

RAPPORT LNR 3340-95

Vegetasjon
i Molaugsvann
Frafjordvassdraget
Rogaland

En vurdering av tilgroing
og mulige konsekvenser av
kalkning

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-93082	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3340:95	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: Vannvegetasjon i Molaugvann, Frafjordvassdraget, Rogaland. En vurdering av tilgroing og mulige konsekvenser av kalking.	Dato: 06.11.95	Trykket: NIVA 1995
	Faggruppe: kalking	
Forfatter(e): Tor Erik Brandrud	Geografisk område: Rogaland	
	Antall sider: 15	Opplag:

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Rogaland	Oppdragsg. ref.:
---	------------------

Ekstrakt:

Molaugvann er karakterisert av betydelige arealer av vannvegetasjon dominert av krypsiv og stivt brasmegras. Krypsiv har forårsaket endel tilgroingsproblemer etter innsjøkalking andre steder i Rogaland. Vannvegetasjonen er pga. stor gjennomstrømning og flompåvirkning mer eller mindre ustabil og fluktuerende i deler av innsjøen. Tilgroingsfaren i forbindelse med kalking blir vurdert som relativt liten, pga. kalkingsstrategi (doserer) og ustabilitet i vegetasjon og bunnforhold. Endel beskyttede arealer i noe dypere områder kan imidlertid synes velegnet for etablering av krypsiv etter kalking.

4 emneord, norske

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

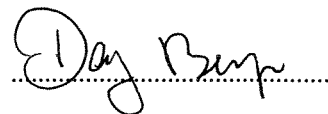
4 emneord, engelske

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder



For administrasjonen



ISBN 82-577-2869-1

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING (NIVA)

**Vannvegetasjon i Molaugvann,
Frafjordvassdraget, Rogaland**

**En vurdering av tilgroing
og mulige konsekvenser
av kalking.**

Tor Erik Brandrud

FORORD

Den foreliggende undersøkelsen er utført på oppdrag av Fylkesmannen i Rogaland, og er finansiert av samme instans.

Feltarbeid og utarbeidelse av rapporten er utført av Tor Erik Brandrud, NIVA. Espen Enge og Per Terje Haaland fra Fylkesmannens miljøvern avdeling har bidratt med opplysninger og har også deltatt på befaring til Molaugvann. Sistnevnte har også gått igjennom og korrigert manuskriptet.

Resultatene fra undersøkelsen er tidligere presentert som et foreløpig notat av 24. mai 1993. Bortsett fra utarbeidelse av et vegetasjonskart, samt oppdatering av innledning, er den foreliggende rapporten ubetydelig endret i forhold til notatet.

INNHOILDSFORTEGNELSE

	side
SAMMENDRAG	4
1. INNLEDNING	5
2. MATERIALE OG METODER	6
3. VEGETASJONSBESKRIVELSE	7
3.1 Krypsiv-dominert vegetasjon	7
3.2 Brasmegras-dominert vegetasjon	8
3.3 Botnegras-dominert vegetasjon	8
3.4 Undersjøiske torvmosematter	8
3.5 Vegetasjonens lokalitetsvise fordeling	9
3.6 Arter som er underestimert eller ikke fanget opp i undersøkelsen	9
4. EN VURDERING AV VEGETASJONS-DYNAMIKK/TIDSUTVIKLING	10
5. MULIGE EFFEKTER AV KALKING	11
6. KONKLUSJON	12
7. LITTERATUR	13
VEDLEGG	14

