

RAPPORT LNR 3759-97

Tiltak mot krypsiv

Vegetasjonsfjerning i
Sveindalområdet i
Mandalsvassdraget 1996



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Tiltak mot krypsiv. Vegetasjonsfjerning i Sveindalsområdet i Mandalsvassdraget 1996	Løpenr. (for bestilling) 3759-97	Dato 10.12.97
	Prosjektnr. Undernr. O-96243	Sider Pris 26
Forfatter(e) Tor Erik Brandrud Stein W. Johansen	Fagområde Vassdragsregulering	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Flerbruksplan for Mandalsvassdraget	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

Krypsiv(-torvmose) vegetasjon dominerer på stilleflytende strekninger i Mandalsvassdraget, og det har på strekninger nedstrøms utløp av kraftverk (særlig Håverstad-Sveindal) vært en kraftig tilgroing de seinere tiår. Arealomfang og tetthet av bestandene har nå nådd et metningspunkt, og har forandret seg lite 1993-1997. Tilgroingsproblemene er vurdert hovedsakelig å være forårsaket av regulering. Det ble i 1996 foretatt krypsiv-fjerning med vanngående slåmaskin i deler av problemområdene rundt Sveindal. Slåmaskinen har utført en relativt effektiv fjerning av plantemateriale og mudder omkring 1 meters dybde der den har fått tatt helt ned til sediment-overflaten. Imidlertid ble begrensede arealer slått i 1996 pga. begrenset framkommelighet. Arealdekningen av krypsiv ble redusert til 30%: 70% av arealet ble snauskrapet, med en anslagsvis fjerning av 80% av plantebiomasse og mudder. Framvekst av meget frodige, enkeltstående planter fra gjenværende planterester ett år etter slått tilsier at tette krypsivbestander er tilbake forholdsvis få år (ca 3-5 år) etter vegetasjonsfjerning. Forsøk med manuell rydding av små arealer gav 98-99% vegetasjonsfjerning, med ubetydelig re-etablering etter ett år. Vegetasjonsfjerning med slåmaskin vurderes som såvidt vellykket at det bør gjentas (trolig hvert 3.-5. år), men da ved forskjellige vannføringer for å komme til ulike dybdeområder. Vegetasjonsfjerning med slåmaskin bør også kombineres med andre tiltak; manuell rydding/opprensning, spyleflommer og innfrysning i gruntområder.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Mandalselva Krypsiv Tiltak Høsting 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> The Mandal river Juncus bulbosus Abatement measures Harvesting
--	--


Tor Erik Brandrud
Prosjektleder

ISBN 82-577-3331-8


Dag Berge
Forskningsssjef

Tiltak mot krypsiv

Vegetasjonsfjerning i Sveindalområdet i Mandalsvassdraget 1996

Prosjektleder: Tor Erik Brandrud
Medarbeider: Stein W. Johansen

Forord

NIVA har i 1996 og 1997 på oppdrag fra Flerbruksplan Mandalsvassdraget undersøkt effekter av tiltak mot krypsiv (vegetasjonsfjerning med slåmaskin).

Feltarbeidet er utført av Tor Erik Brandrud og Stein W. Johansen, som også har forfattet rapporten.

Det er benyttet data for vannføring 1996 fra NVE.

Prosjektleder Svein Haugland, Fylkesmannen i Vest-Agder har vært kontaktperson og takkes for godt samarbeid og bistand med diverse informasjon.

Driftspersonalet ved Skjerka Kraftstasjon takkes for bistand med båt og annet nødvendig utstyr. Kantinepersonalet ved stasjonen takkes for all mulig velvillighet når det gjelder innkvartering.

Oslo, 18. desember 1997

Tor Erik Brandrud

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Beskrivelse av tilgroingsområdene	7
1.2 Årsaker til problemvekst med krypsiv i Mandalsvassdraget	7
2. Materiale og metoder	9
2.1 Materiale	9
2.2 Metoder	10
3. Effekter av vegetasjonsfjerning	11
3.1 Vegetasjonsfjerning med slåmaskin	11
3.2 Manuelt renskede felter	15
3.3 Sammenligning med vegetasjonsfjerning i Otra	16
4. Tidsutvikling i krypsivbestandene i Mandalsvassdraget 1993-97	16
5. Samlet vurdering av vegetasjonsfjerningen	18
6. Litteratur	20
Vedlegg	21

Sammendrag

Krypsiv(-torvmose) vegetasjon dominerer på stilleflytende strekninger i Mandalsvassdraget, og det har på strekninger nedstrøms utløp av kraftverk (særlig Håverstad-Sveindal) vært en kraftig tilgroing de seinere tiår. Arealomfang og tetthet av bestandene har nå nådd et metningspunkt, og har forandret seg lite i perioden 1993-1997.

Tilgroingsproblemene er vurdert hovedsakelig å være forårsaket av regulering.

Det ble i 1996 foretatt krypsivfjerning vmd vanngående slåmaskin i deler av problemområdene rundt Sveindal.

Slåmaskinen har utført en relativt effektiv fjerning av plantemateriale og mudder omkring 1 meters dybde på jevn sandbunn der den har kommet helt ned til sedimentoverflaten. Imidlertid ble begrensede arealer slått i 1996 pga. begrenset framkommelighet.

Arealdekningen av krypsiv ble redusert til 30% der maskinen har kommet til. Dvs. at 70% av arealet ble helt snauskrapt, med en anslagsvis fjerning av 80% av plantebiomasse og mudder.

Framvekst av meget frodige, enkeltstående planter fra gjenværende planterester étt år etter slått tilsier at tette krypsivbestander er tilbake forholdsvis få år (ca 3-5 år) etter vegetasjonsfjerning.

Forsøk med manuell rydding av små arealer gav 98-99% vegetasjonsfjerning, med ubetydelig re-etablering etter étt år.

Vegetasjonsfjerning med slåmaskin vurderes som såvidt vellykket at det bør gjentas (trolig hvert 3.-5. år), men da ved forskjellige vannføringer for å komme til ulike dybdeområder.

Vegetasjonsfjerning med slåmaskin bør også kombineres med andre tiltak; manuell rydding/opprensning, spyleflommer og innfrysning i gruntområder.

1. Innledning

Krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) er av de få norske vannplantene som kan forårsake massiv tilgroing og problemvekst til sjenanse for ulike brukergrupper og i det lange løp sannsynligvis også en trussel mot det biologiske mangfoldet. Problemvekst er særlig registrert i (i) stilleflytende, regulerte elver, og (ii) kalkede innsjøer, og felles er at problemet først og fremst er knyttet til kyststrøk på Sør- og Vestlandet.

Det har i enkelte vassdrag vært lagt ned en betydelig innsats for å kartlegge problemomfang og årsaker til problemvekst (se f.eks. Rørslett m. fl. 1990, Johansen 1993, DN 1995). Dette vet vi nå forholdsvis mye om, selvom kunnskapen i liten grad er samlet i en oversiktlig form (jfr. Faugli m. fl. 1993, Brandrud 1996). Nylig har en også kommet over i en fase med utprøving av tiltak (Rørslett 1991, Brandrud & Johansen 1992, Rørslett 1997), men her vet vi ennå for lite.

Et av de områdene hvor det er utprøvd tiltak er Mandalselva, som ved siden av Otra er det vassdraget som har mest omfattende tilgroingsproblemer med krypsiv. I Mandalselva ble det i 1996 foretatt en vegetasjonsfjerning ved hjelp av en vanngående slåmaskin (Watermaster RS 2000). Prøveprosjektet ble utført i Sveindalsområdet, som også er det området som har mest omfattende problemvekst med krypsiv i Mandalsvassdraget (Johansen 1993). Vegetasjonsfjerningen ble foretatt i perioden 31.08-07.09.1996, i en periode med lav vannføring i Mandalselva (jfr. fig. 2).

Det foreliggende prosjektet har tre hovedmålsettinger; (i) registrere omfanget og den umiddelbare effekten av vegetasjonsfjerningen (situasjon før/etter), (ii) overvåke utviklingen og re-etableringen av krypsiv etter tiltaket, og (iii) evaluere egnetheten av tiltaket i forhold til andre, mulige bekjempningstiltak.

Fakta om krypsiv

Krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) er en flerårig, opp til 3 meter lang, grasaktig vannplante. Ved siden av vasspest (*Elodea canadensis*), må arten betraktes som den **viktigste problemlant** i norske vassdrag. I motsetning til vasspest er imidlertid krypsivet en nøysom, lite næringskrevende art som i utgangspunktet har en meget vid utbredelse i Norge, særlig i næringsfattige kyststrøk. Planten har en bemerkelsesverdig evne til å slå seg opp i vassdrag som er påvirket av menneskelig aktivitet, enten denne kommer i form av reguleringsinngrep, forurening eller kalking. Det er dokumentert betydelig og sjenerende tilgroing av krypsiv på regulerte, stilleflytende elvestrekninger, særlig på Sørlandet, og det er også enkelte steder observert økt vekst i forsurete vassdrag.

