

Overvåking i 1993 av
Moensvatnet,
Voss kommune i Hordaland



Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 99, desember 1993.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Overvåking i 1993 av Moensvatnet, Voss kommune i Hordaland

FORFATTERE:

dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRAGSGIVER:

Voss kommune, ved miljøvernleiar Gunnar Bergo, 5700 Voss.

OPPDRAGET GITT:

Mai 1993

ARBEIDET UTFØRT:

Mai - november 1993

RAPPORT DATO:

2. desember 1993

RAPPORT NR:

99

ANTALL SIDER:

24

ISBN NR:

ISBN 82-7658-014-9

SAMMENDRAG:

Krepsebestanden i Moensvatnet er høyst sannsynlig sterkt redusert. Årsaken til dette er at en eller flere av følgende fire forhold har forringet livsvilkårene for krepsen de siste årene. der de to førstnevnte kan være viktige, mens de to sistnevnte i perioder kan ha gitt lokale effekter:

1) Økt næringsrikhet med påfølgende tilgroing av bunnen på grunnområdene grunnet oppdyrking av tilstøtende arealer der det foretas omfattende gjødselspredning flere ganger årlig. **2)** Kontinuerlig tilførsel av miljøgifter fra avrenning fra den tidligere avfallsfylling ved Almeland. Tilrenningen inneholdt store mengder metaller, men fyllplassen er nå stengt og fyllingen lukket. Virkningen av fyllingen vil nok fremdeles kunne spores i sigevannet, og tilførslene har vært tilstede ihvertfall de siste fem årene. **3)** Episodiske tilførsler av oljeholdig tilrenning fra industriområdet vest for Moensvatnet kan ha vært akutt giftig; særlig dersom det var dieselloje som ble sluppet ut. **4)** Forsuring kan ha gitt marginale forhold for kreps i ekstreme perioder, selv om forsuring generelt ikke synes å være noe problem i Moensvatnet. Videre forvaltning av krepsebestanden og overvåking av tilstanden i Moensvatnet vil være avhengig av hvorvidt det er kreps igjen i innsjøen. Dersom krepsebestanden er gått tapt, kan en vurdere en reetablering ved utsetting, men det er tvilsomt om dette vil være suksessfullt uten iverksetting av omfattende tiltak for vannkvalitetsforbedring.

EMNEORD:

- Ferskvannskreps
- Forvaltning

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75



FORORD

Rådgivende Biologer har på oppdrag fra Voss kommune gjennomført en overvåking av Moensvatnet i Voss. Overvåkingsprogrammet basere seg på den foreliggende "Forvaltningsplan for krepsebestanden i Moensvatnet" (Johnsen 1992).

Forvaltningsplanen foreslo rammer for aktiviteten i Moensvatnet og dets nedslagsfelt slik at krepsebestanden kan ivaretas på en best mulig måte. Som en oppfølging av dette, ble det foreslått et overvåkingsprogram der en følger krepsebestanden og dens livsvilkår over tid for eventuelt å kunne iverksette nødvendige tiltak på et tidligst mulig tidspunkt.

Krepsbestanden i Moensvatnet er spesiell i og med sin beliggenhet langt utenfor det vanlige utbredelsesområdet for ferskvannskreps i Norge, og er således en av få bestander i landet som ligger langt fra smittekilene for krepsepest. Bestanden utgjør dessuten en lokal ressurs.

Moensvatnet og forholdene i nedslagsfeltet er imidlertid ikke tilstrekkelig undersøkt til at en kan iverksette en direkte forvaltning av krepsebestanden. Denne rapporten har derfor hatt som målsetting å foreta en:

- 1) Hydrologisk og morfologisk beskrivelse av Moensvatnet med hensyn på dybdeforhold, volum og vannutskifting.
- 2) Overvåking av Moensvatnets vannkvalitet, basert på grensene gitt i forvaltningsplanen.
- 3) Registrering og evaluering av tilførslene til innsjøene fra nedslagsfeltet.
- 4) Registrering av kreps i innsjøen, særlig med vekt på å fange yngre stadier.

Ved feltarbeidet i Moensvatnet sommeren og høsten 1993 har cand.scient. Atle Kambestad og cand.scient. Annie Bjørklund fra Rådgivende Biologer også deltatt. De vannkjemiske analysene er utført av Næringsmiddeltilsynet på Voss og Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

Rådgivende Biologer vil få takke Anders og Knut Flatlandsmo for verdifulle opplysninger om krepsebestanden og forholdene i Moensvatnet generelt, samt assistanse ved garnsetting og for utlån av båt og husvære under feltarbeidet. Professor Dag Hessen ved Universitetet i Oslo takkes også for generelle kommentarer vedørende kreps og dens levevilkår. Han har tidligere foretatt en genetisk sammenligning av krepsebestanden i Moensvatn med opphavsbestanden i Steinsfjorden.

Rådgivende Biologer takker Voss kommune ved Gunnar Bergo for oppdraget.

Bergen, 2.desember 1993.



INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHOLDSFORTEGNELSE	4
Liste over figurer	4
Liste over tabeller	4
SAMMENDRAG	5
TILSTANDEN I MOENSVATNET	6
Morfologi og hydrologi	6
Tålegrensevurdering mhp. Næringstilførsler	7
Temperatur- og oksygenforhold i 1993	8
Siktedyp i 1993	9
Virkning av tilførsler av næringsstoffer	10
Tilførsler av tarmbakterier	13
Tilførsler via bekkene	13
Tilførsler av miljøgifter og metaller	15
Surhetstilstand i 1993	16
UTVIKLING I KREPSEBESTANDEN	18
Fangstdata	18
Eutrofiering	19
Kontinuerlig tilførsel av miljøgifter	20
Periodiske tilførsler av miljøgifter	20
Forsuring	21
Videre forvaltning	21
KALKINGSOPPLEGG FOR MOENSVATNET	22
HENVISNINGER	23
DATAVEDLEGG	24

LISTE OVER FIGURER

1: Dybdekart over Moensvatnet	6
2: Vollenweider-diagram for Moensvatnet	8
3: Temperaturprofiler i Moensvatnet ved tre tidspunkt i 1993	8
4: Oksygenprofiler i Moensvatnet ved tre tidspunkt i 1993	9
5: Siktedyp i Moensvatnet ved tre tidspunkt i 1993	9
6: Algemengder og algesammensetning i tre prøver fra Moensvatnet i 1993	11
7: Lengdefordeling av ørreter fanget av Voss Gymnas i 1990 og 1992	13
8: Surhet i de tre undersøkte tilførselsbekkene i 1993	14
9: Ledningsevne i de tre undersøkte tilførselsbekkene i 1993	14

LISTE OVER TABELLER

1: Morfologiske data vedrørende dybdeforholdene i Moensvatnet	7
2: Morfologiske og belastningsmessige nøkkeltall for Moensvatnet	7
3: Vannkjemiske målinger fra overflateprøver i 1993	10
4: Vannkjemiske prøver fra fem forskjellige steder i Moensvatn 18.august 1991	10
5: Resultat fra tre prøver av dyreplanktonet i Moensvatnet fra 1993	12
6: Resultater fra badevannsundersøkelse ved badeplassen i Moensvatn sommeren 1993	13
7: Analyseresultat fra vannprøver tatt i de tre undersøkte tilførselsbekkene i 1993	15
8: Innholdet av metaller i en sedimentprøve fra 15 meters dyp i Moensvatnet	15
9: Vannkjemiske målinger fra bekker til/fra Moensvatn 8.oktober 1991	16
10: Analyseresultat for ekstra forsøringsparametre 12.oktober 1993	17
11: Analyseresultatene fra de algeprøvene tatt i Moensvatnet i 1993	24



SAMMENDRAG

Krepsebestanden i Moensvatnet er høyst sannsynlig redusert og kan allerede være forsvunnet. Denne konklusjonen baserer seg både på observasjoner i forbindelse med grunneieres regelmessige garnfiske, årlige observasjoner fram til og med 1991 av Tor Samuelsen ved Akvariet i Bergen og Rådgivende Biologers prøvekrepsing i oktober 1993. Alle observasjonene tyder på at krepsebestanden kan være sterkt desimert i Moensvatnet, men det gjenstår å slå fast hvorvidt bestanden er utdødd eller bare redusert. Dette bør undersøkes ved dykking.

Denne reduksjonen i krepsebestanden har gått over flere år, og den begynnende nedgangen ble først observert av Tor Samuelsen fra Akvariet i Bergen på siste del av 80-tallet. Grunneierne begynte å bli bekymret i 1991, og fangstresultatene fra de to siste årene har vært svært dårlige. Dette utviklingsmønsteret tyder på at det har foregått en gradvis endring i livsbetingelsene for krepsen de siste ti årene, og at det kanskje har vært rekrutteringen til bestanden som først har blitt skadelidende. Det kan likevel ikke utelukkes at episoder av katastrofal karakter kan ha påskyndet prosessen ved at deler av bestanden har blitt slått ut.

Forklaringen på denne reduksjonen i krepsebestanden må søkes i en eller flere av følgende fire forhold, der de to første har medført en gradvis forringelse av miljøet, mens de to siste kan ha hatt betydning for utviklingen i forbindelse med eventuelle katastrofepregete episoder av begrenset karakter :

- 1) Siden midt på 80-tallet er det rapportert om økende tilgroing av grunnområdene og stadig mer strandvegetasjon. Dette skyldes en økende tilførsel av næringsstoff til innsjøen, blant annet grunnet oppdyrking av tilstøtende arealer der det foretas omfattende gjødselsspredning flere ganger årlig.
- 2) Kontinuerlig tilførsel av miljøgifter både fra avrenning fra den tidligere avfallsfylling ved Almeland og fra kanalen som drenerer myrområdene i vest. Tilrenningen fra avfallsfyllingen er vist å ha inneholdt store mengder metaller, men også kanalen i vest har tilført innsjøen store konsentrasjoner med jern. Jern i høye konsentrasjoner kan virke giftig på vannlevende organismer ved at det felles på gjellene og gir kvelning. Den tidligere avrenningen fra myrene antas å ha vært mer moderat ved at den i større grad må ha drenert overflatevann fra områdene. Virkningen av disse tilførselsene har vært tilstede ihvertfall de siste årene.
- 3) Episodiske tilførsler av oljeholdig tilrenning fra industriområdet vest for Moensvatnet kan ha vært akutt giftig; særlig dersom det var dieselolje som ble sluppet ut. Dette antas imidlertid å ha hatt begrenset virkning på bunnlevende organismer som kreps i Moensvatnet, både fordi dieseloljen flyter oppå og også fordampes relativt lett. Dieselolje ventes derfor å ha vesentlig større effekt i rennende vann.
- 4) Forsuring synes generelt ikke å være noe problem i Moensvatnet, men tilførselen fra vest har periodevis vært svært sur, og kan da ha inneholdt toksiske konsentrasjoner av labilt aluminium. Videre kan det heller ikke utelukkes at surtøteepisoder har forekommet i ekstreme perioder. Vinteren 1993 var en slik periode, der omfattende fiskedød ble registrert i Hordaland (Hindar mfl. 1993). Heller ikke dette vil kunne ha fått særlig stort omfang i Moensvatnet, fordi vannets oppholdstid er lang og det derfor er stor vannmengder i innsjøen som kan dempe virkningen av eventuelle tilførsler.

Den foretatte prøveutpumpingen av grunnvann langs sør-vestre del av innsjøen kan ikke ha påvirket forholdene i innsjøen, fordi det utpumpede vannet ble sluppet umiddelbart tilbake til innsjøen igjen. Et eventuelt videre og kontinuerlig uttak av grunnvatn må kompenseres med vannkvalitetssikrende tiltak som kalking, samtidig som nedtapping av innsjøen utover 25 cm må unngås.

Videre forvaltning av krepsebestanden og overvåking av tilstanden i Moensvatnet vil være avhengig av at en får slått fast hvorvidt det er kreps igjen i innsjøen. Dersom krepsebestanden er gått tapt, kan en vurdere en reetablering ved utsetting, men det er tvilsomt om dette vil være suksessfullt uten iverksetting av omfattende tiltak for vannkvalitetsforbedring. Slike tiltak bør imidlertid settes i verk dersom det fremdeles er en levedyktig krepsebestand igjen i innsjøen, og da bør en heller ikke sette ut ny kreps. Aktuelle tiltak er kalking, begrenning i tilførsler fra aktiviteter i nedslagsfeltet og fredning av krepsen i innsjøen.

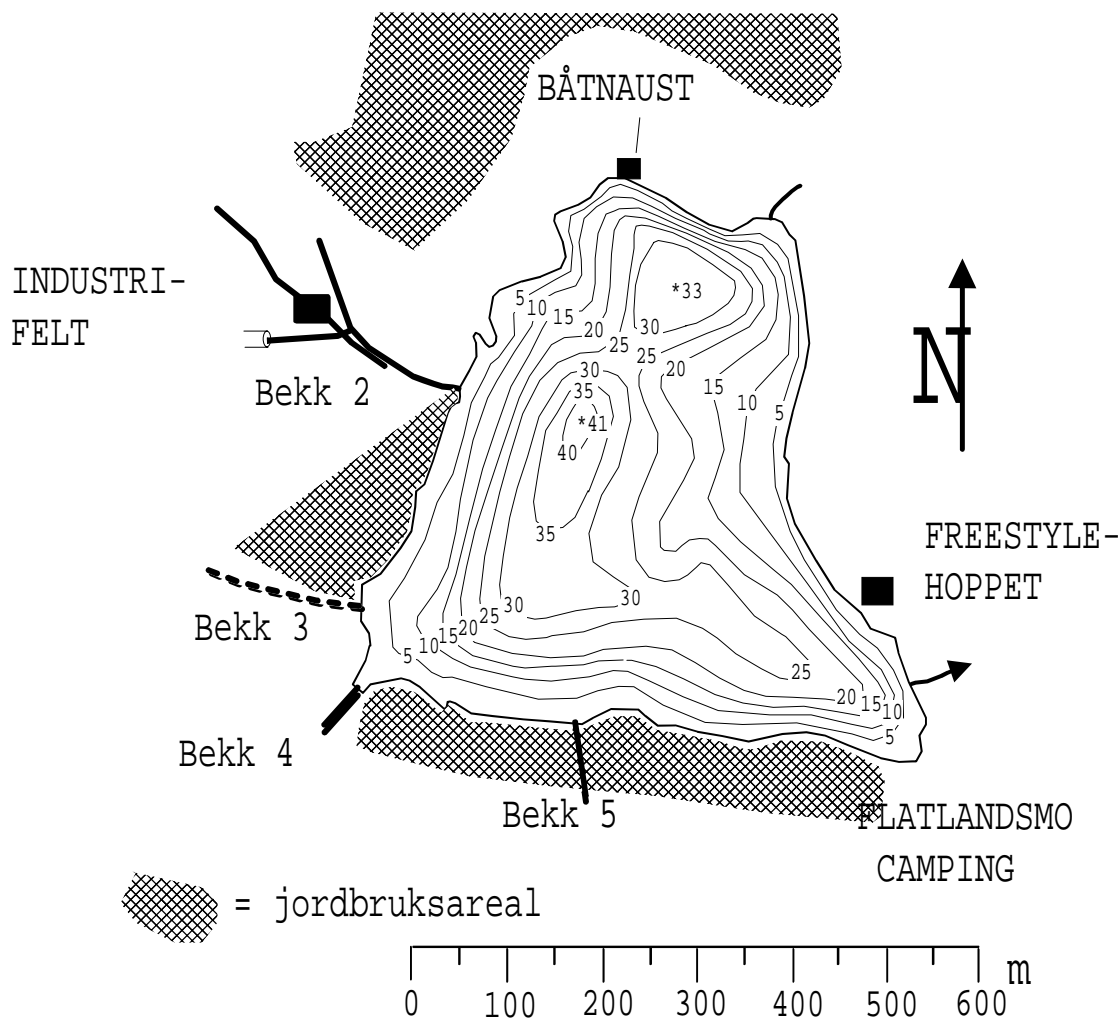


TILSTANDEN I MOENSVATNET

MORFOLOGI OG HYDROLOGI

Moensvatnet har et nedslagsfelt på 1,7 km², med en spesifikk avrenning på ca. 55 liter / sekund / km² (NVE 1987). Det gir en samlet årlig tilrenning på 2,95 millioner m³. Nedslagsfeltet strekker seg fra Gulsetknappen (716 moh.) i sør, mot Istad i nord vest og dekker deler av Istadmyrene vest for Moensvatnet, og omfatter en del av områdene ved Håtveit i nord.

Innsjøen er nokså bassengformet (figur 1) med bratte kanter, få grunnområder og et maksimumsdyp på 41 meter. Arealet er på 212.000 m² og volumet er på 3.777 millioner m³ (tabell 1 og 2). Det betyr at vannet i innsjøen skiftes ut i løpet av gjennomsnittlig 15,4 måneder. Det gjør innsjøen følsom for tilførsler.



FIGUR 1: Dybdekart over Moensvatnet, basert på ekkolodding utført av Rådgivende Biologer as 27. mai 1993. Bekkene som er undersøkt i forbindelse med denne og tidligere undersøkelser er avmerket og angitt med fra 1 - 5", mens industriområdet og jordbruksområdene rundt innsjøen er tegnet inn.



TABELL 1: Morfologiske data vedrørende dybdeforholdene i Moensvatnet. Areal i km² på de forskjellige dyp, volum i m³ av laget mellom de angitte dypene og volum i m³ under de angitte dyp er listet. Tallene baserer seg på dybdekartet i figur 1.

DYP	AREAL i km ²	LAG-VOLUM i m ³	VOLUM UNDER i m ³
0	0,212	980.000	3.777.000
5	0,180	825.000	2.797.000
10	0,150	690.000	1.972.000
15	0,126	553.000	1.282.000
20	0,095	390.000	729.000
25	0,061	225.000	339.000
30	0,029	92.000	114.000
35	0,008	22.000	22.000
40	0,001	0	0

TÅLEGRENSEVURDERING MHP. NÆRINGSTILFØRSLER

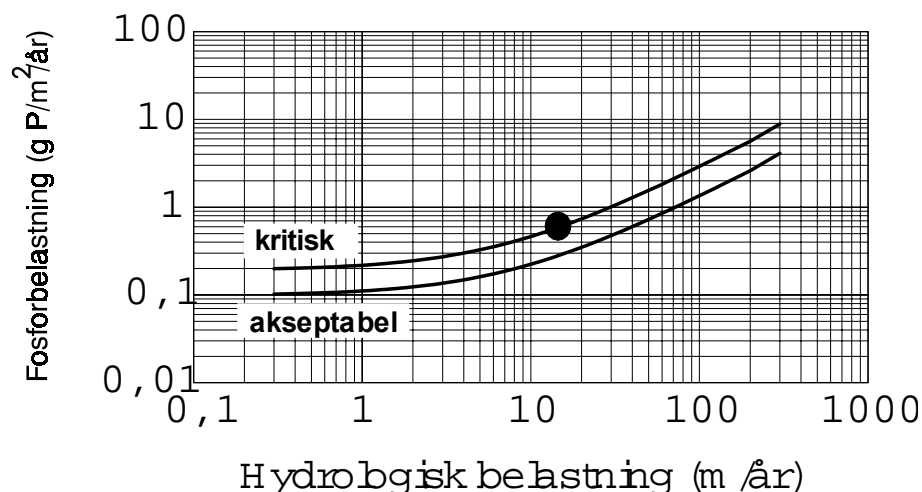
Moensvatnet mottar næringstilførsler fra nedslagsfeltet som overskrider innsjøens tålegrense, og mengdene er vurdert som på grensen til "kritiske" fra Vollenweiderdiagrammet i figur 2. Dersom belastningen hadde ligget under den nederste grensen, ville innsjøen vært og forblitt næringsfattig. Er derimot belastningene av den størrelsesorden som her en anslått, vil innsjøen være på vei mot næringsrike forhold, - altså er inne i en eutrofieringsprosess.

TABELL 2: Morfologiske og belastningsmessige nøkkeltall for Moensvatnet. Disse danner grunnlag for en tålegrensevurdering av innsjøens næringsbelastning, og denne sammenhengen er vist i et Vollenweider-diagram i figur 2.

FORHOLD	VERDI
Moensvatnets maksimale dyp	41 meter
Moensvatnets gjennomsnittsdyp	17,8 meter
Moensvatnets samlede areal	0,212 km ²
Moensvatnets samlede volum	3,777 millioner m ³
Moensvatnets samlede årlige tilrenning	2,95 millioner m ³
Moensvatnets vannutskiftingsstid	15,4 måneder
Moensvatnets hydrologiske belastning	13,9 m ³ / m ² / år
Moensvatnets antatte årlige fosforbelastning	ca. 0,7 g P / m ² / år
Moensvatnets gjennomsnittlige fosfor tilbakeholdelse	53 %



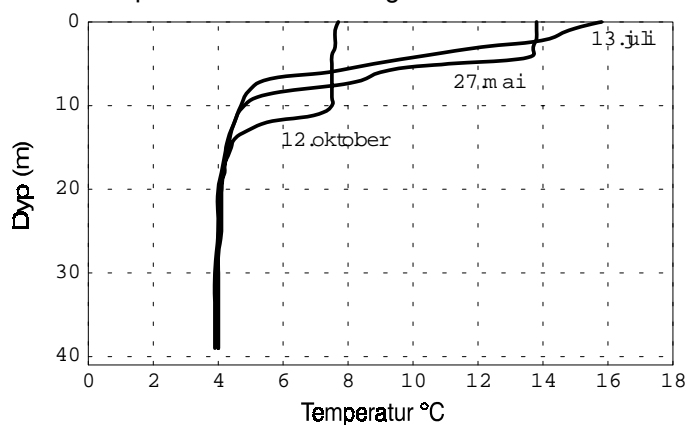
FIGUR 2: Vollenweider-diagram for Moensvatnet viser sammenhengen mellom næringssaltbelastning langs y-aksen og hydrologisk belastning langs x-aksen. Den nederste kurven antyder øvre grense for teoretisk "akseptabel" fosforbelastning, og den øverste viser grensen for "kritisk" belastning.



Forutsetningene for Vollenweider analysen er basert på et moderat anslag over omfanget av de forskjellige tilførselskildene, - arealbruk, husdyrhold og bosetting og annen aktivitet i området.

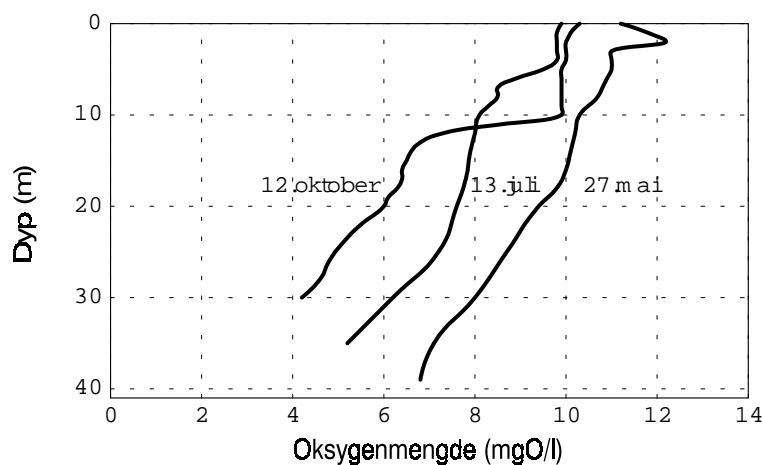
TEMPERATUR- OG OKSYGENFORHOLD I 1993

Temperaturen i Moensvatnet var sommeren 1993 ikke særlig mye over 16 grader, mens den i varme sommerperioder ellers kan overstige 20 grader. Utover sommeren lå sprangskiktet på 7 - 9 meters dyp, mens det i oktober hadde sunket til omtrent 12 meters dyp (figur 3). Dette mønsteret er helt vanlig i en innsjø uten for stor påvirkning av vind.



FIGUR 3: Temperaturprofiler i Moensvatnet ved tre tidspunkt i 1993. Profilene er målt med et YSI-instrument med nedsenkbar sonde.

Profilene av oksygenkonsentrasjonene ved det dypeste punktet i Moensvatnet er vist i figur 4. Innholdet av oksygen i de øverste 10 metrene avhenger av temperaturen og den biologiske aktiviteten i dette laget. Ved høye sommertemperaturer vil løseligheten av oksygen være mindre, mens høy algeproduksjon midt på dagen kan gi en overmetning. De høye verdiene i mai skyldes en slik overmetning, mens de laveste i juli skyldes høyest temperatur.

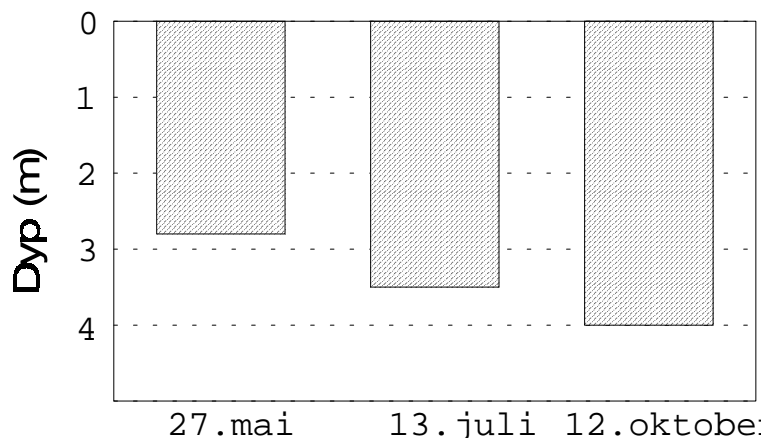


FIGUR 4: Oksygenprofiler i Moensvatnet ved tre tidspunkt i 1993. Profilene er målt med et YSI-instrument med nedsenkbar sonde.

I dypvannet er både den biologiske oksygenproduksjonen og endringene i temperaturen neglisjerbar gjennom sommeren, slik at den observerte reduksjonen i oksygenkonsentrasjoner skyldes et forbruk av oksygen ved nedbryting av organisk materiale. Dette forbruket er på grunnlag av målingene angitt i figur 4 beregnet til 1,2 mg O / l / måned for sommeren 1993, noe som er moderat høyt. Det organiske materialet stammer både fra nedslagsfeltet og fra innsjøens egen algeproduksjon. Det ble ikke observert oksygenfrie forhold i dypvannet i 1993, men konsentrasjonen av oksygen var så lav at det er ulevelige forhold for ørret under 30 meters dyp gjennom hele høsten.

SIKTEDYP I 1993

Siktedypet i Moensvatnet varierte relativt lite gjennom hele undersøkelseperioden i 1993 (figur 5). Under våroppblomstringen var siktedypet like under 3 meter, mens det i oktober var på 4 meter. Dette er vanlige siktedyp i middels næringsrike innsjøer av denne type, og den moderate variasjonen gjennom året kan gjenspeile en jevn og stor tilførsel av humus fra nedslagsfeltet. I mindre humuspåvirkede innsjøer vil siktedypet kunne være vesentlig større på høsten, mens sommerens siktedyp er mer avhengig av algeomengdene i innsjøen.



FIGUR 5: Siktedyp i Moensvatnet ved tre tidspunkt i 1993.



VIRKNING AV TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Moensvatnet er i overgangen mellom næringsfattig og næringsrikt,- såkalt mesotrof. Dersom en klassifiserer de målte konsentrasjoner av næringsstoffene fosfor og nitrogen (tabell 3), vil de i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet være henholdsvis tilstandsklasse II for fosfor og III for nitrogen, der I er minst og V er mest næringsrik (SFT 1992). Disse næringskonsentrasjonene gir grunnlag for moderat høy algeproduksjon.

TABELL 3: Vannkjemiske målinger fra overflateprøver ved det dypeste punktet i Moensvatnet ved tre anledninger i 1993. Analysene er utført ved Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland og av Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

PARAMETER	ENHET	27. MAI	13. JULI	12.OKTOBER
Termostabile kolif.bakt.	ant. / 100 ml	< 1	1	48
Surhet	pH	6,53	6,34	6,42
Ledningsevne	mS / m	2,95	4,63	4,12
Total fosfor	: g / l	12	-	7
Total nitrogen	: g / l	410	590	357
Kjemisk oksygenforbruk	mg O / l	-	< 0,4	-
Jern	mg / l	0,16	-	0,10
Kalsium	mg / l	4,0	2,8	4,0

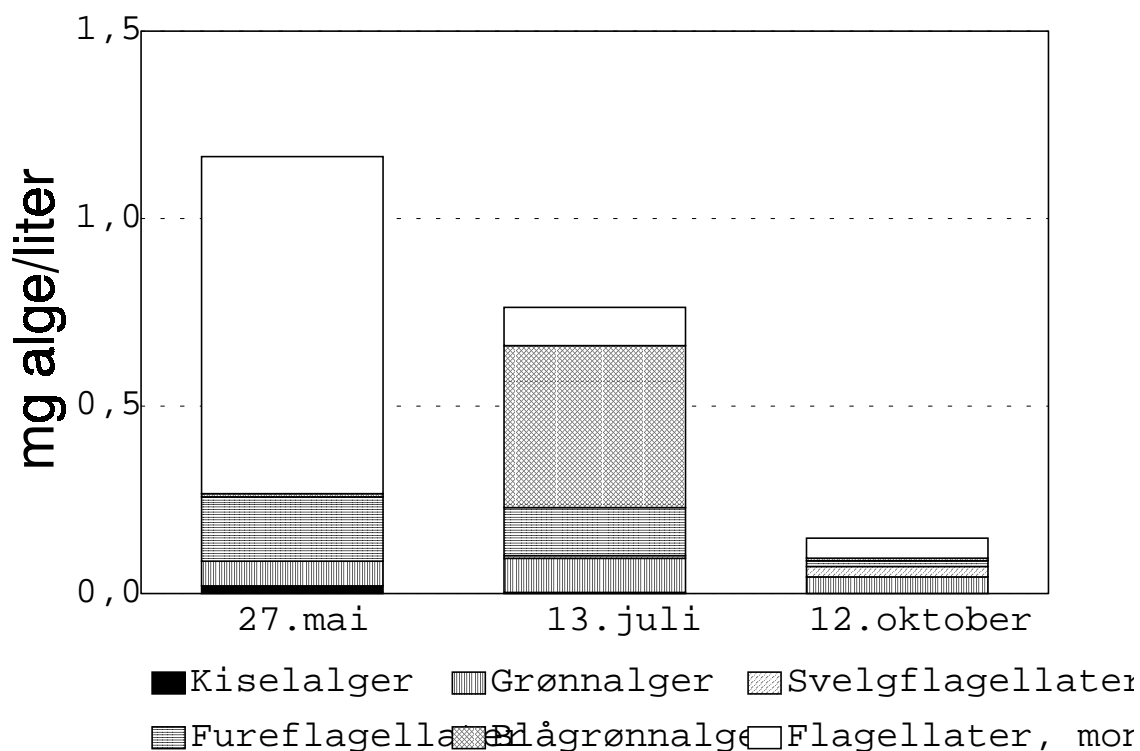
Observasjonene sommeren 1993 viste imidlertid at det også var mye algevekst som påvekst på bunnen, og som strandvegetasjon. Den samme observasjon ble gjort i 1991 (Nashoug 1991). Dette kan bety at tilførselen av næring er noe større lokalt langs land enn det som ellers måles i de frie vannmasser, noe også serien med vannprøver tatt på forskjellige steder langs land i august 1991 viser (tabell 4). Disse prøvene viser både varierende og svært høye verdier av næringsstoffet fosfor, med noe mindre variasjon og mengder av nitrogen.

TABELL 4: Vannkjemiske prøver fra fem forskjellige steder i Moensvatn 18.august 1991. Prøvene er samlet inn av Anders K. Flatlandsmo og analysert av Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland. Prøvene er tatt på to meters dyp langs land på følgende steder: 1: litt øst for midten av innsjøens sydside, 2: vest på innsjøens sydside, 3: litt nord for midten av innsjøens vestside, 4: helt nord øst i innsjøen, og 5: omtrent midt på innsjøens østside.

PARAMETER	ENHET	STED 1	STED 2	STED 3	STED 4	STED 5
Surhet	pH	6,9	6,9	6,7	6,7	6,8
Kjemisk oksygenforbruk	mg O / l	9,6	9,6	7,3	8,1	8,5
Total fosfor	: g P / l	292	18	12	64	16
Total nitrogen	: g N / l	892	681	547	589	414



Algemengdene som ble observert i Moensvatnet i 1993 er ikke store (figur 6). Både maksvolum på 1,17 mg/l og gjennomsnittsvolumet fra de tre prøvene er representative for en innsjø som er i nedre del av området mesotrof (Brettum 1989),- noe som også samsvarer med resultatene fra målingene av næringsstoffer. Algetypene er også representative for denne typen innsjøer. Det var imidlertid noe stor dominans av blågrønnalger i juli, noe som kan tyde på periodiske tilførsler eller en overgang mot mer næringsrike forhold. Den mest dominerende algeslekten, *Aphanocapsa*, trives vanligvis i mer næringsrike system enn det som er tilfellet i Moensvatnet.



FIGUR 6: Algemengder og algesammensetning i tre prøver fra Moensvatnet i 1993. Prøvene er tatt som blandprøver i overflatelaget ved det dypeste punktet i innsjøen, og er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen.

ØKOSYSTEMBALANSE

Dyreplanktonet i Moensvatnet er preget av et relativt stort beitepress fra planktonspisende fisk. Artene som finnes er vanlige for moderat næringsrike system, men mengdene er små og særlig den moderate forekomsten av de store vannloppene av slekten *Daphnia* tyder på dette (tabell 5). Vannlopper av slekten *Bosmina* blir ikke i samme grad spist av ørret, slik at disse vil dominere dersom *Daphnia* blir spist bort av fisk. Dette reduserer innsjøens kapasitet til egenrensing, fordi det er de store *Daphnia*-vannloppene som er de mest effektive alge-spiserne, og vanligvis kan kontrollere algemengdene.



TABELL 5: Resultat fra tre prøver av dyreplanktonet i Moensvatnet fra 1993. Prøvene er samlet inn ved et vertikalt hovtrekk på 25 meter, tatt med en hov med maskevidde 90 : m. Prøvene er fiksert på 80% sprit. Krepssdyrene er talt i hele prøven, mens antallet av hjuldyr kun er vurdert.

ART / GRUPPE	27.MAI 1993	13.JULI 1993	12.OKTOBER 1993
VANNLOPPER			
<u>Bosmina</u> sp.	150	250	800
<u>Bythotrephes longimanus</u>	-	1	2
<u>Holopedium gibberum</u>	11	750	75
<u>Diaphanosoma bracyurum</u>	1	-	-
<u>Daphnia longispina</u>	8	60	90
HOPPEKREPS			
Calanoide copepoder	25	500	75
Cyclopoide copepoder	5000	100	500
Nauplier	100	få	mange
HJULDYR			
<u>Kellicottia longispina</u>	en del	få	en del
<u>Conichulus</u> sp. (enkle)	-	en del	få
<u>Ploesoma</u> sp.	-	få	-
<u>Keratella hiemalis</u>	få	-	-
<u>Keratella cochlearis</u>	få	-	-

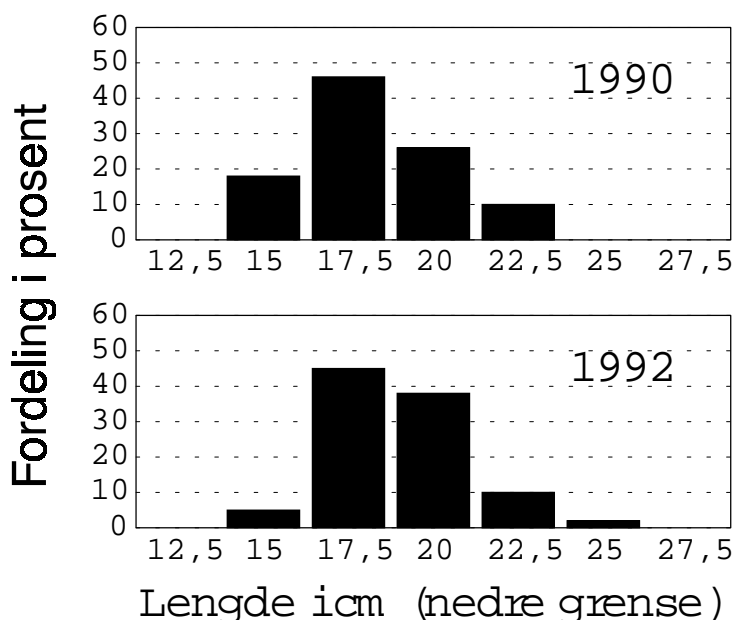
Det er ikke foretatt noe prøvefiske i forbindelse med denne undersøkelsen, men det ble fanget en god del ørret i forbindelse med forsøket på å fange kreps. Disse fiskene var små og tynne, og kjønnsmodne ved størrelser under 100 gram.

Fisken som ble fanget i oktober 1993 samsvarer godt med resultatene fra de enkle undersøkelser av fisken som er utført av elever ved Voss Gymnas både i 1990 og i 1992. Disse resultatene er enkelt sammenstilt i figur 7, der lengdefordelingen er presentert. Vektene lå på i gjennomsnitt under 100 gram, og fiskene var tynne med K-faktor på mellom 0,8 og 0,9. Dette er riktignok kun basert på fangst på ett 30-omfars garn.

Dette tyder på at bestanden har gode rekrutteringsmuligheter. Det meste av gytingen foregår på utløpselven der vannkvaliteten er god. Vekstbetingelsene i innsjøen er imidlertid ikke gode nok for alle disse fiskene. Dette resulterer i en tett og småvokst bestand ettersom den ikke er utsatt for stor nok beskatning. Tilstanden i fiskebestanden har tidligere vært bedre, men bestanden var da utsatt for betydelig større beskatning av oppsitterne. Det var da ikke uvanlig med fisk på over ett kilo, mens gjennomsnittet lå på et par hekto. Det utstrakte garnfisket som tidligere var vanlig hver høst i Moensvatnet, synes derfor å være vesentlig redusert ihvertfall de siste fem årene.



FIGUR 7: Lengdefordeling av 29 ørreter fanget i oktober 1990 (øverste) og 49 fanget i oktober 1992 (nederst). Disse undersøkelsene er utført av Voss Gymnas som har fisket med ett garn på 30 omfar, og resultatene er hentet fra databasen VANNDA ved Universitetet i Bergen. Lengdene er delt opp i intervall på 2,5 cm, og i figuren er angitt nedre grense for hvert intervall.



TILFØRSLER AV TARBAKTERIER

Moensvatnet mottar moderate tilførsler av kloakk eller gjødsel. Forekomsten av tarmbakterier av typen termotabile koliforme bakterier var lav gjennom forsommeren, men vesentlig høyere i oktoberprøvene (tabell 3, side 10). Dette bildet bekreftes av badevannsundersøkelsene foretatt av Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland sommeren 1993 (tabell 6), der en observerte en økende konsentrasjon av tarmbakterier utover sommeren.

TABELL 6: Resultater fra badevannsundersøkelse ved badeplassen i Moensvatn sommeren 1993. Prøvene er tatt og analysene er utført av Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland, ved avdelingsveterinær Asle Johannes Bjørngaas.

PARAMETER	ENHET	10.JUNI	23.JUNI	2.JULI	28.JULI	3.AUG.
Termotabile koliforme bakterier	ant. / 100 ml	< 1	< 1	< 1	11	41
Surhet	pH	7,0	7,0	7,1	7,4	7,2

Det skal ikke finnes direkte utslipp av kloakk til Moensvatnet. Tarmbakteriene antas derfor enten å stamme fra husdyrgjødsel som er spredd på tilstøtende arealer utover sommeren og høsten, eller også fra lekkasje eller kapasitetsproblem ved kloakkanlegget ved campingplassen..

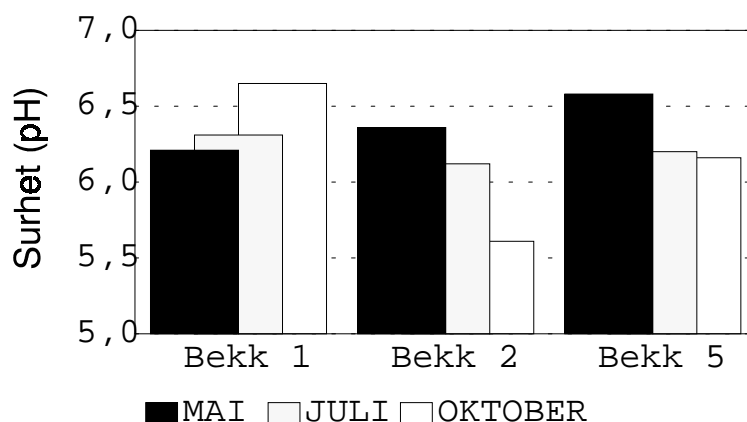
TILFØRSLER VIA BEKKENE

I undersøkelsesperioden er det foretatt innsamling av vannprøver fra tre av tilførselsbekkene (se kart i figur 1, side 6) ved hvert besøk. Bekken i nord (bekk 1) kommer fra Håtvøit, drenerer gjennom en myr det siste stykket inn mot innsjøen og hadde ubetydelig vannføring ved alle befaringene. Tilførselen fra vest (bekk 2) drenerer lstadmyrene og renner det siste stykket til Moensvatn gjennom en opparbeidet kanal fra industriområdet. Dette er den viktigste tilførselen til innsjøen. Ett av innløpene fra sør (bekk 5) er nesten å regne som et oppkomme, og er ikke betydningsfullt med hensyn på tilførte vannmengder.

Bekk 1 inneholder en del tilførsler av tarmbakterier, og bekken har relativt høye konsentrasjoner av næringsstoffer og humusstoffer. Den har også høyt innhold av blant annet kalsium. Innsjøen har et lite nedslagsfelt og ingen store tilførselsbekker utover "bekk 2" fra vest, slik at mye av tilrenningen kommer fra slike små nedbørsavhengige bekker.

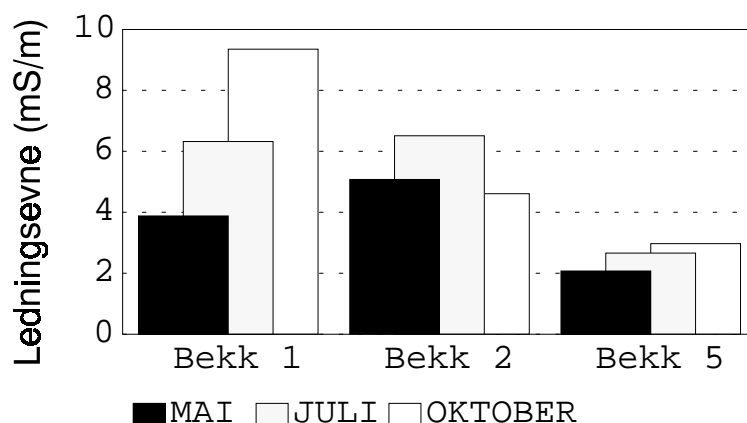


FIGUR 8: Surhet i de tre undersøkte tilførselsbekkene 27.mai (svarte søyler), 13.juli (grå søyler) og 12.oktober 1993 (hvite søyler). Målingene er utført av Rådgivende Biologer as.



Bekk 2 utgjør den desidert største enkelttilførselen til Moensvatnet og den er tydelig preget av myrvaatn, med nærmest brunt vann i perioder. Fargetallet på 293 som ble målt i oktober er ekstremt høyt, og innholdet av jern og aluminium er også høyt (tabell 7). Surhetsnivået på vannet i denne bekken er også vesentlig lavere enn nivået for de øvrige prøvene fra både innsjøen og annen tilrenning. Laveste verdi ble målt med pH 5,6 i oktober (figur 8). Det ser ikke ut til at denne bekken tilføres kloakk (tabell 7).

FIGUR 9: Ledningsevne i de tre undersøkte tilførselsbekkene 27.mai (svarte søyler), 13.juli (grå søyler) og 12.oktober 1993 (hvite søyler). Målingene er utført av Rådgivende Biologer as.



Bekk 5 er ikke særlig stor, og har vannføring av betydning kun i perioder med regn. Den betyr derfor ikke særlig mye for den generelle vannkvaliteten i innsjøen. Den har vann fattig på stoffer, med den laveste ledningsevnen som ble målt i de tre undersøkte bekkene (figur 9). Bekken er næringsfattig og har relativt gode pH-verdier (figur 8).

Vannkvaliteten i de tre undersøkte tilførselsbekkene varierer nokså mye (figur 8 og 9). Dette skyldes for en stor del at de har lav vannføring og derfor er lett påvirkelig for tilførsler fra nedslagsfeltet. I oktober ble det også foretatt en undersøkelse av syrenøytraliserende kapasitet (tabell 9, side 16) næringsrikhet og metallinnhold i bekkene (tabell 7). Det er lite i disse resultatene som tyder på marginale verdier for krepsens levevilkår, bortsett fra at bekk 2 fra vest inneholdt betydelige mengder jern. Disse resultatene samsvarer meget godt med tilsvarende målinger rapportert av Nashoug (1991).



TABELL 7: Analyseresultat fra vannprøver tatt i tre undersøkte tilførselsbekker ved tre anledninger i 1993. Bekkenes plassering er vist på kartet i figur 1 på side 6. Analysene er foretatt av Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland og Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

PARAMETER	ENHET	27.MAI 1993			13.JULI 1993			12.OKTOBER 1993		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Termostabile kolif.bakt.	ant. / 100 ml	-	-	-	-	-	-	93	2	1
Farge	mg Pt / l	-	-	-	-	-	-	84	293	13
Surhet	pH	6,21	6,36	6,58	6,31	6,12	6,20	6,65	5,61	6,16
Ledningsevne	mS / m	3,88	5,08	2,07	6,32	6,51	2,66	9,35	4,61	2,97
Total fosfor	: g / l	-	-	-	-	-	-	50	30	2
Bly	: g / l	-	-	-	-	-	-	<10	<10	<10
Kadmium	: g / l	-	-	-	-	-	-	<10	<10	<10
Kobber	: g / l	-	-	-	-	-	-	<50	<50	<50
Sink	: g / l	-	-	-	-	-	-	10	10	20
Mangan	: g / l	-	-	-	-	-	-	<50	50	<50
Jern	mg / l	-	-	-	-	-	-	0,15	1,19	0,05
Kalsium	mg / l	-	-	-	-	-	-	10,2	4,54	1,26

TILFØRSLER AV MILJØGIFTER OG METALLER

Ved befaringen i oktober ble det tatt prøver av bunnsedimentet i innsjøen på 15 meters dyp utenfor bekk 2. Dette er analysert for metaller, og det var ikke noe vesentlig høye konsentrasjoner av noen av de undersøkte stoffene i denne prøven (tabell 8).

TABELL 8: Innholdet av metaller i en sedimentprøve fra 15 meters dyp i Moensvatnet utenfor tilløpsbekken fra vest. Prøven ble tatt 18.oktober 1993, og analysene er utført av Fylkeslaboratoriet i Hordaland og Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt (kvikksølv).

STOFF	KADMIUM mg/kg	KOBBER mg/kg	BLY mg/kg	SINK mg/kg	KVIKKSØLV mg/kg
VERDI	3	19	59	35	-

Avrenningen fra fyllområdet bortenfor Almeland har tidligere vært vist å inneholde til dels store mengder med miljøgifter og metaller (tabell 9), men dette skal være ryddet opp i. Tilførslene av metaller opp gjennom årene gir imidlertid ikke utslag i dagens vannkvalitet i Moensvatnet,- en prøve fra oktober 1993 viser ikke dramatiske konsentrasjoner av metaller, og de undersøkte bunnsedimentene inneholdt heller ikke unormale konsentrasjoner av metaller.



TABELL 9: Vannkjemiske målinger fra bekker til/fra Moensvatn 8.oktober 1991 og 4.september 1992. Bekkene er vist på kartet på side 6. Prøvene den 8.oktober 1991 er tatt av Anders K. Flatlandsmo og analysert av vannlaboratoriet for Hedmark etter oppdrag fra Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland, mens prøven fra 4. september 1992 er tatt av Nils Akselberg, teknisk etat Voss kommune, og analysert ved Chemlab Services as i Bergen. Analysene av jern i bekk 2 og 3 er i 1992 utført av Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland på vannprøver fra 20.august.

PARAMETER	ENHET	8.OKTOBER 1991			4.SEPT.1992	
		UTLØP	BEKK 2	BEKK 3	BEKK 2	BEKK 3
Kalium	mg K/l	0,865	0,913	10,8	-	-
Kalsium	mg Ca/l	0,520	0,903	0,379	-	-
Krom	mg Cr/l	0,025	0,038	0,100	-	<0,0005
Jern	mg Fe/l	0,234	2,80	160	1,56	1,47
Kobolt	mg Co/l	0,025	0,006	0,055	-	-
Nikkel	mg Ni/l	0,079	0,099	0,225	-	< 0,001
Kobber	mg Cu/l	0,134	0,065	0,223	-	0,05
Sink	mg Zn/l	0,046	0,049	0,378	-	0,02
Bly	mg Pb/l	-	0,053	0,228	-	< 0,001
Kadmium	mg Cd/l	0,026	0,025	0,043	-	<0,0001
Kvikksølv	: g Hg/l	-	-	-	-	<0,2

SURHETSTILSTAND I 1993

Vannkvaliteten i Moensvatnet i sommerhalvåret er preget av gode pH-verdier, på over 6,3 (tabell 5). Moensvatnet er vanligvis isdekket fra desember til ut i april, og nedbøren faller i denne perioden stort sett som snø. Vannutskifningen er derfor svært lav i innsjøen i denne perioden, slik at en forventer relativt stabile surhetsforhold i innsjøen nær sommernivået også vinterstid. Ved mildvær midtvinters kan imidlertid tilrenningen være sur, og slike perioder kan gi minimumssituasjon for surhet i innsjøen. Kreps tåler ikke pH-verdier særlig lavere enn 6,0, og denne kan i ekstremperioder ha blitt underskredet. En slik surstøpepisode opptrådte i store deler av Hordaland januar 1993, med påfølgende fiskedød i mange vassdrag (Hindar mfl 1993).

Forholdene for fisk og kreps er i stor grad avhengig av innsjøens vannkvalitet når det gjelder syrenøytraliserende kapasitet (ANC). Verdier under 20 gir dårlige levevilkår for fisk, og negative verdier gir ikke mulighet for levedyktige bestander av ørret. Moensvatnet har en syrenøytraliserende kapasitet på 109 : ekv/l (tabell 7), noe som skulle gi gode betingelser for fisk og kreps. For krepsen er også innholdet av kalsium meget viktig, og det bør ikke være vesentlig under 3,0 mg/l av hensyn til skallopbygging. I Moensvatnet er kalsiumkonsentrasjonene i perioder ned mot denne grensen.



TABELL 10: Analyseresultat for ekstra forsøringsparametre fra vannprøver fra Moensvatnet og de tre undersøkte tilførselsbekkene 12.oktober 1993. Analysene er foretatt av Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

PARAMETER	ENHET	12.OKTOBER 1993			
		MOENSVATN	BEKK 1	BEKK 2	BEKK 5
Total aluminium	: g / l	50	80	190	30
Reaktiv aluminium	: g / l	30	50	120	20
Illabilt aluminium	: g / l	25	40	95	20
Labilt aluminium	: g / l	5	10	25	0
Klorid	mg / l	5,6	12,0	5,4	3,2
Sulfat	mg / l	2,18	4,35	2,48	1,32
Nitrat	: g / l	160	1430	115	60
Kalsium	mg / l	3,26	10,2	4,54	1,26
Magnesium	mg / l	0,39	1,69	0,47	0,20
Kalium	mg / l	0,90	4,95	0,57	0,29
Natrium	mg / l	2,46	3,54	2,52	2,05
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC)	: ekv / l	109	395	176	53

Ved forsuring er det innholdet av labilt aluminium som medfører giftighet for fisk ved at aluminium felles ut på gjellene og dreper fisken. Dersom innholdet av aluminium vanligvis er høyt, vil en større andel av dette forekomme som labilt og giftig aluminium ved lave pH-verdier. I bekk 2 er det målt høye konsentrasjoner av total-aluminium, mens konsentrasjonen av labilt aluminium ved måletidspunktet var kun på 25 : g/l. pH var da imidlertid 5.6, men ved episoder med pH-verdier ned mot 5.0, vil denne fraksjonen av aluminium kunne bli vesentlig høyere, og være giftig for fisk og kreps. Grenseverdier er her satt til ca 40 : g/l. Slike lave pH-verdier har vært observert i denne bekken både av Nashoug (1991) og Akselberg og Troneng (1987). Dette kan derfor ha medført at forholdene rundt utløpet av denne bekken i perioder har gitt lokale toksiske forhold i Moensvatnet.



UTVIKLING I KREPSEBESTANDEN

Grunneiernes årlige garnfiske etter ørret har tidligere gitt til dels betydelige fangster av kreps. Fangsten har avtatt de seinere årene, og særlig etter 1991. Det ble ikke fanget noen kreps på garn i 1993. Dette ble også bekreftet ved Rådgivende Biologers befaring i oktober 1993, da det heller ikke ble fanget kreps ved et forsøk med både garn og feller.

Tor Samuelson, ved Akvariet i Bergen, begynte tidlig på 70-tallet å hente 20-30 kreps til Akvariet årlig. Krepseren ble "håndplukket" av Samuelson som svømte rundt i Moensvatnet. Fra midten av 80-tallet observerte han at det begynte å tilta med grønske og strandvegetasjonen på krepseplassene i den syd-vestre del av innsjøen, samtidig som det begynte å bli færre kreps av de største størrelsene. Ved dykking i 1991 synes bestanden å være såpass redusert at Samuelson ikke fant det tilrådelig å beskatte den med det årlige uttaket. Akvariet har derfor siden 1991 skaffet seg den årlige forsyningen med kreps fra Steinsfjorden. Sommeren 1991 var derfor siste gang Samuelson foretok sine årlige observasjoner i Moensvatnet.

Krepsebestanden i Moensvatn har sannsynligvis gjennomgått en utvikling fra en tett og god bestand fram til rundt midten på 80-tallet, hvorefter bestanden har fått reduserte levevilkår og vært i en svakt negativ utvikling fram til 1991 da det fremdeles var en middels tett bestand i innsjøen (Nashoug 1991). Ved prøvekrepsingen i 1991 ble det imidlertid ikke fanget unge dyr, noe som vil kunne være et første tegn på at forholdene er for dårlige, fordi det ofte er de yngste stadiene som er mest sårbare og derfor først får problemer. Etter dette har bestanden sannsynligvis vært sterkt avtagende, og er pr. idag kanskje utdødd.

FANGSTDATA

Det foreligger ikke noe standardisert prøvekrepsopplegg fra Moensvatnet verken fra før eller etter at Nashoug gjennomførte et slikt høsten 1991 (Nashoug 1991), men det er foretatt regelmessig garnfiske etter ørret opp gjennom årene, og Rådgivende Biologer foretok et forsøk på å fange kreps høsten 1993.

Det ble ved Rådgivende Biologers befaring 18.-19. oktober ikke fanget noen kreps. Det ble forsøkt fanget med to typer redskaper, - både med en garnserie på 8 bunngarn og med 7 pleksiglassfeller. Temperaturen i innsjøens overflatelag var på rundt 7 grader det aktuelle døgnet.

Garnene ble satt fra land og skrått utover langs innsjøens vestsida, der fangstene vanligvis har vært best og der Nashoug (1991) også fanget mest. Knut Flatlandsmo deltok i garnsettingen med sin lokalkjennskap til vatnet og krepseren. Garnserien besto av garn med følgende maskevidder (avstand mellom knutene): 10 mm, 16 mm, 2 stk 20 mm, 22 mm, 26 mm, 30 mm og 35 mm. Plesiglassfellene ble satt på fra 1 til 3 meters dyp langs den samme siden av vannet, med en fast åpning på ca 4-5 cm og med et stykke råttent kjøtt som åte.

Til tross for den omtalte fangsttynnsatsen, ble det ikke tatt noe kreps. Dette kan skyldes at bestanden er sterkt redusert, men en skal ikke se bort fra at krepseren på denne tiden av året og ved denne temperaturen kan ha en lav aktivitet, og vil derfor ikke i samme grad bli fanget av passiv redskap. Fangstresultatet er for slik redskap avhengig av en viss aktivitet hos krepseren.



Grunneierne til Moensvatnet, både Dale og Flatlandsmo, har hvert år foretatt garnfiske etter ørret i innsjøen og samtidig også fanget kreps på disse garn. Det hevdes at det har gått dramatisk ned de fire siste årene. Familien Flatlandsmo har stort sett benyttet en garnserie på 15-30 garn, en til to ganger hver høst, mens innsatsen stort sett har vært begrenset til sommerferien for familien Dale sin del.

Tidligere om årene var det ikke uvanlig med både 20 og 30 kreps i enkelte garn, med et gjennomsnitt på 3-4 kreps i hvert garn. Vanlig fangst for Flatlandsmo på en garnserie kunne ligge rundt 100 kreps. I 1990 var første året at fangsten var merkbart mindre, mens det i 1992 bare ble tatt en håndfull kreps på garn. Høsten 1993 har det ikke vært tatt en eneste kreps i Moensvatnet, selv om det ble observert ett individ ved utløpet sommeren 1993.

Det er derfor særlig viktig at en snarest får slått fast hvorvidt det er kreps igjen i innsjøen. Dette gjøres best ved hjelp av dykker til våren. All videre forvaltning av Moensvatnet og krepsebestanden vil avhenge av dette svaret.

Flere forhold kan ha medvirket til at forholdene for krepsen er blitt dårligere de siste årene, og fire forhold er her vurdert,- 1) eutrofiering, 2) kontinuerlig tilrenning av miljøgifter, 3) periodiske utslipp av miljøgifter, og 4) forsuringssituasjonen. Krepsebestanden i Moensvatnet kan ha levd under marginale miljøforhold, slik at selv små negative endringer i en eller flere av disse forholdene kan ha medført et økt stress og gitt problemer for krepsen. Moensvatn er av moderat størrelse og innsjøen har en relativt liten vannutskifting. Dette fører til at miljøet er følsomt for selv moderate tilførsler av forskjellige slag.

EUTROFIERING

Tor Samuelson, ved Akvariet i Bergen, hentet kreps i innsjøen ved årlige befaringer, og han synes å ha merket en vesentlig endring i begroing og grønske på bunnen, samt økt strandvegetasjon etter nydyrkingen langs vatnet midt på 80-tallet. Han antyder at utviklingen i dette falt sammen med den nedgangen han observerte i krepsebestanden i årene som fulgte. Ved Rådgivende Biologers befaringer sommeren 1993 var det også et tykt lag med grønske på grunnområdene av innsjøen, og Nashoug (1991) beskriver det samme i 1991.

Undersøkelsen av tilstanden i Moensvatnet i 1993 viser imidlertid at innsjøen vurdert ut fra forholdene i de åpne vannmasser er moderat næringsrik (mesotrof) både når det gjelder konsentrasjon av næringsstoffer og de observerte mengdene i innsjøen. Tilførsler kan imidlertid gi rikere forhold lokalt langs land, og tidligere innsamlete vannprøver viste således stedvis svært høye konsentrasjoner av næringsstoffer i Moensvatnet. Disse tilførslene antas i hovedsak å komme fra avrenning fra gjødslete jordbruksområder. Observasjoner av høyt innhold av tarmbakterier i Moensvatnet samsvarer i tid med observasjoner av spredning av møkk på de tilstøtende jordbruksarealene.

En teoretisk vurdering av næringsbelastningen til Moensvatnet viser at innsjøen mottar nær "kritiske" tilførsler med fosfor, slik at innsjøen kan være inne i en eutrofieringsprosess mot enda mer næringsrike forhold. Kreps tåler vanligvis næringsrike forhold, men har krav til at substratet der de holder seg skal være relativt "rent" og godt mineralisert. Økende mengder begroingsalger både på substratet og på strandvegetasjonen gir ikke optimale forhold for krepsen. Denne utviklingen vil kunne medvirke til en generell nedgang i bestandstetthet, men sannsynligvis ikke være nok til å slå ut hele bestanden (Dag Hessen personlig meddelelse).



KONTINUERLIG TILFØRSEL AV MILJØGIFTER

Også annen aktivitet i nedslagsfeltet til innsjøen kan ha medvirket til å forringe levevilkårene for krepsen. Avrenning fra fyllområdet ved Almeland har tidligere vært vist å inneholde meget store mengder med miljøgifter og metaller, som meget vel kan ha bidratt til å forgifte miljøet lokalt. Denne fyllplassen er avsluttet og dekket til, men fyllingen inneholder store mengde jernskrot og sigevannet drenerer fremdeles direkte i rør til Moensvatnet. Det kan derfor meget godt inneholde høye konsentrasjoner av metaller fremdeles, og disse tilførselene har utvilsomt hatt en negativ innflytelse på tilstanden i innsjøen. Hvorvidt dette har vært begrenset til deler av innsjøen er uvisst. Det ble ikke funnet store mengder av disse metallene i bunnsediment fra vestsiden av Moensvatnet i 1993.

De tre undersøkte tilførselsbekkene bidrar ikke med særlig store mengder metaller eller miljøgifter, men kanalen som drenerer myrene og industriområdet vest for Moensvatn hadde i 1993 en vannkvalitet sterkt preget av myravrenning. Dette gav seg utslag i et ekstremt høyt fargetall (brunfarge) og et meget høyt innhold av jern. Disse resultatene samsvarer meget godt med tilsvarende målinger rapportert av Nashoug (1991), slik at her har kommet betydelige mengder jern ut i vannet.

Toverdig jern-salter har høy løselighet. Ved tilgang på oksygen oksyderes de til 3-verdig jern som felles ut som jernhydroksyd. Dypvannet i en myr vil være meget rikt på oppløst jern fordi det der ikke er tilgang på oksygen. Dette jernet vil så felles sakte når vannet kommer i kontakt med luft. Under denne fellingsprosessen blir vannet surt og oksygenfattig, og jernhydroksydet felles ut som et brunlig slam. Reaksjonen skjer ved pH større enn 3,5-4,1, og hurtigere ved relativt høy pH. Dette brune slammene kan felles ut på fiskegjeller og hemme oksygenopptaket, og det kan også skade rogn ("okerkvelning"). Skadevirkninger på fisk kan en vente når konsentrasjonene overstiger 0,5 mg Fe/l (Rosseland mfl. 1992).

Det antas at det samme kan skje med kreps, og medføre problemer av samme karakter som er observert hos fisk (Rosseland mfl 1992; Johnsen 1992). Konsentrasjonene av jern i hovedtilførsels-bekken er langt høyere enn denne grensen på 0,5 mg/l. Virkningen av denne tilførselen vil imidlertid ikke være generell for hele Moensvatnet, fordi konsentrasjonene der vanligvis ligger under denne grensen. Størst betydning vil dette ha for krepsen i området ved utløpet av denne bekken, men i perioder med nedbør påvirker denne bekken vannkvaliteten langt ut i innsjøen.

Denne tilførselsbekken har alltid drenert Istadmyrene, men det antas at tilrenningen tidligere ikke var så rik på jern, fordi den naturlige avrenningen i større grad er preget av overflateavrenning. Den etablerte kanalen kan derimot ha medført at tilrenningen i større grad kan være preget av vann fra noe dypere deler av myrene, der innholdet av jern er vesentlig større.

PERIODISKE TILFØRSLER AV MILJØGIFTER

Kanalen på vestsiden av innsjøen har også periodevis brakt med seg oljeholdige stoffer fra industriområdet, og har medført en oljehinne på store deler av Moensvatnet. Det ble tatt prøver fra et slikt utslipp 27. oktober 1993, og analyser viser at disse stoffene kan komme fra vanlig motorolje eller dieselolje. Det foreligger også uanalyserte prøver fra tidligere slike utslipp, men disse er tydelig sammensatt også av tyngre oljer som eventuelt motorolje. Industriområdet ble etablert rundt 1990, omtrent årlige utslipp av denne type vil samlet sett ha kunne påvirket de lokale forholdene for krepsen meget sterkt. Særlig dieselolje er giftig for vannlevende organismer selv i små mengder, og kan medføre akutt toksiske forhold. Generelt vil imidlertid begrensede utslipp av diesel til innsjøer ikke ha stor effekt på bunnlevende organismer fordi den både flyter oppå og fordampes relativt lett.

FORSURING

Moensvatnet synes ikke å være særlig påvirket av sur nedbør. Gjennom hele sommeren 1993 var pH-verdiene ute i innsjøen på over 6,3, samtidig som næringsmiddeltilsynets badevannsundersøkelse viste gjennomgående pH-verdier langs land på rundt 7,0.



Det ble imidlertid målt pH-verdier i hovedtilførselskilden fra vest på 5,6 i oktober 1993, og i 1991 ble det rapportert om pH-verdier under 5.0 i denne bekken (Akselberg & Troneng 1987; Nashoug 1991). Siden dette utgjør hovedtilførselen til Moensvatnet, vil en i perioder kunne oppleve at forholdene i innsjøen kan komme ned mot grensen for hva som er ønskelig for krepsen. Denne bekken inneholder også store mengder aluminium, som ved lave pH-verdier i større grad vil opptre som labilt og giftig aluminium. Ved konsentrasjoner over 40 : g/l kan dette være giftig for fisk, fordi det felles på gjellene. Slike konsentrasjoner antas å ha opptrådt i korte perioder.

Det er derfor i denne sammenheng presentert et forslag til kalkingsopplegg for å sikre vannkvaliteten i Moensvatnet, men det foreligger ikke målinger av vannkvalitet i Moensvatnet som skulle tilsi en iverksettelse av kalking ennå. En overvåking av surheten i Moensvatnet gjennom vinterhalvåret vil imidlertid kunne avklare dette. Det utelukkes ikke at de sære værforholdene i januar 1993 også kan ha medført en surstøtepisode i Moensvatnet, slik en observerte flere andre steder i Hordaland (Hindar mfl. 1993).

Det er lite sannsynlig at utpumpingen av grunnvann ved bredden av Moensvatnet kan ha påvirket vannkvaliteten i innsjøen, både fordi omfanget av utpumpingen var begrenset til en relativt kort periode, og fordi vannet som ble pumpet opp ble sluppet tilbake til innsjøen. En framtidig permanent utpumping vil imidlertid kunne påvirke vannkvaliteten noe, ved at fjerning av grunnvann med god vannkvalitet kan øke betydningen av den største tilførselsbekken for den generelle vannkvaliteten i Moensvatn. Dette kan imidlertid kompenseres med gjennomføring av et eventuelt kalkingsprogram. Dersom utpumpingen også vil medføre en nedtapping av Moensvatnet med særlig mer enn 25 cm, vil dette være mer dramatisk for en eventuell krepsebestand.

VIDERE FORVALTNING

Den videre forvaltning av krepsebestanden vil bestå av først å få fastslått hvorvidt der er kreps igjen i innsjøen. Dette bør gjennomføres ved dykking til våren. Dersom det er en levedyktig bestand igjen, bør både bestandsbevarende og vannkvalitetsforbedrende tiltak settes i verk. Det gjelder både begrensninger i beskatning (fredning), eventuell kalking av innsjøen og den viktigste tilførselsbekken, samt reduksjoner i tilførsler fra jordbruk og industri. En enkel kalkingsplan er derfor utarbeidet.

Dersom det viser seg å ikke lenger være en krepsebestand i Moensvatnet, kan en vurdere å sette ut ny kreps. Det er imidlertid nå sannsynligvis ikke tilfredsstillende forhold for kreps i Moensvatnet, slik at et slikt tiltak neppe vil være vellykket i seg selv. Ettersom krepsebestanden i Moensvatnet sannsynligvis er blitt gradvis redusert over flere år, tyder det på at forholdene har utviklet seg mot generelt utilfredsstillende forhold for kreps, og at tilbakegangen ikke bare kan forklares med enkeltstående katastrofer. En bør derfor også gjennomføre de ovenfor nevnte vannkvalitetsforbedrende tiltak før en går til det skritt å sette ut ny kreps i Moensvatnet.



KALKINGSOPPLEGG FOR MOENSVATNET

Ved utarbeidelse av kalkingsprogram for en innsjø tas det hensyn til vannmengder, vannutskiftingshyppighet og vannkvalitet. I våre beregninger har vi både tatt utgangspunkt i Kalkingshåndboken, utarbeidet av Direktoratet for Naturforvaltning (DN 1990), men også de vurderingen Enge (1992) har utført for kalkingsprosjektene i Rogaland. Hvor ofte en innsjø skal kalkes, avhenger av innsjøens vannutskifting. En innsjø med hyppig utskifting av vannmassene må nødvendigvis kalkes oftere enn en innsjø der vannet har lang oppholdstid.

Kalkmengdene som skal benyttes beregnes fra det samlede vannvolumet som skal bufres, - altså både innsjøens volum og dens vannkvalitet, samt mengde tilrenningsvann i perioden fram til neste kalking og dette vannets kvalitet. Surt vann trenger vesentlig mer kalk for å bufres enn mindre surt vann, og mengden kalk forholder seg direkte til mengde vann som skal bufres. Det betyr igjen at det ved førstegangs kalking ofte vil medgå vesentlig mer kalk enn ved gjenkalking, fordi innsjøens vannkvalitet da i mange tilfeller vil være vesentlig bedre enn den var før kalkingen startet.

Med bakgrunn i den aktuelle gjenforsuringshastighet som innsjøer i Rogaland oppviser, kan det imidlertid synes som om kalkingshåndboken overestimerer kalkingsbehovet. Erfaringene fra Rogaland viser da også at hyppigere kalking gir vesentlig lavere kalkbehov enn hva Kalkingshåndboken angir, - faktisk ned i 1/3 av mengdene i gjennomsnitt (Enge 1992). For prosjektene i Rogaland anbefales faktisk derfor en årlig kalking, selv om Kalkingshåndboken antyder sjeldnere.

Gjennomføringen av kalkingen bør foregå mest mulig i tråd med kalkingshåndboken (DN 1990). All innsjøkalking foregår ved at kalken spres fritt i vannmassene, slik at hele vannvolumet kalkes. En kan imidlertid også oppnå positiv effekt ved å blande inn skjellsand i grusen i tilførselsbekkene.

MOENSVATNET

Moensvatnet har en oppholdstid på vannet som gjør at kalking av innsjøen kan skje hvert tredje år. Dersom en antar at pH i minimumsperioden er 6.0 og i gjennomsnitt 6.1, trengs det 0,3 gram CaCO_3 pr. m^3 vann. Ettersom det er 3,8 millioner m^3 i innsjøen som skal kalkes, trengs det 1,35 tonn CaCO_3 . Dersom en benytter en finmalt kalktype med god oppløsning ved pH 6.0 og en kalkkvalitet på 90%, betyr det at en trenger 1,5 tonn kalk til selve innsjøen. Tilrenningen skal også kalkes, og det betyr at 3 års tilrenning på i gjennomsnitt 2,95 millioner m^3 med antatt pH på i gjennomsnitt 6,1. Det trengs da 2,65 tonn CaCO_3 for å kalke tilrenningen. Dette tilsvarer 3 tonn kalk av samme kvalitet som over. Dette betyr at det medgår 4,5 tonn finmalt kalk ved førstegangskalking av Moensvatnet. Mengdene ved gjenkalking etter tre år vil være avhengig av gjenforsuringshastighet, men sannsynligvis ligge noe lavere.

Ved å modifisere dette opplegget med de erfaringer Enge (1992) gjorde i Rogaland, vil vi anbefale at det eventuelt foretas kalking annet hvert år, med 1,5 tonn kalk første året og siden 1 tonn i innsjøen. Samtidig bør det foretas en deponering av ett tonn skjellsand i det meste av i kanalens lengde ved industriområdet. Kalking bør foretas for kanalens del i september og for innsjøens del gjerne i oktober.

Det må imidlertid understrekes at et slikt kalkingsprosjekt bør overvåkes nøye med hensyn på kalkens virkning og hastigheten av gjenforsuringprosessen, slik at en kan justere opplegget underveis. Det anbefales derfor månedlige pH-målinger i innsjøen (ved utløpet) og i utløpet av tilførselsbekken som også blir kalket.



REFERANSELISTE

- AKSELBERG, Ø. & TRONENG 1987.
Forurensningssituasjonen i Vossovassdraget.
Tilførsler av forurensningskomponenter fra ulike kilder til Vangsvatnet på Voss.
Hovedfagsoppgave ved Telemark distriktshøyskole, 110 sider + 24 sider vedlegg.
- BRETTUM, P. 1989.
Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton.
NIVA-rapport nr. 2344, 11 sider.
- DN 1990.
Håndbok i kalking av surt vann.
Direktoratet for Naturforvaltning, Håndbok nr. 1, ISSN 0802-8370, 52 sider.
- ENGE, E. 1992.
Økonomisk optimalisering av innsjøkalking ved hjelp av simuleringer.
Kapittel 9 i DN-notat 1992-5: Vassdragskalking - strategi og effekter. Referat fra FoU-seminar i 1992.
- HINDAR, A., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993.
Betydning av sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993.
NIVA-rapport 2917, 42 sider.
- JOHNSEN, G.H. 1992
Forvaltningsplan for Krepse-bestanden i Moensvatnet, Voss i Hordaland
Rådgivende Biologer, rapport nr. 70, 18 sider.
- JOHNSEN, G.H. 1992
Beskrivelse av hendelsesforløp og årsaksforhold ved akutt høy dødelighet på fisken hos Kvernsmolt as. i september 1992.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 74, 22 sider.
- ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992.
Miljørelaterte tilstander.
Side 279-287 i: T.T.Poppe (red.): Fiskehelse, Sykdommer, Behandling, Forebygging.
John Grieg Forlag, 422 sider.
- SFT 1992.
Veiledning: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon.
ISBN 82-7655-085-1, 32 sider.
- NVE 1987.
Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960.
NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.
- VOLLENWEIDER, R.A. 1976
Advances in defining critical loading levels for phosphorous in lake eutrophication.
Mem.lst.Ital.Idrobiol., 33, sidene 53-83.



DATAVEDLEGG

TABELL 11: Analyseresultatene fra de tre algeprøvene tatt i Moensvatnet i 1993. Prøvene er tatt som blandprøve fra vannsøylens øverste seks meter ved det dypeste punktet i innsjøen. Algeantallet er angitt som millioner celler per liter, og algemengdene (volumet) som mg pr. liter. Prøvene er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE	27. MAI 1993		13. JULI 1993		12. OKTOBER 1993	
	antall	volum	antall	volum/l	antall	volum/l
KISELALGER (Bacillariophyceae)						
<u>Synedra</u> sp.	7.000	0,0032	7.000	0,0032	-	-
Diatome indet.	35.000	0,0175	-	-	-	-
GRØNNALGER (Chlorophyceae)						
<u>Elekatothrix</u> sp.	-	-	-	-	161.000	0,0219
<u>Ankistrodesmus setigerus</u>	21.000	0,0025	-	-	-	-
<u>Ankistrodesmus</u> spp.	-	-	3.654.000	0,0877	427.000	0,0102
<u>Cosmarium</u> sp.	28.00	0,028	-	-	-	-
<u>Crucigeniella</u> sp.	-	-	-	-	497.000	0,0070
Chlorophyceae indet 1.	-	-	168.000	0,0007	-	-
Chlorophyceae indet 2.	-	-	14.000	0,0025	-	-
Chlorophyceae indet	175.000	0,035	-	-	14.000	0,0053
KRYPTOALGER (Chryptophyceae)						
<u>Rhodomonas</u> sp.	1.890.000	0,0945	990.000	0,0792	161.000	0,0081
<u>Chryptomonas</u> sp.	77.000	0,077	49.000	0,049	7.000	0,0070
GULLALGER (Chrysophyceae)						
<u>Dinobryon borgei</u>	-	-	-	-	7.000	0,0006
DINOFLAGELLATER (Dinophyceae)						
<u>Gymnodinium</u> sp.	-	-	14.000	0,007	-	-
<u>Ceratium hirundinella</u>	-	-	-	-	1.600	0,0280
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)						
<u>Aphanocapsa</u> sp. (koloni)	-	-	4.284.000	0,4284	-	-
<u>Gloeocapsa</u> sp.	-	-	28.000	0,0028	-	-
<u>Microcystis</u> sp.	-	-	56.000	0,0008	-	-
<u>Chroococcus</u> sp.	49.000	0,0088	-	-	7.000	0,0070
FLAGELLATER OG MONADER						
Celler < 5: m	7.350.000	0,3094	1.980.000	0,0277	2.898.000	0,0406
Celler > 5: m	3.276.000	0,5897	658.000	0,0744	196.000	0,0127
SAMLET						
	12.908.000	1.1656	11.902.000	0,7634	4.376.000	0,1484