SAMMENDRAG

- Molaugvann er karakterisert av (i) store gruntområder, (ii) stor gjennomstrømming og (iii) betydelige arealer med vannvegetasjon. Endel av gruntarealene er imidlertid for ustabile for vegetasjonsetablering pga. strømløp og flompåvirkning, og utformingen av vegetasjonstypene synes også i stor grad å være styrt av denne påvirkningen.
- Vegetasjon dominert av krypsiv eller stivt brasmegras når grunnen i Molaugvann, med krypsiv i bukter og nærmest elv- og bekkemunninger, samt nær strømløp, og brasmegrasenger i mer beskyttede områder med mer stabilt substrat.
- Tidligere undersøkelser samt observasjoner fra lokalkjente indikerer at de (sør)østre, og mest flompåvirkede delene av innsjøen har en mer ustabil og fluktuerende vannvegetasjon enn de (sør)vestre, men endel vegetasjonstrekk, bl.a. en kraftig krypsivvekst i en bukt i sørøst, synes å ha forekommet også i tidligere perioder.
- Det er ikke sikre indikasjoner på at krypsivvegetasjonen har gått fram i forhold til (den ofte mer stabile og opprinnelige) brasmegrasvegetasjonen de siste 20 årene.
- Tilgroingsfaren i Molaugvann i forbindelse med kalking blir vurdert som relativt liten, pga. kalkingsstrategi (kalkdoserer) og topografisk-hydrologiske forhold. Særlig den høye graden av gjennomstrømming og den sterke flompåvirkningen med store arealer av ustabil sand/fingrus tilsier liten grad av tilgroing.
- Det forekommer riktignok endel mer beskyttede arealer, særlig i dybdesonen 1,5-3(-4) m som kan synes velegnet for krypsivetablering.
- Eventuelle tendenser til tilgroing i disse områdene bør overvåkes.

1. INNLEDNING

Det er de siste årene observert en tilgroing av vannvegetasjon i kalkede innsjøer. Tilgroingen er hovedsakelig forårsaket av krypsiv.

Den grasaktige vannplanten krypsiv (*Juncus bulbosus* = *J. supinus*) har sin hovedutbredelse i kyststrøk av Sør- og Vestlandet, er fra tidligere kjent som en problemlante i forbindelse med vassdragsreguleringer (Rørslett m. fl. 1990). De første indikasjoner på en krypsivtilgroing etter kalking kom fra Dalane-området i Rogaland og fra Flekkefjord-området i Vest Agder omkring 1990. En spørreundersøkelse utført i 1992 av Fylkesmannen i Rogaland (Persson 1992) konkluderte med økt observert tilgroing i de fleste innsjøer som var kalket mer enn i 3 år. På bakgrunn av dette ble det i 1992 igangsatt en regional undersøkelse av vegetasjonsendringer etter kalking. Undersøkelsen, som utføres av NIVA i samarbeid med nederlandske forskere har vist en entydig sammenheng mellom kalking og framvekst av krypsiv i små til middelstore innsjøer (Brandrud 1994a,b, 1995a, Roelofs et al. 1994, Brandrud & Roelofs 1995). Tilgroingsproblemer etter kalking er imidlertid bare registrert vest for Kvinesdal.

Framvekst av krypsiv etter kalking ser primært ut til å skyldes en økning/overmetting av karbondioksid (CO₂) som vanligvis er begrensende vekstfaktor for denne planten (Roelofs m. fl. 1994, Brandrud 1994b, 1995a). Kalkingen representerer en betydelig tilførsel av inorganisk karbon (karbonat) som i et surt miljø frigjør CO₂. Dernest synes kraftig, aggressiv vekst å være betinget av høye konsentrasjoner av redusert nitrogen som frigis fra sedimentet ved tilførsel av kalk (Roelofs m. fl. 1994). Tilgroingsproblemene er som regel små ved indirekte kalking der en unngår en kalk-anrikning i sedimentet i gruntområdene. Det ser videre ut til å være betydelig år-til-år variasjon i vekstforholdene for krypsiv. Kraftigst vekst er registrert i regnfulle sommerhalvår, hvor mye tilsig av surt vann fører til reforsuring og økt produksjon av karbondioksid. De tørre somrene 1994-1995 har medført svært lave karbondioksid-konsentrasjoner i de kalkede innsjøene, og en stedvis markert tilbakegang av krypsiv.

De betydelige regionale og sesongmessige variasjonene i krypsivvekst gjør det vanskelig å anslå generelle grenseverdier for problemvekst. Imidlertid må det være riktig i forbindelse med nye kalkingsprosjekter i enkelte regioner å forsøke å gjøre en vurdering av "utsatthet" overfor krypsivtilgroing. Den foreliggende rapporten er, sammen med en utredning m.h.p. kalking av Otra (Brandrud 1995b), den første slike konsekvensvurderingen som er utført.

2. MATERIALE OG METODER

Det ble foretatt en befaring til Molaugvann 25. mars 1993. Her ble vannvegetasjonen kartlagt og registrert lokalitetsvis. Dominansforholdene er angitt etter standardmetodikk, dvs. en 5-delt, semikvantitativ skala.

Vegetasjonskart er utarbeidet på grunnlag av vegetasjonsskisse fra befaringen, samt flyfoto fra 21. juni 1977.

Undersøkelsen er begrenset til ekte vannvegetasjon, dvs. arter (høyere planter og moser) med hoveddelen av den grønne skuddmassen under vann.

3. VEGETASJONSBESKRIVELSE

Molaugvann er karakterisert av mye og relativt frodig vannvegetasjon, dominert av krypsiv og brasmegras.

Velutviklet vannvegetasjon forekom særlig på de mer stabile gruntområdene (tab. 1). Det var imidlertid bemerkelsesverdig lite vegetasjon dypere enn 2,5-3 m, til tross for tilfredsstillende lysforhold ned til ca 4 m på undersøkelsestidspunktet. To vegetasjonstyper pekte seg ut med høy arealmessig dekning; krypsiv-dominert vegetasjon, og stivt brasmegras-dominert vegetasjon (fig. 1, vedl.).

Tabell 1. Vannvegetasjon i Molaugvann, registrert 25.03.1993, fordelt på lokalitet A-E: lok. A: bukt i SØ, med tilliggende banker. lok B: omkring bekkeutløp i Ø. lok. C: NØ-siden, mot strømløp. lok. D: S-siden, midtpartiet. lok. E: bukt i SV, med tilliggende banker. Hyppighet av artene på lokalitetene er angitt med 5-delt skala: 1: sjelden. 2: spredt. 3: vanlig. 4: lokalt dominerende. 5: dominerende. *regnes gjerne som en sumpplante, men opptrer i Molaugvann som mer eller mindre neddykket vannplante

**kun registrert som drivmateriale

	A	B	C	D	E
kortskuddsvegetasjon:					
krypsiv (<i>Juncus bulbosus</i>)	5	4	5	2	3
stivt brasmegras (<i>Isoetes lacustris</i>)	4	4	1	3	5
botnegras (<i>Lobelia dortmanna</i>)	-	-	-	4	2
dysiv (<i>Juncus bulbosus</i> ssp. <i>kochii</i>)	3	3	-	-	-
sylblad (<i>Subularia aquatica</i>)	-	-	-	2	-
evjesoleie (<i>Ranunculus reptans</i>)	-	-	-	1	-
mannasøtgras (<i>Glyceria fluitans</i>)*	3	-	-	-	-
langskuddsvegetasjon:					
klovasshår (<i>Callitriche hamulata</i>)	-	2	1	-	-
vanlig tusenblad (<i>Myriophyllum alterniflorum</i>)	-	1	-	-	-
flytebladsvegetasjon:					
flótgras (<i>Sparganium angustifolium</i>)	3	2	-	-	-
moser:					
horntorvmose (<i>Sphagnum auriculatum</i>)	2	3(4)	3	1	2
nyremose (<i>Nardia compressa</i> **)	-	-	2	-	-
Sum:	6	7	5	6	4

3.1. Krypsiv-dominert vegetasjon

Krypsiv (*Juncus bulbosus*)-bestander opptrådte i noe forskjellige situasjoner, men gjennomgående relativt nær elve/bekkeutløp eller strømløp (fig. 1, vedl.). Lokalt ble det registrert innslag av flótgras (*Sparganium angustifolium*) i denne vegetasjonen, men normalt var krypsivet enerådende. Tre typer av krypsiv-dominert vegetasjon kan utskilles:

1. Pionér-vegetasjon på grunne, ustabile sand/grusbanker. Her opptrådte små klynger med frisktgrønne 1-3 år gamle planter i mosaikk med eksponert, lys sand og fingrus, og i kontakt med helt vegetasjonsfrie grusområder ved bekkeutløp. Denne vegetasjonen er åpenbart ustabil, og blir trolig mer eller mindre utradert ved flom.
2. Storvokste, eldre bestander på organisk bunn, på noe mer stabile felter langs strømløp, ved bekkeutløp og i etpar bukter. Flere av disse bestandene oppviste kraftig vekst, med lange, mer eller mindre sammenfiltrede skuddkjeder. Her ble det også registrert en (vekst)form med lange støtteblader, som ofte er regnet som en egen (under)art (dysiv; *Juncus kochii* = *J. nigriflorus*). Bare i én, grunn bukt ble det registrert "problemvekst" med mattedannende såter i vannoverflaten. Overflateskuddene så delvis frisktgrønne og levende ut, til tross for islegging tidligere i vinter (seinst 2 uker før undersøkelsen).
3. Sprede og småvokste individer på noe dypere vann (2-4 m). Lite vitale krypsiv-planter inngår hist og her på mudderbunn i litt dypere områder (gjerne nedenfor brasmegras-vegetasjonen), men generelt er vegetasjonen meget sparsom her. Unntaket er bukt i SV, der noe mer vitale krypsiv-bestander finnes ned til omtrent 3 meters dyp.

3.2. Brasmegras-dominert vegetasjon

Fint utviklede enger av stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) ble registrert over relativt store arealer av Molaugvann fra 1-2,5 meters dybde (fig. 1). Disse engene opptrådte delvis som et belte i dybdesoneringen nedenfor de strandnære krypsiv-områdene, delvis som en sone utenfor de "strømløpsnære" krypsiv-bestandene, dvs. på mer stabile områder, som normalt trolig ikke påvirkes under flom.

Brasmegrasengene var tette og frodige, samtidig som plantene var relativt høyvokste, forhold som indikerer at disse plantene blir gamle og er lite stress-utsatt. Enkelt-skudd av hornormose (*Sphagnum auriculatum*) fantes spredt men nokså jevnt fordelt som løse skudd "fanget" og stabilisert mellom brasmegras-plantene. Et lite innslag av botnegras (*Lobelia dortmanna*) ble registrert i ett delområde.

3.3. Botnegras-dominert vegetasjon

Et større område med botnegras-dominert vegetasjon forekom på grunne sandbanker relativt langt fra bekkeutløp og strømløp. Trolig er disse bankene utsatt for bølge- og iserosjon. Vegetasjonsdekket var flekkvis, med lys, ustabil sandbunn imellom. Flere følgearter ble registrert i disse vegetasjonsfeltene, først og fremst småvokste rosetter av stivt brasmegras, dernest enkelte overvintrede individer av pusleplantene sylblad (*Subularia aquatica*) og evjesoleie (*Ranunculus reptans*) (jfr. tab. 1).

3.4. Undersjøiske torvmosematter

Torvmosematter ble registrert i to meget avgrensede områder; ett gruntområde nær en bekk, og muligens med grunnvannspåvirkning. Her stod torvmosematterne i tilknytning til brasmegras-eng, med innslag både av vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) og klovasshår (*Callitriche hamulata*). Et annet, og mindre frodig område ble registrert på dypere vann (d = ca. 3 m), relativt nær strømløpet, i tilknytning til vegetasjonsløs mudderbunn.

3.5. Vegetasjonens lokalitetsvise fordeling

Bekkene, samt hovedelva med strømløp, og erosjons- og avsetningsmønstre i tilknytning til disse, synes i stor grad å styre vegetasjonsfordelingen, særlig av krypsiv i Molaugvann.

Vegetasjonen hadde klart størst utbredelse i den østre delen av vannet (fig. 1). I den vestre delen var vegetasjonen konsentrert til en bukt i sørvest, samt langs sørsiden (dvs. langs veien). Hele den nordvestre delen, og videre hele nordsiden var vegetasjonsfri, til tross for store gruntområder.

Innsjøen har kraftig gjennomstrømning ved flom, og langs nordsiden går det et bredt strømløp med ustabil sandbunn og bølgeslagsmerker. Strømløpet var ikke dypere enn tilliggende arealer, og her foregår det trolig en meget høy sedimentasjon under flom. Langs strømløpet ble det registrert en gradient med en smal detritus sone nærmest løpet, og innenfor dette en sone med kraftige krypsiv-bestander.

Midt på østsida kommer det ut etpar bekker, og her er det en krypsivsone nærmest land, og en brasmegrassone utenfor (ut mot et dypere, vegetasjonsfritt parti). På sørvestsida munner det ut noen mer flomsterke bekker, og her ble det registrert en gradient fra ustabil sand/fingrus innerst, via flekkvise, unge krypsiv-bestander og mer sluttet brasmegras-vegetasjon utover, til mer eller mindre vegetasjonsfrie områder på det dypeste. En bakevje helt i sørøst skilte seg ut med store, såteformete krypsiv-bestander på mer organisk bunn.

3.6. Arter som er underestimert eller ikke fanget opp i undersøkelsen

Det ble ialt registrert 12 vannplanter (hvorav to mosearter) (tab. 1), men den reelle artsdiversiteten kan muligens være noe høyere, pga. et lite optimalt undersøkelsestidspunkt. Undersøkelsen gir høyst sannsynligvis et reelt bilde av omfang og utbredelse av vannvegetasjonen, da de dominerende artene krypsiv og stivt brasmegras er utpreget vintergrønne og langlevete. Arter som normalt ikke er vintergrønne kan imidlertid være underestimert eller oversett i materialet. Av de registrerte artene gjelder dette først og fremst flótgras (*Sparganium angustifolium*) og sylblad (*Subularia aquatica*). Visne flótgras-planter ble observert étt sted der det i virkeligheten trolig står et tett bestand. Enkelte, mindre bestand kan trolig være oversett. Sylblad er bare observert med nedvisnete fruktstandere, og er trolig underestimert. Mykt brasmegras (*Isoetes echinospora* = *I. setacea*) ble ikke registrert i 1993, men kan finnes, fordi den er registrert tidligere (Abrahamsen m. fl. 1972), og fordi den gjerne visner mer eller mindre ned på vinteren, og er vanskelig å få øye på før den kommer med nye skudd om våren.

4. EN VURDERING AV VEGETASJONSDYNAMIKK/TIDSUTVIKLING

Vegetasjonsforholdene i Molaugvann har forandret seg lite de seinere tiår, men de (sør)østre, og mest flompåvirkede delene av innsjøen synes å ha en mer ustabil og fluktuerende vannvegetasjon enn de (sør)vestre.

Ifølge Per Terje Haaland som er lokalkjent i området tilbake til 1950-tallet, er ikke vegetasjonsforholdene i dag vesensforskjellig fra slik det har vært tidligere. Riktignok har det skjedd noe svingninger i vegetasjonsbestandene i forbindelse med flomepisoder, men krypsivfeltet i bakevja i sørøst er ikke noe nytt fenomen, og det har vært observert vegetasjonsbestander i overflaten også tidligere.

I en rapport vedrørende endel ikke-regulerte Rogalandsvassdrag (Abrahamsen m.fl. 1972), ble det gitt en kort beskrivelse av vegetasjonsforholdene i Molaugvann (ikke undersøkt av botaniker). Her framgår det at omkring 1970 var største delen av de grunne områdene i øst vegetasjonsløse, og den sterke gjennomstrømningen med hyppige forstyrrelser i grusavsetningene blir anført som hovedårsak. Det kan altså tyde på at mer flomutsatte områdene, særlig i sørøst, var "rensket" omkring 1970, og at vegetasjonen har bygd seg opp igjen endel siden dengang.

Generelt synes vegetasjonen i vestenden å ha vært like frodig og utbredt omkring 1970 som idag, noe som kan indikere at vegetasjonen her er langt mer stabil, mens forholdene i østenden fluktuerer en god del pga. flom. Dette gjelder særlig de grunne sand/grusbankene som enkelte år kan bunnfryse (Haaland, pers. medd.). Her er det idag betydelig innslag av ung, pionér-preget krypsivvegetasjon.

Det er imidlertid såvidt vanskelig å kjenne seg igjen når det gjelder endel forekomster og dominansforhold i beskrivelsen hos Abrahamsen m.fl. (1972), at vi antar at denne er basert på noe mangelfulle observasjoner. Bl.a. er ikke botnegras (*Lobelia dortmanna*) angitt, en art som ifølge Per Terje Haaland også tidligere fantes i innsjøen. Videre angis stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) med beskjedne forekomst, og det er ingenting i beskrivelsen fra 1972 som tyder på at denne arten dannet massive enger ("endel innslag av...stivt brasmegras"). Dette står i kontrast til dagens situasjon, og vi har all grunn til å tro at engene med stivt brasmegras representerer det mest stabile elementet i innsjøen, på områder som ikke blir påvirket av flom, f.eks. i områder i sørvestenden, som også tidligere hadde rikelig med vegetasjon. Vi antar m.a.o. at disse engene er underestimert fra undersøkelsene omkring 1970.

5. MULIGE EFFEKTER AV KALKING

Molaugvann skiller seg fra innsjøer med tilgroingsproblemer både m.h.p. kalkingsstrategi og topografisk-hydrologiske forhold, og de vegetasjonsmessige effekter av kalkingen forventes å bli små.

Det er observert kraftig tilgroing av krypsiv i endel kalkede innsjøer i Rogaland (Persson 1992, Brandrud 1994a,b, 1995). Felles ved disse er at de (i) ligger i lavlandet, (ii) er små til middels store med grunne vikar og bukter, (iii) ble kalket første gang før 1990 og (iv) har mottatt tildels store kalkmengder. Molaugvann skal primært kalkes indirekte v.h.a. kalkdoserer oppstrøms. Dette innebærer at sedimentet ikke blir anrikt med kalk, noe som antageligvis reduserer faren for tilgroing betraktelig. Molaugvann skiller seg videre topografisk-hydrologisk fra de typiske "problem-innsjøene", først og fremst pga. sin "elvekarakter". Følgende forhold kan anføres som forskjellig fra innsjøene med tilgroing:

1. Større gjennomstrømning
2. Grovere, mindre organisk og mer ustabil substrat
3. Mindre sure vannmasser (pH ca. 5.0)
4. Dypvannsvegetasjonen mangler nærmest helt.

Alle disse fire faktorene taler i retning av at det er mindre sannsynlig med en økt tilgroing ved kalking i Molaugvann i forhold til de overnevnte "problem-innsjøene". Grovt, uorganisk og ustabil substrat er ikke spesielt egnet for tilgroing, som regel heller ikke for krypsiv (jfr. Rørslett m. fl. 1990). Dette substratet gjelder særlig for de grunne områdene i sørøst i Molaugvann. Den krypsivdominerte vegetasjonen her synes å være styrt av flomaktiviteten (med erosjon og opprenskning under flom), og disse ustabile sand/grusbankene vil derfor neppe endre karakter etter kalking.

De moderat sure vannmassene kan også trolig være en nøkkelfaktor m.h.p. tilgroing ved kalking. Moderat surhet tilsier at omsetningen i sedimentet er rimelig god, - iallefall bedre enn i de sureste innsjøene, og omsetningsforholdene vil dermed heller ikke bli så drastisk endret som i et ekstremt forsuret, organisk sediment. Med dagens vannkvalitet, skulle det helle ikke være nødvendig med så høy kalkingsdose som i endel andre vassdrag.

De potensielt utsatte tilgroingsområdene i Molaugvann, vil trolig være de mer stabile partiene lengre vekk fra bekkeutløp og elvas hovedstrømløp. Disse partiene er idag dels dekket av kortvokst og "uproblematisk" brasmegras eng, og dels av vegetasjonsløse partier (dypere enn 2,5-3 m). Vi har ingen forklaring på hvorfor ikke f.eks. krypsiv i dag gror bedre på de store arealene med stabil mudderbunn i dybdesonen 2-3(-4) m i Molaugvann. Spredte, nedmudrete skudd finnes imidlertid i hele denne sonen, og det skal antageligvis lite til før disse partiene vil kunne gro til med krypsiv, som i "problem-innsjøene" danner massive bestander ned til ca. 3-4 m.

Undersøkelser fra Nederland tilsier at krypsiv normalt er begrenset av tilgjengelig CO₂ i vannmassen (Roelofs et al. 1984), og at periodevis overmetning av CO₂ kan være en nøkkelfaktor ved problemvekst i forbindelse med kalking (Brandrud & Roelofs 1995). På denne bakgrunn må man anta at gjennomstrømningsområder (slik som i nord, vest og sørøst i Molaugvann) i utgangspunktet vil bli mindre påvirket, pga. at tilgangen på CO₂ er bedre i rennende vann enn i stillestående. Imidlertid ser det ut til at utløps/innløps områder med stor gjennomstrømning i enkelte av "problem-innsjøene" (f.eks. Heimre Fagervann i Lund) trolig har hatt en like stor tilgroing som resten av vannet, slik at betydningen av strøm her er usikker.

6. KONKLUSJON

Indirekte kalking av Molaugvann bør kunne gjennomføres uten at det oppstår vegetasjonsproblemer, men utviklingen av krypsiv bør overvåkes.

Vi vet ennå for lite om dynamikken og grenseverdiene omkring kalking/tilgroing til å kunne gjøre en entydig vurdering av konsekvenser for Molaugvann. Molaugvann skiller seg endel fra de kalkede innsjøene i regionen som har fått størst tilgroingsproblemer, og det er bl.a. flere trekk ved innsjøens hydrologi som indikerer at Molaugvann *ikke* vil få (store) krypsivproblemer ved kalking. Dette gjelder særlig de forholdsvis store, strømpåvirkede områdene, og vi kan slå fast med temmelig stor sikkerhet at Molaugvann ikke vil bli utsatt for massiv tilgroing ned til 3-4 meters dybde, slik det har vært tilfelle i endel innsjøer i Sokndal-Flekkefjordsområdet. Det er imidlertid mulig at de mer strømbeskyttede og stabile, samt noe dypere områdene i Molaugvann kan bli utsatt for "problemvekst".

I dag har mange av disse potensielle tilgroingsområdene spredte forekomster av lite vitale, nedmudrete krypsivplanter. Det er sannsynlig at man i en tidlig fase vil kunne fange opp tendenser til eventuelt økt vekst hos disse plantene, på samme måte som man f.eks. i en tidlig fase vil kunne fange opp om det skjer en overvoksning av krypsiv i de opprinnelige brasmegras-bestandene. Det vil også være mulig å registrere om det skjer betydelig økning i CO₂-produksjonen i sedimentet.

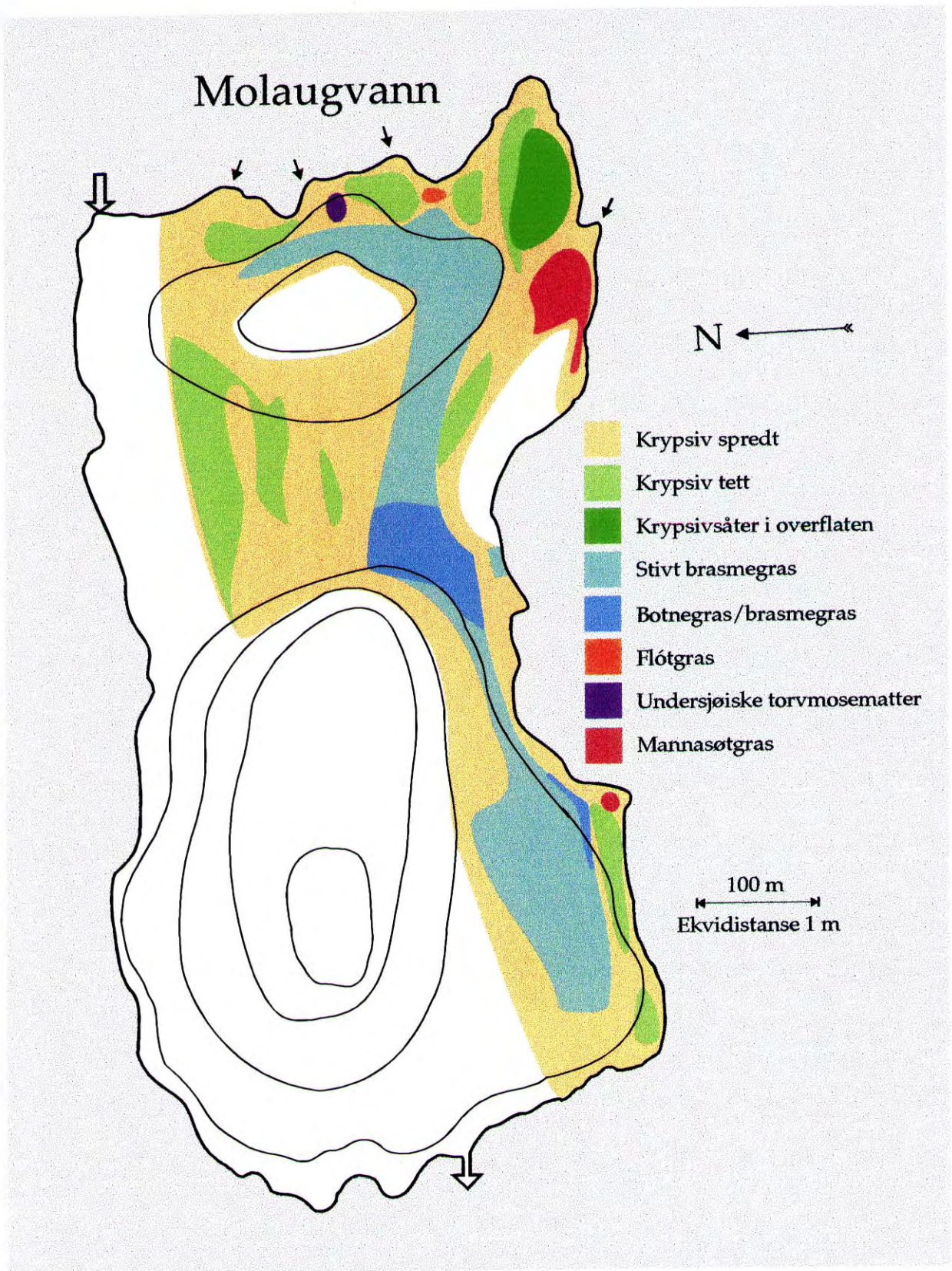
På denne måten skulle det være mulig å kunne registrere eventuelle begynnende tilgroingsproblemer på et tidlig stadium, slik at kalkingsstrategien for vassdraget i så fall kan bli revudert. Vi vil derfor foreslå en begrenset overvåking av krypsivbestandene i Molaugvann, med 1-2 års intervaller.

På denne bakgrunnen kan vi ikke se at det er grunnlag for å fraråde en kalking oppstrøms Molaugvann pga. faren for tilgroing. Av hensyn til krypsivvekst bør man imidlertid unngå overkalking generelt, og spesielt høye kalkingsdoser spredd direkte på innsjøen.

7. LITTERATUR

- Abrahamsen, J., Solbakken & Frøyland-Pallesen, P. 1972. Om naturvitenskapelige interesser knyttet til uregulerte og "ubetydelig" regulerte vassdrag. Fylkeskompendium for Rogaland I. Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, Universitetet i Oslo 1972.
- Brandrud, T.E. 1994a. Effekter av kalking på vannvegetasjon. [i:] Romundstad, A.J. Kalking av vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1992. Direktoratet for naturforvaltning notat 1994-2: 226-227. Trondheim.
- Brandrud, T.E. 1994b. Effekter av kalking på vannvegetasjon. [i:] Romundstad, A.J. FoU-virksomhet kalking. Årsrapporter 1993. Direktoratet for naturforvaltning notat 1994-14: 185-189. Trondheim.
- Brandrud, T.E. 1995a. Effekter av kalking på vannvegetasjon og krypsivvekst. [i:] Romundstad, A.J. FoU-virksomhet kalking. Årsrapporter 1994. Direktoratet for naturforvaltning notat 1995 (under trykking). Trondheim.
- Brandrud, T.E. 1995b. Virkning av kalking på krypsiv og annen begroing i Otravassdraget. NIVA-rapp. 3266 (O-95121), Oslo.
- Brandrud, T.E. & Roelofs, J.G.M. 1995. Enhanced growth of the macromycete *Juncus bulbosus* in S Norwegian limed lakes. A regional survey. *Water, Air & Soil Pollution* (submitted).
- Persson, U. 1992. Ekspansjon av krypsiv (*Juncus bulbosus* L.) i kalkede vann i Rogaland. Fylkesmannen i Rogaland, miljøvernavd. Miljønotat 2-1992.
- Roelofs, J.G.M., Schuurkes, J.A.A.R. & Smits, A.J.M. 1984. Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters. II. Experimental studies. *Aquat. Bot.* 18: 389-411.
- Roelofs, J.G.M., Brandrud, T.E. & Smolders, A.J.P. 1994. Massive expansion of *Juncus bulbosus* L. after liming of acidified SW Norwegian lakes. *Aquat. Bot.* 48: 187-202.
- Rørslett, B., Brandrud, T.E. & Johansen, S.W. 1990. Tilgroing i terskelbasseng i Otra ved Valle. Problemanalyse og forslag om tiltak. NIVA-rapp. nr. 2442, Oslo.

Vedlegg



Figur 1. Vegetasjonskart over Molaugvann. Basert på befaring 25 mars 1993.

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3340-95.

ISBN 82-577-2869-1