Krypsiv har en meget vid økologi, og opptrer både på land (i strandsonen) og ned til ca 4 meters dyp, og trives både i sakteflytende elver/bekker og i innsjøer. Planten danner trådtynne, men rikt forgreinet undervannsskudd med vannrøtter som kan gi opphavet til tette sammenfiltrede bestander. Under spesielle omstendigheter kan "aggressive" vekstformer utvikles, med hurtigvoksende skuddkjeder som i løpet av få år kan fylle hele vannvolumet og utvikle tette, sammenfiltrede overflatematter i gruntområder med dybde (0.5-)1-2.5(-3) m. I slike bestander blir sedimentet gradvis bløtere, mer organisk og dyaktig, med oksygenmangel. Enkelte steder kan det akkumuleres opp til 1 m med dyaktig mudder.

Tilgroingen kan representere et kortvarig eller stabilt, langvarig stadium, og det er i endel tilfeller tvilsomt om det er mulig å reversere denne utviklingen uten omfattende vegetasjonsfjerning.

1.1 Beskrivelse av tilgroingsområdene

Mandalselva er som andre Sørlandsvassdrag preget av en krypsiv- eller krypsiv-torvmosedominert vegetasjon på stilleflytende partier. Krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) er vanlig til dominerende i hele vassdraget, og er registrert på samtlige overvåkingsstasjoner (DN 1997). I 1993 ble arten registrert på 42 av de 44 undersøkte lokalitetene (Johansen 1993).

Særlig kraftige, høyvokste, sammenhengende bestander av krypsiv opptrer omkring Håverstad og Sveindal (fig. 1 og 3). Elva renner her over en dalfylling med glasifluviale sand- og grusavsetninger, og dette gir en bred og jevndyp elveseng ($d = (0,5-1-1,5 \text{ m})$) som etter regulering har hatt en massiv kolonisering av krypsiv og horn-torvmose (*Sphagnum auriculatum*). Torvmosen utgjør som regel 10-30% av plantemassen. Den langvokste og flerårige skuddmassen av krypsiv og torvmose fyller hele vannsøylen over store arealer. Ved lav sommervannføring når mye av krypsivbestandene opp i overflaten, og problembestandene er da lette å få øye på. I tillegg til friske krypsiv-torvmose skudd er vegetasjonssåtene karakterisert av en meget betydelig ansamling av detritus (dødt plantemateriale). Opp til 30% av arealet mangler friske skudd. Mot bunnen er det et 10-50 cm tykt lag av organisk, dyaktig mudder. Særlig i områder med torvmosedominans er laget av detritus + organisk mudder meget betydelig, og "vegetasjonsfjerning" i slike områder innebærer i vel så stor grad fjerning av mudder som vegetasjon.

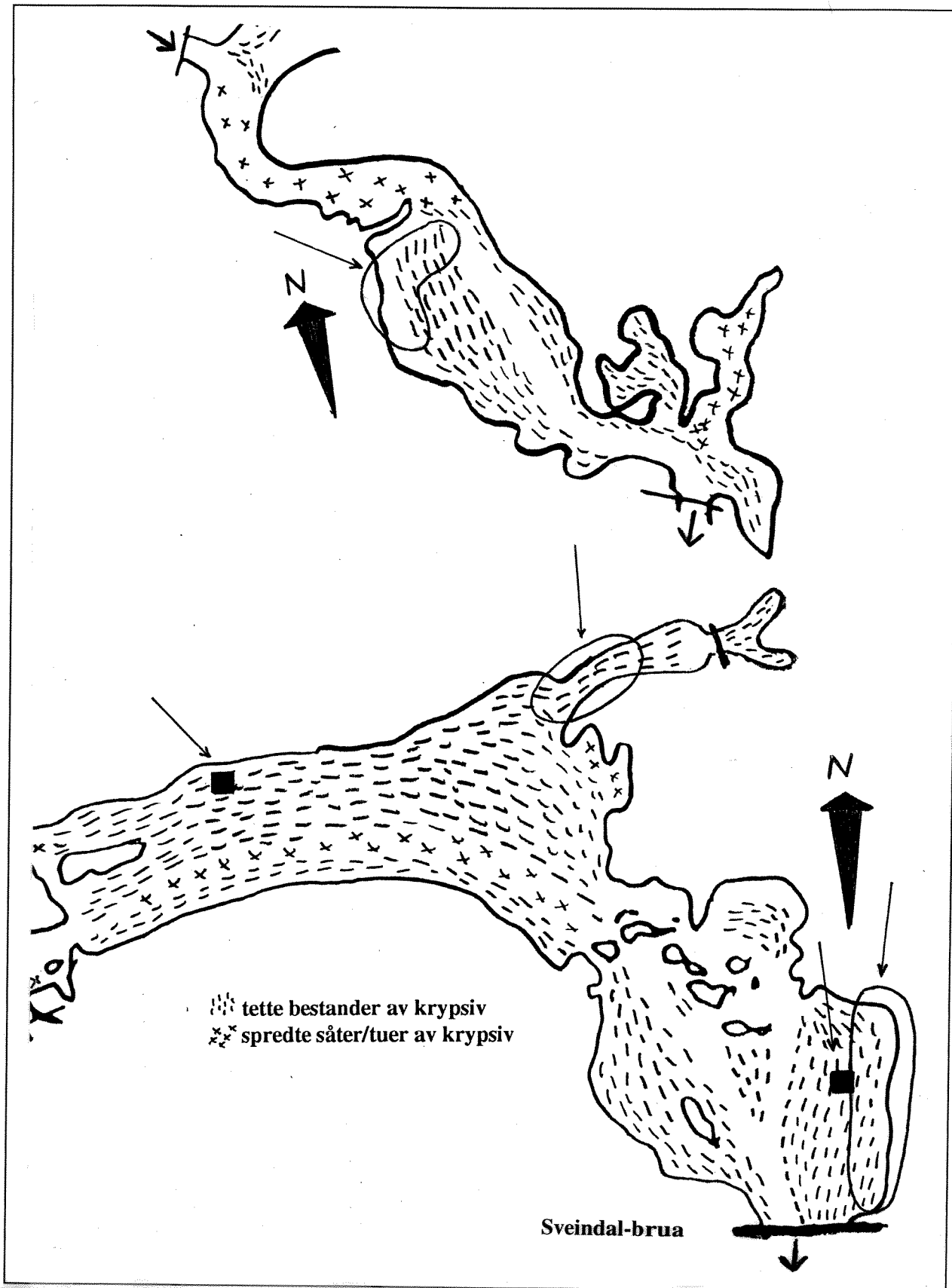
Tilgroingen blir ansett som problematisk i forhold til bruk av vassdraget til fiske, båtferdsel og bading. Akkumuleringen av dødt plantemateriale og mudder gjør at disse områdene fullstendig skifter karakter fra opprinnelig lys sand/grusbunn. Dette har også store økologisk konsekvenser for livet i elva, og fører sannsynligvis til irreversible endringer i artssammensetning og biologisk mangfold. Det ser også ut til at krypsiv-bestandene utgjør et viktig næringsgrunnlag for populasjonen av canadagås i området, som fra lokalt hold blir betraktet som plagsomt stor.

Krypsiv(-torvmose)bestandene ved Håverstad og Sveindal representerer (ved siden av etpar områder i Otra) den mest omfattende, kompakte og aggressive plantevekst som er registrert i norske elver.

1.2 Årsaker til problemvekst med krypsiv i Mandalsvassdraget

Alle tilfeller med omfattende problemvekst av krypsiv eller krypsiv/torvmose i rennende vann er vurdert hovedsakelig å være forårsaket av regulering. Felles for alle disse er at problemene oppstår på strekninger nedstrøms kraftverk som har en stabilisert vannføring og forhøyet vintervannstand (jfr. fig. 2), - eller de oppstår i terskelbasseng som også har en forhøyet/stabilisert vannstand. Disse forholdene gjelder problemområdene i Otra (Rørslett m. fl. 1990), i Mandalselva (Johansen 1993), Arendalsvassdraget (DN 1997), Ekso (Brandrud m. fl. 1992) samt Begna (Brandrud & Berge 1992). I alle disse områdene har tilgroingen oppstått etter at vassdraget ble regulert, og reguleringen er ifølge de undersøkelser NIVA har gjort ansett å være hovedårsaken i samtlige vassdrag.

Problemområdene er som regel brede, innsjøpregete partier i dalfyllinger med en jevn sand/grus elveseng med dybde 0,5-1,5 m. Tidligere hadde slike områder ofte en meget lav vannføring og kraftig innfrysning og isgang, noe som holdt vegetasjonsbestandene i sjakk. I dag er vintervannstanden forhøyet på slike strekninger nedstrøms kraftverk og i terskelbasseng, og plantene blir ikke lengre utsatt for vinterstress. Dette betyr at den allestedsnærværende arten krypsiv kan utvikle sine forgreinetete, flerårige skudd i ro og mak, og på gunstige lokaliteter fyller opp vannsøylen mer eller mindre fullstendig med sammenfiltrede bestander.



Figur 1. Områder med tett vegetasjon av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) og horntormose (*Sphagnum auriculatum*) ved Håverstad (øverst) og Kilen ved Sveindal. Områder med erosjon i krypsivbestandene 1996-97 er innsirklet. Lokalteter for manuell høsting av krypsiv 1996 er markert med fylte firkanter.

En sammenlikning mellom regulerte og ikke regulerte vassdrag tilsier også at reguleringen er hovedårsak til problemveksten. Det ikke-regulerte Tovdalsvassdraget har de samme stilleflytende, innsjøpregete strekningene med store gruntområder som det regulerte Mandalsvassdraget (f.eks. omkring Bås-Dølemo i midtre Tovdal). Imidlertid er omfanget av krypsivveksten langt mer beskjedent i Tovdal enn i Mandal (jfr. Brandrud m. fl. 1997). Krypsivet i Tovdalselva er også i større grad knyttet til helt grunne områder med liten strømpåvirkning. Videre har det ikke-regulerte sidevassdraget Kosåna i Mandal en helt annen og langt mer beskjeden krypsivvekst enn det regulerte hovedvassdraget.

I Mandalsvassdraget er det påtagelig at problemområdene alle er strekningene rett nedstrøms utløp kraftverk (Johansen 1993). Dette gjelder nedstrøms kraftstasjonene Smeland, Håverstad, Laudal og Bjelland, og det er tydelig at den meget stabile vannføringen, med liten grad av isdannelse her er optimal for krypsivet. Disse strekningene har også en tildels meget omfattende algevekst (Johansen 1993).

Forsuring har vært framsatt som en annen, mulig årsak til problemveksten i Sørlandsvassdragene. Det er da også indikasjoner på at krypsiv enkelte steder har gått fram pga. forsuring (Brandrud & Mjelde 1992). Men den mest aggressive problemveksten er i svært liten grad korrelert med pH. Otra i Valle, som er et av de største problemområdene har i Sørlandsmålestokk meget lite surt vann, mens Kosåna som er det sureste del-vassdraget i Mandal, har den minst aggressive krypsivveksten i dette vassdraget (DN 1997). Aggressiv krypsivvekst er heller ikke korrelert med økte næringstilførsler og eutrofiering (jfr. f.eks. Rørslett m. fl. 1990).

Alle indikasjoner peker m.a.o. i retning av at problemvekst av krypsiv (og torvmose) i elver primært er forårsaket av ulike reguleringsinngrep. Disse inngrepene har felles at de minker det fysiske stresset på de flerårige krypsivplantene, og gjør at de kan bygge opp biomasse "uforstyrret" over en årrekke.

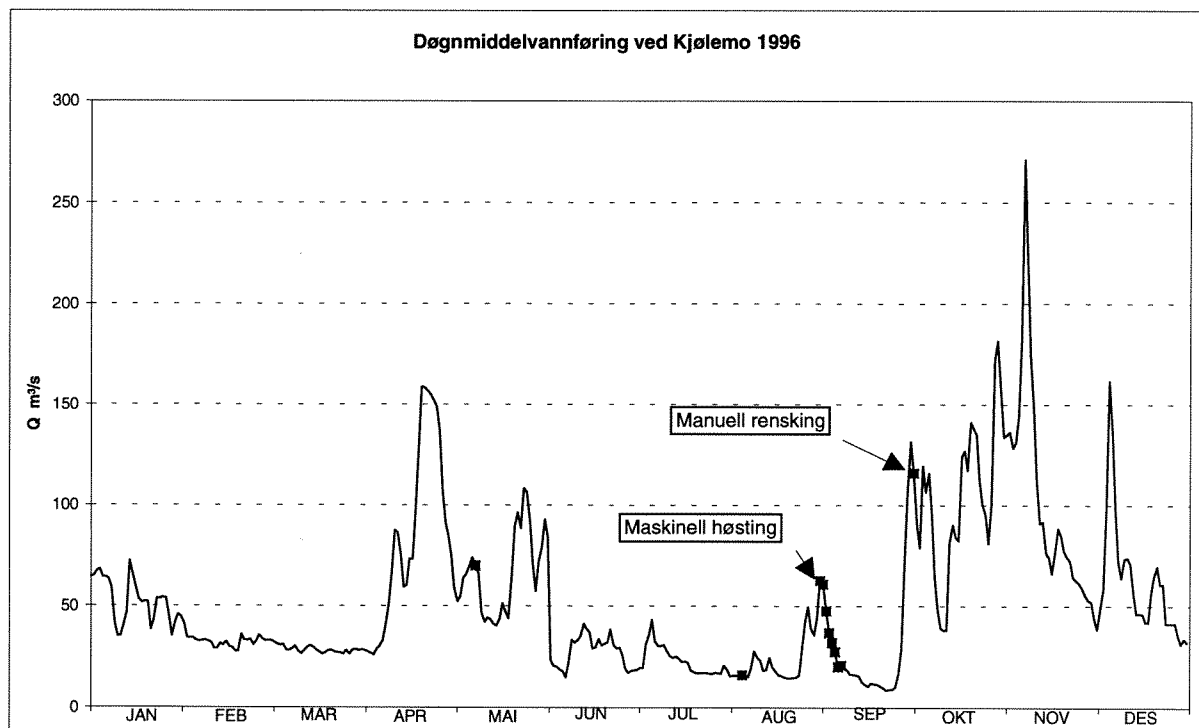
2. Materiale og metoder

2.1 Materiale

I tabell 1 er satt opp en oversikt over feltarbeid i prosjektperioden 1996-1997. I figur 1 er satt opp vannføring ved Kjølemo i 1996 og avmerket tidspunkter for aktiviteter. Innledende registreringer ble gjort i begynnelsen av mai og august. Det ble etablert overvåkningsstasjoner i forbindelse med kalking i vassdraget og referansestasjoner i forhold til forsøkene med vegetasjonsfjerning. Høsting/slått med vanngående slåmaskin ble foretatt i perioden 31.08 - 07.09 på synkende vannføring. Den 1.oktober ble det foretatt kontroll av de høstede arealer med båt. Det ble også manuelt rensket to arealer på h.h.v. 100 og 50 m² for å se på gjenvekst og tilgroingshastighet. Den 5. august 1997 ble det foretatt en kontroll av både de maskinelt høstede arealer og de manuelt renskede arealer.

Tabell 1. Oversikt over feltarbeid i perioden 1996-1997 i Mandalselva. Vannføring og vannstand på de aktuelle tidspunkt er tatt med.

dato	Q m ³ /s Kjølemo	vst. (m) v/Kilen	aktiviteter
08.05.96	67	173,89	etablering av referansearealer (foto)
05.08.96	16	173,45	etablering av referansearealer (foto)
31.08-07.09.96	63-20		høsting/slått med Watermaster RS2000
01.10.96	116	174,00	manuell rensking, kontroll av høsting
05.08.97		173,57	kontroll av manuell rensking og høsting



Figur 2. Døgnmiddelvannføring ved Kjølemo i Mandalselva i 1996. Tidspunkt for feltregistreringer og høsting er markert.

Undersøkelsen omfatter følgende lokaliteter:

Håverstad: Overvåkingslokalitet kalking og vekst av krypsiv, fototransekt

Sveindal Kilen N: Referanselokalitet vekst av krypsiv, samt manuell rensking, fototransekt

Sveindal Kilen SØ: Referanselokalitet vekst av krypsiv, samt manuell rensking, fototransekt

Sveindal Vest: Referanselokalitet vekst av krypsiv, samt maskinell høsting/slått, fototransekt

2.2 Metoder

Undervannsfotografering.

For å registrere krypsiv på renskede arealer og referansearealer ble det benyttet undervannsfotografering. Det er benyttet NIKONOS V kamerahus med 15mm NIKKOR UW objektiv og IKLITE 205 undervannsblitz påmontert en ramme som gir bildeareal 30x40cm (0.12m²). Hver lokalitet blir dekket av 35-40 bilder (transekt eller random) som til sammen gir et inntrykk av % dekning av krypsivplanter i stasjonsområdet. Bildene analyseres under binokularlupe ved forstørrelse 10-40 X.

Populasjonsprøver av krypsiv.

For å studere vekst og vitalitet av krypsiv, er det tatt prøver av enkeltplanter hvor årsskuddene er lengdemålt. For hver lokalitet er 10 av de lengste skuddene målt og middelerverdi beregnet.

Manuelt renskede arealer.

For å studere gjenvekst av krypsiv på renskede arealer ble det manuelt merket områder på elvebunnen på henholdsvis 10x10 og 5x10m. Feltene ble rensket med greip, høygaffel og oppsparking av materiale mens vannstrømmen sørget for videre transport av materialet som vesentlig besto av krypsiv, torvmose og mudder.

3. Effekter av vegetasjonsfjerning

3.1 Vegetasjonsfjerning med slåmaskin

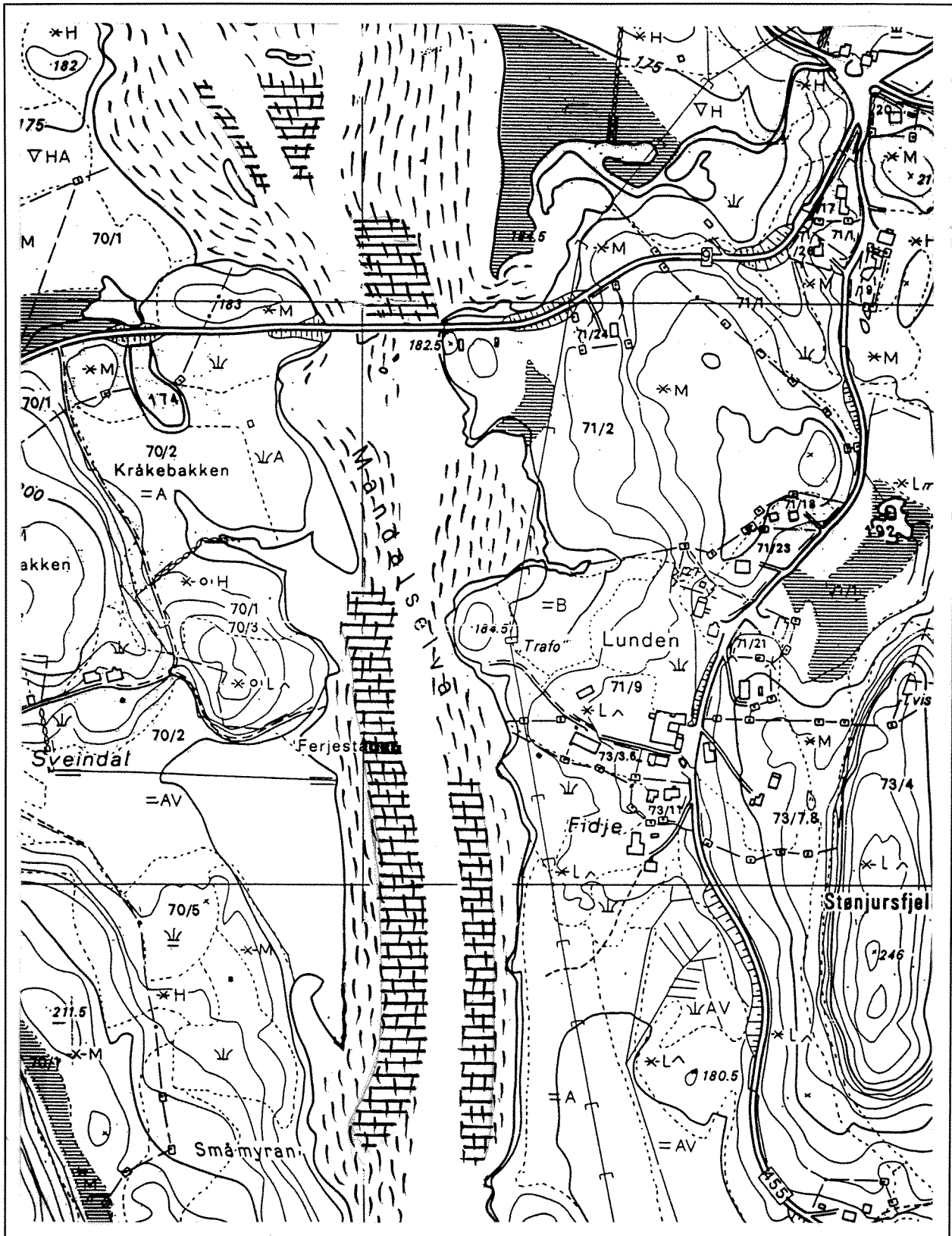
Det ble foretatt fjerning av krypsiv og mudder hovedsakelig i området sør for Sveindalsbrua (Vestre Sveindal-området), samt noe ovenfor brua i Kilen (fig. 3). Store deler av Kilen var imidlertid ikke tilgjengelig for slåmaskinen, bl.a. pga. enkelte stein/bergterskler som hindret framkomst til de mest omfattende og massive vegetasjonsområdene i nordre del av Kilen. Det er derfor kun relativt små arealer i Kilen der slåmaskinen har gått. Dette området er ikke nærmere oppfulgt m.h.p. re-etablering.

Vestre Sveindal: Det er foretatt krypsivfjerning i nesten hele det brede, innsjøpregete partiet nedstrøms Sveindalsbru, dvs. fra odden ved Kråkebakken og ned til der bassenget smalner av mot Kollungveitfossen (fig. 3).

Områdene der det er foretatt effektiv slått/vegetasjonsfjerning er i *dybdesonen 80-120 cm*. Dette er også dybdesonen med de største krypsivbestandene i Sveindalsområdet. Dybdeangivelsene referer til lav sommervannføring (vannstand 173,6 på vannmerket i Kilen NØ; vannføring ca 30 m³/sek ved Kjølamo), dvs. vannføring/vannstand tilsvarende som da vegetasjonsfjerningen ble utført. Området som er slått ved Vestre Sveindal omfatter en ca 20 m bred sone på vestsiden av strømløpet, og en ca 15 m bred sone på østsiden. Utenfor slåtte-arealet er det en marbakke ut mot strømløpet. Her er det en smal brem med intakte, storvokste krypsivsåter som står for dypt til at maskinen kan nå dem ved lav vannføring. Selve strømløpet er vegetasjonsfritt. (jfr. fig. 3). På innsiden av arealet som er slått er det intakt krypsiv-torvmose sone i dybdesonen 40-80 cm. Denne sonen har et opp til 50-60 cm dyktig mudderlag (særlig tykt der det er mye torvmose). Denne sonen dekker ca 10 m på vestsiden, ca 5 m på østsiden. Langs land er det en vegetasjonsfri sone.

I sum er det omtrent 2/3 av det krypsivdekte arealet som har blitt slått fra Kråkebakken og ned mot Kollungveitfossen. Om en tar med områder der maskinen ikke har vært (sanddyneområder opp mot brua), så har maskinen kommet til og foretatt mer eller mindre effektiv slått på omtrent halvparten av de krypsivdekte arealene i bassenget ved Vestre Sveindal.

På de arealene som er slått ved Vestre Sveindal er mye helt snauskrapet, dvs. at tilnærmet all plantemasse (inkludert røtter), detritus og mudder er fjernet, slik at den lyse sand/siltbunnen under er eksponert. Imidlertid ble det igjen endel små felter med plantemasse/detritus og rester av planter, noen steder 5-10 cm mudder. Stedvis var det også felter med ganske inntakte skuddsåter. Slåmaskinen har sjelden klippet av krypsivsåtene i en bestemt høyde; enten er alt fjernet, eller så står det igjen løse rester, eventuelt hele såter. Ifølge observasjoner under slått, har krypsivsåtene lett for å gli unna knivbladene hvis disse kutter for høyt (S. Haugland, pers. medd.), og effektiv fjerning synes først å oppnås når knivbladene skrapet helt ned mot sedimentflaten. Dermed får en også fjernet betydelige mengder av mudderet ("vekstmediet") og det meste av spiredyktige stengeldeler. En slik "bunnskraping" er sannsynligvis bare mulig der bunnen er helt jevn (uten stein eller sanddyner) slik som ved Vestre Sveindal og nordre del av Kilen.



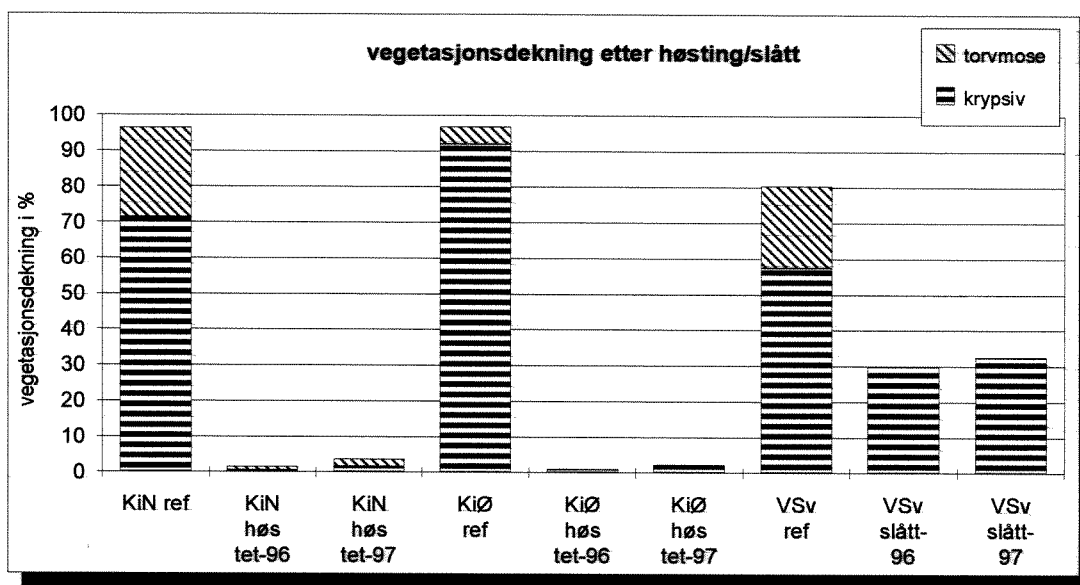
Figur 3. Områder med vegetasjonsfjerning i 1996. Arealer som er høstet/slått med slåmaskin angitt med horisontal, tykk strek; arealer med tett vegetasjon av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) og hornormose (*Sphagnum auriculatum* coll.) angitt med vertikal strek.

Rester av døde og levende planter og mudder dekket 30% av arealet etter fjerning (fig. 4, 5 & 7). Dette innebærer at 70% av det behandlede arealet ble snaskrapet, og anslagsvis 80% av biomassen fjernet. I tette, problemvekstbestander av krypsiv i Otra er det beregnet en gjennomsnittlig krypsiv biomasse på 250 g/m² tørrvekt (Rørslett m. fl. 1990, Rørslett 1997), og det er rimelig å anta en tilsvarende biomasse i Sveindalsområdet. Dette tilsier at slåmaskinen har fjernet størrelsesorden 200 g/m² tørrvekt, dvs. 200 kg/dekar tørrvekt. Om man regner et vanninnhold på 80%, vil dette tilsvare ca 1 tonn/dekar våtvekt. I tillegg er det fjernet kanskje nesten like mye detritus og mudder pr. dekar.

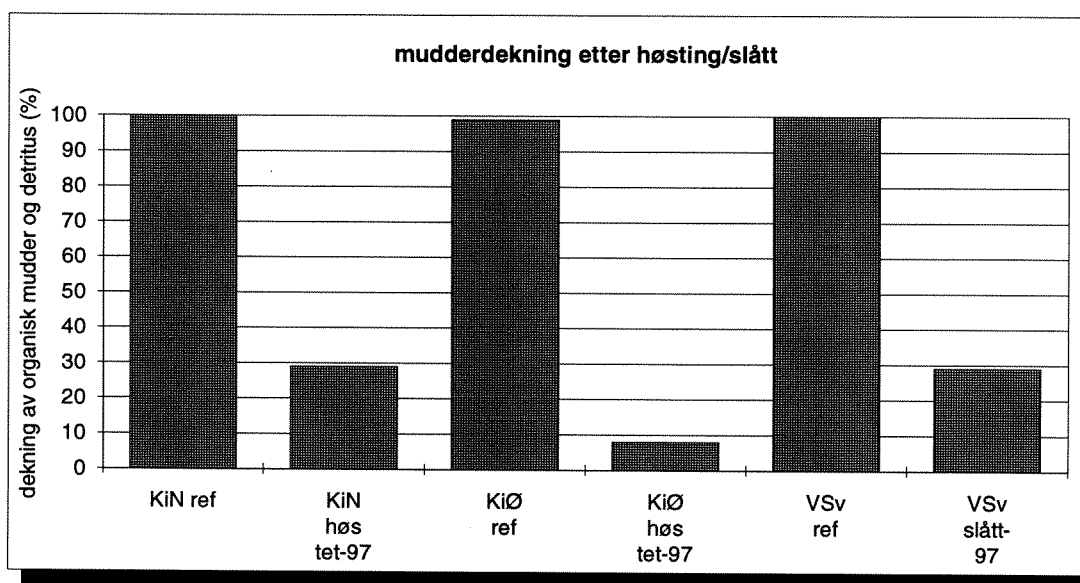
Sammenfatningsvis har vegetasjonsfjerning med slåmaskin i grunne, flatlendte områder ved Vestre Sveindal hatt følgende effekter:

1. *Moderat fjerning av levende krypsivplanter*; snaut 50% reduksjon i arealdekingen av krypsiv (fra 57,5% til 30% dekning; fig. 5).
2. *Tilnærmet fullstendig fjerning av torvmose* (fra 23% til <1% dekning; fig. 5).
3. *Betydelig fjerning av det totale vegetasjonsdekket*; arealdekingen av levende vegetasjon er redusert med drøyt 60% (fra 80% til 30% dekning; fig. 5), volumet av plantebiomasse er trolig redusert med størrelsesorden 80% (anslagsvis 1 tonn/dekar våtvekt).
4. *Betydelig fjerning av mudder og detritus* (døde planterester); 70% reduksjon i arealdekingen, dvs. 70% av bunnen er snaskrapet (fig. 6), volumet av mudder/detritus er trolig redusert med størrelsesorden 80%.

På noen felter har det "duknet fram" endel store, antatt gamle rosetplanter av mykt og stivt brasmegras (*Isoetes echinospora* og *I. lacustris*) samt botnegras (*Lobelia dortmanna*). Dette er trolig rester av et mer opprinnelig plantedekke som har overlevd i små åpninger i krypsivdekket. Krypsivfjerningen er åpenbart et gunstig tiltak for denne typen planter, og kan således også bidra til å opprettholde et større mangfold i vannvegetasjonen.



Figur 4. Vegetasjonsdeking i ikke-behandlet (referanse) område, og behandlet område rett etter (-96) og ett år etter (-97) høsting/slått. Prosent dekningsgrad av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) og horn-torvmose (*Sphagnum auriculatum* coll.). Basert på gjennomsnittsverdier for undervannsbilder. KiN = Kilen nordre. KiØ = Kilen (sør)østre. VSv = Vestre Sveindal (nedstrøms brua). KiN & KiØ er manuelt rensket, V Sveindal er slått med slåmaskin.

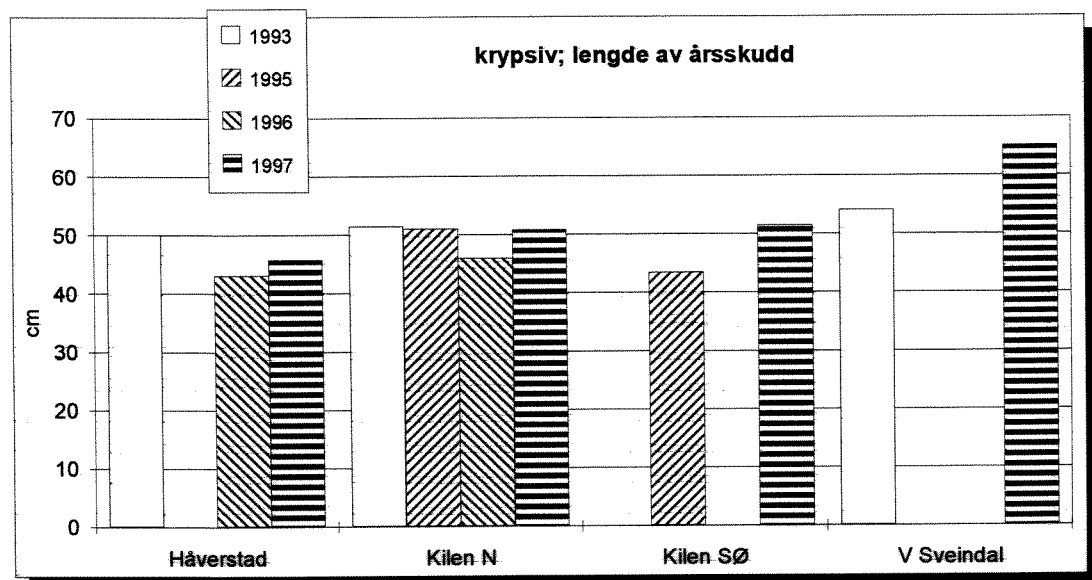


Figur 5. Arealdekning av mudder og detritus i ikke-behandlet (referanse) og høstet/slått område étt år etter behandling. Basert på gjennomsnittsverdier for undervannsbilder. KiN = Kilen nordre. KiØ = Kilen (sør)østre. VSv = Vestre Sveindal (nedstrøms brua). KiN & KiØ er manuelt rensket, V Sveindal er slått med slåmaskin.

Vegetasjonsutvikling 1996-1997: I august 1997 et år etter krypsivfjerning, var fortsatt 68% av arealet vegetasjonsfritt (fig. 4), med mer eller mindre eksponert, lys sand. Krypsiv dominerte helt den gjenværende vegetasjonen. Arealdekningen av vegetasjon hadde endret seg meget lite fra 1996 til 1997 (fig. 5), men vegetasjonsdekket hadde likevel endret karakter: Endel mer eller mindre visse plantemateriale var skylt bort. Samtidig var det i gjenværende planterester av krypsiv skjedd en kraftig vekst med frisktgrønne bladrossetter, på litt kraftigere planter var det også utviklet særdeles frodige årsskudd. Det ble registrert markert lengre og mer vitale årsskudd (65 cm i gjennomsnitt, jfr. fig. 6) her enn i de gamle, etablerte ikke-behandlede referanseområdene innenfor mot land eller i andre deler av Sveindalsområdet (fig. 6). Fjerningen av krypsivbestandene har m.a.o. ført til en *kraftig re-vitalisering* av den anslagsvis 20% av skuddmassen som ble gjenværende etter slått og utskylling gjennom høsten og vinteren.

Spiring av nye krypsivrossetter og vertikalskudd var overveiende knyttet til større og mindre hauger med planterester og mudder. Analyse av undervannsbildene indikerer en minimal spiring fra områder med lys sand, dvs. den opprinnelige elvebunnen, selvom det stedvis kan observeres spredte, brune stengelrester på overflaten. Samme observasjoner gjelder for de manuelt høstede arealene (se nedenfor).

Kilen (oppstrøms brua): Det er foretatt slått også i den søndre delen av Kilen (nedenfor innsnevring med svaberg). Her var åpenbart arealene mindre egnet for slåmaskinen, og spor av slått er bare registrert på ca 20% av det krypsivdekte arealet. Vegetasjonsfjerningen var liten, trolig fordi maskinen ikke har kommet til helt ned mot bunnen pga. ujevnheter. Bare meget små arealer var skrappt rene slik som de behandlede arealene sør for brua.

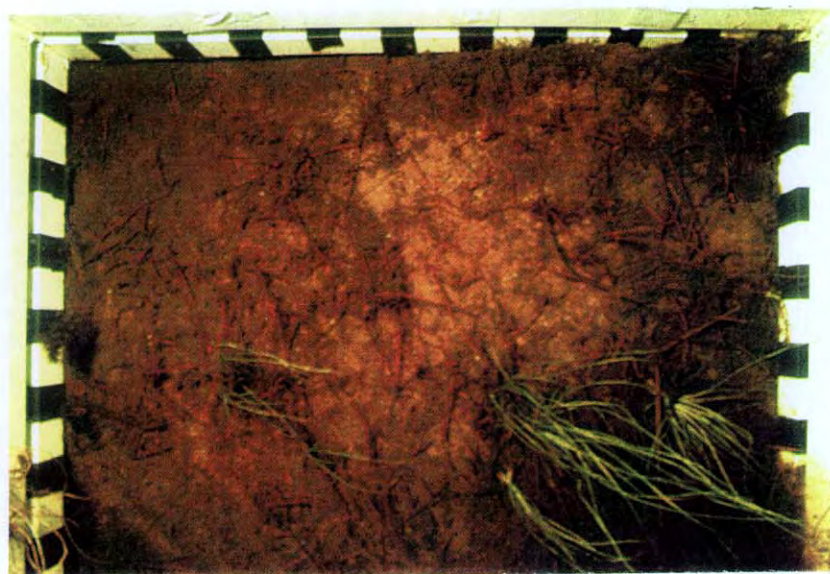


Figur 6. Vekst og vitalitet av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) i Håverstad-Sveindal området. Gjennomsnittslengde av 10 lengste årsskudd på hver stasjon. Årskudd 1997 V Sveindal er fra området som er slått med slåmaskin, de andre årsskuddene er fra ikke behandlede referanseområder (årskudd fra 1995 er samlet våren 1996).

3.2 Manuelt renskede felter

Felter for manuell rensking ble valgt fra homogene områder med svært kraftig krypsivvekst i den nordre- og sørøstre delen av Kilen (Kilen N: 10 x 10 m ryddingsrute; og Kilen SØ 10 x 5 m). Dette var områder der slåmaskinen ikke hadde vært. Feltene hadde før rensking 100% arealdekning av vegetasjon + mudder (96-97% dekning av grønn vegetasjon; fig. 4). Høyvokste krypsivsåter nådde opp til overflaten på dyp = 80-90 cm (ved lav sommervannstand; tilsv. 173,6 på vannmerke i Kilen NØ). De to renskingsfeltene hadde i tillegg til krypsiv h.h.v. 22% og 8% dekning av hornortormose (*Sphagnum auriculatum* coll.) (fig. 4). De kompakte krypsiv/torvmose såtene hadde en økende andel dødt materiale og detritus i nedre deler, med et ca 10-20 cm tykt, dyaktig mudderlag nederst, over et fast og jevnt sand/silt-sediment, som representerer den opprinnelige bunnen før tilgroingen med krypsiv.

Feltene ble tilnærmet 100% rensket for krypsiv og løst, organisk mudder i 1996 (fig. 4,5). I august 1997 var feltene fortsatt stort sett rene med mye lys sand/siltbunn, og stedvis et tynt mudderlag. Enkelte steder ble det registrert noe detritus og små krypsivplanter. Disse representerer trolig rester som ikke ble fjernet under opprensningen, men noen planter kan ha blitt revet løs fra de nærmeste kantområdene. Det var noe større restarealer med detritus i det renskede feltet i Kilen N enn i Kilen Ø. Dekningsgraden av levende krypsivplanter var etter étt år h.h.v. 1,5 % og 1,8 % i de to feltene. Det ble registrert frisktgrønne bladrossetter og god vitalitet på de få krypsivplantene som hadde etablert seg, men bare noen få hadde utviklet vertikale skudd. Ryddingen av feltene førte ikke til erosjon i krypsivbestandene i nedre kant av flatene.



Figur 7. Undervannsfoto av tette, ikke-behandlede krypsivbestand, og krypsivbestand etter høsting/slått med slåmaskin.

3.3 Sammenligning med vegetasjonsfjerning i Otra

Det ble foretatt vegetasjonsfjerning med samme slåmaskin (Watermaster RS 2000) også i Otra i 1996 (Rørslett 1997). I tillegg ble det foretatt tilsvarende tiltak i 1993 med en annen Watermaster-maskin. Tiltakene har vært gjennomført i to områder i Valle, i Straumefjorden nedstrøms Brokke kraftverk og i et terskelbasseng ved Valle sentrum. Krypsivbestandene i Straumefjorden står tildels noe dypere og mer strømpåvirket enn i Sveindalsområdet, og vegetasjonsfjerningen her er derfor ikke direkte sammenliknbar med tiltaket i Mandalselva. Det ble tatt opp betydelige mengder plantemasse med slåmaskinen i Straumefjorden 1996 (13-1400 m³). Opprenskningseffekten har imidlertid vært varierende, fra flekkvis mer eller mindre fullstendig fjerning av plantemateriale med liten gjenvekst pr. 1997, til en avklipping av de øvre delene av bestandene (ned til d = 80 cm) i dypere områder (Rørslett 1997). Slike avklipte bestander hadde en meget rask regenerering av nye skudd, og dermed en meget kortvarig effekt av tiltaket. Sistnevnte tilsvarende observasjoner med "avklipping" pga. is i Sveindalområdet (se kpt. 4). Et mindre felt i gruntområde ble behandlet i 1993. Her ble det foretatt 100% fjerning av planter, detritus/mudder og underliggende sand. Her var det liten re-etablering av krypsiv pr. 1996 (Rørslett 1997).

Vegetasjonsfjerningen i terskelbasseng ved Valle (1993) synes i større grad sammenliknbar med fjerningen ved Sveindal. Krypsivbestandene står grunt i terskelbassenget, og har stedvis en betydelig mudderakkumulering. Resultatene av fjerningen i 1993 har store likhetspunkter med resultatene for Sveindal: Omtrent 70% av arealet ble rensket for planter, mens 30% hadde gjenværende, mer eller mindre løse planterester som etterpå har vist meget kraftig gjenvekst (revitalisering). En forskjell er imidlertid at det etter ett år i Valle hadde skjedd en etablering av nye småplanter over store deler av det renskede arealet. Dette kan tyde på at man her i mindre grad enn i Mandal har greid å fjerne vekstpunkter fra tiloversblevne skudd-deler og underjordiske stengeldeler. Etter tre år var krypsivfeltene i terskelbassenget ved Valle helt regenerert, med samme tetthet og arealomfang som før tiltaket.

Opprenskningen med Watermaster RS 2000 i terskelbassenget ved Valle i 1996 ble meget begrenset, pga. for liten dybde og meget begrenset framkommelighet (Rørslett 1997). Disse begrensningene er de samme som hindret en mer omfattende vegetasjonsfjerning i Kilen ved Sveindal.

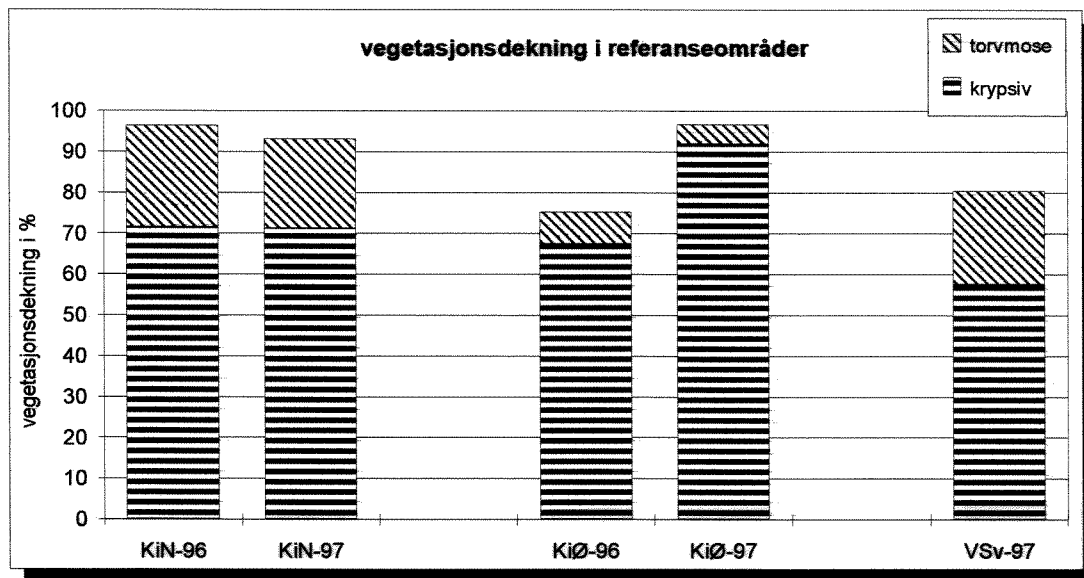
4. Tidsutvikling i krypsivbestandene i Mandalsvassdraget 1993-97

Generelt har krypsivbestandene endret seg lite i problemområdene i Mandalselva siden 1993 da de ble undersøkt første gang. Men det er litt forskjellig på de ulike enkelt-områdene. I Sveindal-området som har de største krypsivbestandene er endringen ubetydelig: Krypsivet dekker tilnærmet de samme arealer og med samme tetthet. I somre med lav vannføring og vannstand når mange av krypsivsåtene overflaten og en kan da få inntrykk av en økt tilgroing, særlig langs veien i den nordre delen av Kilen. I virkeligheten har disse bestandene hatt samme omfang og vekst i hele perioden 1993-1997 (fig. 1).

I Håverstadområdet ble det registrert en stedvis tilbakegang av krypsiv fra 1993 til 1997 (fig. 1), mens det nedstrøms Smeland kraftstasjon har vært registrert store år-til-år svingninger, men over hele perioden sett under ett, et nokså stabilt vegetasjonsnivå.

Erosjon og re-etablering:

Sveindalområdet: Våren 1996 ble det lokalt registrert en betydelig avgang av krypsiv i den sørøstligste delen av Kilen ved Sveindal (fig. 1; tilsv. lok. KIØ i DN 1997, lok. 26 i Johansen 1993). Det lå store ansamlinger av løsrevet drivmateriale inne i en grunn, ±avsnørt bukt lengst i sørøst, og avgangen syntes å stamme fra de grunneste områdene utenfor og ovenfor, dvs. en 30-40 m bred sone langs land med $d = 50-70$ cm ved normal sommervannstand. Her var bestandene lave og nedliggende, virket nedvisnet og dominert av de nedre, ±døde plantedelene. Bestandene virket tildels helt løsrevet og betydelig påvirket av mekanisk slitasje. Den kraftige isdannelsen vinteren 1995-96 er sannsynligvis forklaringen på denne avgangen og slitasjen. En langt større planteavgang og erosjon i plantedekket ble registrert i det ikke-regulerte Tovdalsvassdraget samme våren (jfr. Brandrud m. fl. 1997).



Figur 8. Vegetasjonsdeknning i problemvekstområder mai 1996 og aug. 1997. Prosent dekningsgrad av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) og horntorvmose (*Sphagnum auriculatum* coll. Basert på gjennomsnittsverdier for transektanalyser med undervannsfotografering. KiN = Kilen nordre. KiØ = Kilen (sør)østre. VSv = Vestre Sveindal (nedstrøms brua).

I gruntområdet sørøst i Kilen ble det registrert en kraftig økning i tetthet og frodighet i krypsivbestandene i 1997. Pr. august 1997 bestod disse bestandene av en jevn "åker" med nesten bare årsskudd (40-50 cm lange) med tette matter av grønnfriske rosettblad. Den overflatiske "klippingen" av krypsivplantene ved hjelp av isen har her resultert i en (rask) revitalisering av plantedekket. Fra våren 1996 til høsten 1997 økte dekningsgraden av krypsiv her fra 67% til 91% (fig. 8).

Bortsett fra Kilen SØ ble det registrert relativt få erosjonsspor i Sveindalområdet. I en smal, indre kantsone av de store krypsivbestandene i Kilen N ble det riktignok registrert noen ferske erosjonsspor både 1996 og 1997, men bestandene lengre ut virket intakt med 100% arealdekning av vegetasjon + detritus/mudder. Avgangen av krypsiv etter den strenge vinteren 1995-96 er vurdert til mindre enn 10% av biomassen for hele Sveindalområdet sett under ett.

Håverstadorrådet: Ved Håverstad var krypsivet kraftig redusert fra 1993 til 1997 i den øverste delen av problemområdet, dvs den øvre delen av det vide, innsjøpregete partiet (fig. 1). Fra 1993 til 1996 var endel av de grunneste bestandene langs land forsvunnet, og basert på de ansamlinger av drivmateriale som ble observert i bukter nedstrøms, var det endel avgang i de store bestandene lengre ut våren 1996.

I den øvre kanten av det tette krypsivfeltet i Håverstadorrådet skjedde det en tilbakegang også fra 1996 til 1997: Der det ca 1/3 ut i løpet var en "krypsivvegg" i 1996 var det i 1997 20 cm med detritus og kun spor av lite vitale krypsivplanter (fig. 1). Lengre ut i løpet var det opp til 50 cm med detritus og dy og kraftig gassutvikling. På dette nivået (omtrent midt i løpet) var det imidlertid intakte, store, frodige bestander med undersjøisk torvmose (horntorvmose; *Sphagnum auriculatum* coll.). Omtrent 20-30 m nedstrøms denne detritus-sonen var det igjen tette krypsiv-såter, men med tydelige erosjonssår. Den observerte erosjonen og planteavgangen fra 1996 til 97 synes strøm- og ikke dybdeavhengig, og antas derfor å være forårsaket av flomepisoder og ikke av isgang.

Smelandområdet: Strekningen nedstrøms kraftstasjonen på Smeland har et lite området med tett og aggressiv vekst rett nedstrøms utløpskanalen fra kraftverket. Her har krypsivbestandene oppvist større ustabilitet enn på de andre lokalitetene (jfr. DN 1997). Våren 1996 virket krypsivbestandene her nærmest utraderte, med bare et tynt lag med tilsynelatende helt nedsvinede plantedeler over sand/silt "dynene" som krypsivsåtene hadde bygd opp. I august 1996 var bestandene langt på vei re-etablert med meget frodige, opp til 70 cm lange årsskudd. I august 1997 var situasjonen tilsvarende, med frodig vekst. Årsakene til erosjonen her synes uklare, da området med kraftig vekst ikke er flomutsatt og er sannsynligvis lite utsatt for isgang. Som i Kilen SØ (ved Sveindal), gir utviklingen ved Smeland en indikasjon på hvor raskt slike aggressive krypsivbestander kan re-genereres hvis bare de nederste delene av skuddene og rotbiomassen er intakt.

Krypsivets vekst og vitalitet: Krypsivplantene har oppvist en meget høy frodighet og vitalitet i hele den perioden det har vært tatt prøver (årsskudd fra 1993, 95-97). Det er ikke noen klare tidstrender m.h.p. lengden av de lengste årsskuddene i perioden 1993-97 (fig. 6). Årsskuddene fra problemvekst-områdene ved Sveindal og Håverstad er blandt de kraftigste og lengste som er registrert i elver i Norge. De lengste skuddene har en årsvekst på omtrent 70 cm. Ved prøvetaging i august er ikke skuddene helt ferdig med strekningsvekst, og måler i gjennomsnitt 45-55 cm (fig. 6). I gamle, tette bestander reduseres årsveksten, men lange årsskudd opptrer i kantsoner.

Det er ikke tegn til noen generell stagnasjon i de tetteste plantebestandene ved Sveindal og Håverstad. Men det synes å foregå en langsom forskyvning i retning av økt andel torvmose og økt mektighet av mudderlag. Som nevnt ovenfor har tilgroingen ikke økt i arealomfang, og det er mye som tyder på at problemveksten i området har nådd et slags metningspunkt. Samtidig indikerer den vedvarende, aggressive krypsivveksten at problemveksten i området ikke er et forbigående fenomen.

5. Samlet vurdering av vegetasjonsfjerningen

Krypsivfjerning med slåmaskin synes å fungere effektivt *der dybde og bunnforhold er slik at maskinen får tatt helt ned mot sedimentoverflaten*. Maskinen har i stor grad tatt med seg hele plantesåter, detritus og organisk mudder i dybdeområdet 0,8-1,2 m ved Vestre Sveindal. En slik totalfjerning er antageligvis en forutsetning for at tiltak mot krypsiv skal ha noen hensikt. Krypsivfjerning som bare tar med seg den øvre del av skuddmassen men lar det bli igjen et lag av planterester og mudder fører bare til en revitalisering av plantene og en mer aggressiv vekst. I verste fall blir da bestandene tettere og frodigere enn utgangspunktet allerede året etter "klipping". Avgang med is ("klipping") i gruntområdene i Kilen SØ vinter/vår 1996 er et eksempel på dette.

Det synes imidlertid vanskelig å fjerne alle plantene/planterestene med slåmaskin. Endel løse rester av planter og detritus blir igjen. Disse gjenværende, frittstående planter får en særlig kraftig vekst, og rotslående sideskudd vil etterhvert føre til en re-etablering av tette bestander. Med nåværende vekst-hastigheter vil trolig kompakte bestander re-etableres i løpet av 3-5 år. Hvis en kunne redusere gjenværende planter fra 30 % dekning (som her) til <10 % dekning (som i de manuelle rensningsforsøkene) vil trolig re-etableringstiden øke betraktelig. En slik reduksjon kunne tenkes (i) som etterrensk med slåmaskin, (ii) manuell etterrensk ved dugnad (opprykking av rest-planter og la dem drive med strømmen) og (iii) ved spyleflommer. Sannsynligvis ville en etterrensk kombinert med en kraftig spyleflom ha en optimal effekt.

Forsøket med fjerning av krypsiv ved slåmaskin fikk arealmessig begrenset omfang i Sveindalområdet pga. begrenset framkommelighet ved lav vannføring og vannstand (jfr. fig. 2). Tre typer begrensninger synes å ha gjort seg gjeldende; (i) slåmaskinen har ikke kommet inn på og fått slått i områder grunnere enn ca. 80 cm, (ii) maskinen har ikke fjernet særlig mye der den ikke har kommet helt ned til sedimentoverflaten, og (iii) fartøyet har ikke kommet forbi enkelte grunner med svaberg og stein. Det siste forholdet førte til at maskinen ikke kom opp i de store vegetasjonsområdene i Kilen N. Det må understrekes at det er et meget stort potensiale for slått i Kilen hvis maskinen kan komme forbi enkelte hindringer: Hoveddelen av de tette og problematiske krypsivbestandene i Kilen står dypere enn 80 cm ved lav vannstand, og området har en jevn sandbunn.

For å komme til størst mulig områder med problemvekst i Mandalsvassdraget bør en eventuelt ny runde med slåmaskin foretas på to forskjellige vannføringer/vannstander. Det bør slås på en lav vannføring (ca. 20-30 m³/sek), slik at maskinen kommer til og får skrappt rene arealer helt ut mot strømløpet (slik som ved Vestre Sveindal). Dette er en vannføring som også vil være egnet for store arealer i den nordre delen av Kilen. Videre bør det slås på en noe høyere vannføring (ca. 60-80 m³/sek) hvor slåmaskinen kan komme til på de grunneste arealene. I et normal år burde det være mulig å få til en slik differensiert manøvrering i et samarbeid mellom entreprenøren og regulanten. Det bør også legges opp til en eller flere kontrollerte spyleflommer *etter* krypsivfjerning. Disse kan skylle ut mudder og mer eller mindre løsnede planterester, og øke effektiviteten og varigheten av tiltaket betraktelig.

Krypsivfjerning med vanngående slåmaskin er tid- og kostnadskrevende. Det er meget store mengder krypsiv og detritus/mudder som skal på land, og slåmaskinen gikk i over en uke for å fjerne krypsivet på de relativt begrensede arealene ved Vestre Sveindal (og søndre del av Kilen). Arealene med behov for krypsivfjerning i Mandalsvassdraget er størrelsesorden 4-5 ganger det arealet som ble håndtert i 1996. Kost-nytte vurderinger tilsier at man også bør vurdere andre typer tiltak, og kombinasjoner av ulike tiltak. F.eks. har de enkle forsøkene som ble gjennomført i 1996 vist at det er mulig å fjerne krypsiv med manuell rydding med greip og "sparkemetoden". Det kan fjernes svært mye krypsiv på

dugnad (i allefall i gruntområder nær land) for de summene som skal til for å leie en slik vanngående slåmaskin.

En kan også tenke seg rydding med traktor og vinsj. Ved høsting av tare enkelte steder på Vestlandet benyttes steinsvans på meier som vinsjes inn med traktor. I Venneslafjorden i Otra har det i 1997 vært forsøkt vegetasjonsfjerning med gravemaskin. Dette tiltaket bør også evalueres og vurderes i forhold til slått og andre tiltak. Det bør også utprøves kontrollerte spyleflommer i forbindelse med mekanisk vegetasjonsfjerning.

I Otra ved Rysstad har det vært gjort forsøk med innfrysing på lav vannføring i en kald vinter-situasjon, kombinert med påfølgende spyleflom (Rørslett 1991, 1997, Brandrud & Johansen 1992). Forsøkene hadde en moderat effekt, med størrelsesorden 20-30% reduksjon i arealdekning, men mest knyttet til de helt grunne områdene som ble tørrlagt (Rørslett 1997). Pga. de større arealene med gruntområder i Mandalselva ved Sveindal i forhold til i Otra ved Rysstad, kan dette være et egnet tiltak i Mandal. Problemet med denne type tiltak er at man i liten grad fjerner muddret ("vekstmediet"), og hvis ikke plantene er 100% døde av innfrysningen, vil de sannsynligvis raskt regenereres og revitaliseres slik vi har sett ved naturlig innfrysning og iserosjon i Sveindal.

Følgende kan konkluderes om vegetasjonsfjerningen med slåmaskin, samt m.h.p. videre tiltak:

1. Slåmaskinen har en relativt *høy grad av effektivitet* der den får tatt helt ned til sedimentoverflaten (dybde ca. 80-120 cm, jevn sandbunn). Den tar da med seg hele planter, detritus og mudder.
2. Slåmaskinen er ikke effektiv når den klipper høyere opp i plantesåtene. Dels får den ikke alltid med seg plantene, og dels er gjenveksten rask og omfattende. Maskinen er ikke effektiv på dypere og ujevne områder.
3. Noe planterester blir alltid igjen, disse blir *re-vitalisert*, og vil føre til *re-etablering* av større bestander. Dette tar imidlertid betydelig lengre tid (ca. 3-5 år?) hvis mudder og basale planterester i stor grad blir fjernet.
4. *Etterrensk* (manuell eller ved spyleflom) etter slått vil trolig *øke varigheten av tiltaket betydelig*.
5. Slått bør gjennomføres ved *forskjellige vannføringer/vannstander*, slik at maskinen kan komme til i hele dybdesonen for problemvekst i Sveindal-Håverstadsområdet.
6. *Andre*, mindre kostbare tiltak *bør vurderes* istedenfor eller som supplement til vegetasjonsfjerning ved slåmaskin; f.eks. *manuell fjerning* ved dugnad og bruk av kontrollerte *spyleflommer*.
7. Tiltak med *innfrysning* ved ekstrem lav vannføring i kuldeperiode bør også forsøkes.
8. *Tiltak mot krypsiv må gjentas* hvis det skal ha noen langsiktig effekt, men ved å fjerne 40 års akkumulert mudder og plantebiomasse vil det sannsynligvis framover være lettere å kunne holde krypsivmengden nede ved manuelle tiltak kombinert med spyleflommer.

6. Litteratur

- Brandrud, T.E. 1996. Vegetasjonsproblemer i ferskvann etter kalking. [i:] Halvorsen, G. (red.) Konsekvenser av kalking i skog og vatn. Bø i Telemark 14.-15. november 1995. Seminarrapport. Norsk Limnologiforening, rapp.: 96-105.
- Brandrud, T.E. & Berge, D. 1991. Tilgroing med krypsiv i Begna oppstrøms Hensfossen. Vurdering av omfang, årsaker og mulige tiltak. NIVA-notat 8.5.1991.
- Brandrud, T.E. & Johansen, S.W. 1992. Fløtgras og krypsiv i terskelbasseng i Otra: Pilotforsøk med testing av frosttoleranse. NIVA-rapp. 2773.
- Brandrud, T.E., Mjelde, M. & Lindstrøm, E.A. 1992. Tilgroing med vannvegetasjon i terskelbasseng i Eksingedalselva, Hallingdalselva og Skjoma. Omfang, årsaker og tiltak. NIVA-rapp. 2826.
- Brandrud, T.E. & Mjelde, M. 1993. Tålegrenser for overflatevann. Makrovegetasjon. Naturens Tålegrenser rapp. 29.
- DN 1995. FoU-virksomhet kalking. Årsrapporter 1994. Direktoratet for naturforvaltning notat 1995-9: 151-167. Trondheim.
- DN 1997. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. Direktoratet for aturforvaltning notat 1997-1.
- Faugli, P.E., Erlandsen, A.H. & