiddelkontroll.

STASJON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TURBIDITET	.06	.07	.08	.14	.07	.11	.06	.09	.15	.10	.15

Siktedypet ble målt i Longvotni og Movatn under begge feltundersøkelsene. De to innsjøene hadde liten innbyrdes variasjon i siktedyp, og verdiene var forholdsvis høye ved begge anledninger (tabell 8). Dette tilsier klart vann og moderat mengde plankton.

Tabell 8. Siktedyp i de to nederste vannene i Steinsdalsvassdraget ved to tidspunkt sommeren 1989.

DATO	22. JUNI	28. AUG.
MOVATN	8.0m	5.0m
LONGVOTNI	7.4m	5.1m

## BAKTERIOLOGI

Vannets innhold av bakterier gjenspeiler i stor grad påvirkningen fra bosetning og jordbruk. Dette gjelder særlig tarmbakterier som *E. coli* og andre koliforme arter. Konsentrasjonene av de forskjellige bakterietyper legges til grunn ved vurdering av drikke- og badevannskvaliteter. For drikkevann gjelder kvalitetsnormer fastsatt av Statens Institutt for Folkehelse (Ormerod 1987).

For badevann er det ikke utarbeidet egne regler for akseptable bakteriegrenser, men grensene forslått i NIVA sitt "Vurderingssystem for vannkvalitet i innsjøer og elver" (Rensvik m.fl. 1983) taes i økende grad i bruk. Disse er noe mer lempelige mht. bakterietall enn hva som ofte har vært praktisert tidligere.

Konsentrasjonene av bakterier i vannet kan variere mye, avhengig bl.a. av menneskelig aktivitet. Det ble i denne omgang valgt å ta vannprøver for bakterieanalyse på en mandag for å få med mest mulig av virkningene fra helgens hytteaktiviteter på Kvamskogen. Prøver ble tatt på alle 11 stasjoner.

Det var markant høyere konsentrasjon av alle registrerte bakterietyper i Steinsdalen og Movatn enn på Kvamskogen (tabell 9). Høyeste målinger av *E. coli* ble målt i det innoverstrømmende flovann til Movatn fra Norheimsundet.

På Kvamskogen ble det funnet høyest antall koliforme bakterier i Røyro, mens Hjartåni og Mødalselvi var de to av de fire tilløpsbekkene til Longvotni som hadde de laveste bakteriekonsentrasjonene. Overflatevannet i Longvotni gjenspeilte stort sett tilrenningen fra de 4 tilløpsbekkene.

Både Movatn og Longvotni vil ut fra disse målingene kunne klassifiseres som "brukbare" badevann, men det er stor forskjell i kvalitet mellom dem. Longvotni har målinger som ligger helt opp i mot det som karakteriseres som "godt" badevann, mens Movatn er mer tvilsom.

Eneste stasjon hvor det ikke ble registrert *E. coli* var i Steinsdalsfossen, men her var noe for høyt totalt antall koliforme bakterier til at det tilfredstiller normene for drikkevann. Ingen av de andre målestasjonene hadde vann som var i nærheten av å få karakteristikken drikkevann.

Tabell 11. Bakteriemengde i vannprøver tatt i overflaten ved 11 målestasjoner (figur 1 og tabell 3) i Steinsdalsvassdraget 28. august 1989. Kimtall er pr. ml ved dyrking i 20°C i 3 døgn. Antall koliforme bakterier og *E. coli* er pr. 100 ml vann. Prøvene er analysert ved Kvam, Jondal, Fusa og Samnanger Kjøtt- og Næringsmiddelkontroll. I tillegg er målingene vurdert i forhold til Statens Institutt for Folkehelse sine normer for drikkevann (Ormerod 1987) og NIVA sine normer for badevann (Rensvik m.fl. 1983).

STASJON	KIMTALL	KOLIFORME	E. COLI	DRIKKEVANN	BADEVANN
1	120	106	9	ikke tilrådelig	brukbart
2	200	900	60	"	"
3	160	415	15	"	"
4	270	500	38	"	"
5	90	270	2	"	godt
6	90	180	22	"	godt
7	8000	> 1000	218	"	brukbart
8	50	35	0	"	godt
9	1680	> 1000	275	"	brukbart
10	2120	900	180	"	"
11	2760	> 1000	600	"	"



## VURDERING

De øvre deler av Steinsdalsvassdraget, dvs. områdene på Kvamskogen, er næringsfattige eller moderat næringsbelastede og har jevnt god vannkvalitet. Det er en tendens til noe høyere næringsrikhet i de nedre deler av vassdraget, men også her befinner konsentrasjonene av algenæringsstoffer seg i nedre deler av NIVA sitt klassifiseringssystem for vannkvalitet. Movatn har et skiktningsystem som gjør det spesielt ømfintlig for organisk belastning, og har vanligvis helt råttent vann under 5 - 10 meters dyp.

Vassdraget er noe bakteriologisk belastet, slik at ingen deler av hovedvassdraget fra Kvamskogen til Norheimsund kan nyttes til drikkevann. Målingene som er utført tyder imidlertid på at hele vassdraget tilfredstiller kravene til badevann.

### Kvamskogen

De fire første tilførselselvene til Longvotni renner alle gjennom tettbebygde hytteområder. Dette gjenspeiler seg i høye bakterietall og noe mer algenæringsstoffer enn hva en naturlig finner i slike høytliggende vassdrag. Det ble ikke funnet noen vesentlig forskjell mellom dem, men Røyro hadde de høyeste konsentrasjonene både av næringsstoffer og bakterier.

Vannkvaliteten i de øvre lag av Longvotni gjenspeilte i stor grad den fra de største tilrenningselvene. Stort siktedyp, tynn bestand av dyreplankton og gode oksygenforhold i bunnvannet vitnet om liten biologisk produksjon. Dette indikerer at vannet er relativt lite påvirket av menneskelige aktiviteter.

Dyreplanktonsamfunnet i Longvotni antyder en tett bestand av småfallen ørret, da de store artene av f.eks. vannlopper ikke ble funnet. Longvotni ville vært bedre i stand til å takle eventuelle fremtidige økninger i algevekst hvis fiskebestanden hadde blitt redusert noe.

## Steinsdalselven

Det var en tendens til at konsentrasjonene av algenæringsstoffer og bakterier minket noe fra Longvotni til Neteland nedenfor Tokagjelet, for så å øke igjen nedover i Steinsdalen. En kunne også spore en uttynnningseffekt fra Fosselvi, ettersom vannet jevnt over var "renere" i denne elven enn i hovedvassdraget. Denne positive uttynnings-effekten vil antagelig ha mindre betydning ved eventuelle kritiske tørkeperioder, ettersom Fosselvi har en liten regulering.

Vannkvaliteten i Steinsdalselven fremsto under undersøkelsen som akseptabel med tanke på oppvekstområde for fisk, men effekten av punktutslipp i tørkeperioder er ikke undersøkt.

## Movatn

Den stabile tetthetsskiktingen gjør Movatn til et ømfintlig system hvor belastning fra algenæringsalter og tilført organisk materiale skaper råtnende, oksygenfrie forhold med høye konsentrasjoner av hydrogensulfid ( $H_2S$ ) i bunnvannet. I tillegg inneholder dette bunnvannet svært høye konsentrasjoner av algenæringsstoffer som ved indre gjødsling vil kunne forårsake øket algeproduksjon. Dette tilsier at Movatn ikke egner seg som resipient for kloakk og jordbruksavrenning.

Kun i sjeldne tilfeller når overflatevannet i sjøen utenfor har høy saltholdighet, vil det finne sted utskiftning av bunnvannet ved innstrømming av flovann. Dette vil hovedsaklig foregå i vinterhalvåret, når ferskvannstilrenningen til fjorden er på sitt laveste. Effekten av en slik utskiftning av bunnvannet i Movatn ble observert av folk fra Framnes Folkehøgskule 19. januar 1977.

Under uheldige omstendigheter vil vannmassene i Movatn kunne bli snudd rundt så raskt at hydrogensulfidgassen fører til fiskedød og slippes ut og blir til sjenanse for beboerne i området. Dette er et kjent fenomen fra f.eks. Sælenvatnet i Bergen (Børsheim 1979 og Kambestad 1989). Tilrenningen fra Steinsdalselven og den relativt høye innstrømmingen av brakkvann fra fjorden ved flo sjø ser imidlertid ut til vanligvis å forhindre høye konsentrasjoner av hydrogensulfid grunnere enn 15 meters dyp.

Forråtnelsesprosessene som foregår i bunnvannet i Movatn, og som forårsaker oksygenvinn og hydrogensulfidproduksjon, er i stor grad avhengig av tilførselen av algenæringsstoffer og organisk materiale. Målingene i undersøkelsen viste at det er høyere konsentrasjoner av algenæringsstoffer i det innstrømmende flovann enn det er i Steinsdalselven. Den sjeldne utskiftningen av bunnvann i Movatn ville imidlertid sannsynligvis gitt et visst innslag av råttent bunnvann også uten tilførsel fra menneskelige aktiviteter.

Det finnes flere tekniske løsninger på problemet med råttent bunnvann, men disse bør vurderes ut fra de lokale forhold og ikke settes i verk uten at konsekvensene utredes.

## REFERANSER

- Børsheim, K.Y. (1979). Karbonsyklus og svovelsyklus i Sælen-  
vannet.  
Hovedfagsoppgave i generell mikrobiologi. Institutt for  
Mikrobiologi og Plantefysiologi, Univ. i Bg. 170 sider.
- Kambestad, A. (1989). Prøveutpumping av bunnvann fra Sælen-  
vannet.  
Rapport fra Rådgivende Biologer AS. 16 sider.
- Ormerod, K. (1987). Mikrobiologi. I: Wiik J. og Hareide B.  
(red.) Kvalitetsnormer for drikkevann.  
Hefte G2 fra Statens Institutt for Folkehelse. 72 sider.
- Rensvik, H. (red.)(1983). Vurderingssystem for vannkvalitet i  
innsjøer og elver.  
Rapport fra Norsk Institutt for Vannforskning. 75 sider.
- Thomsen, H. (1975). En hydrografisk undersøkelse av fjordarmen  
inn mot Norheimsund og Movatn.  
Rapport fra Framnes Folkehøgskule. 32 sider.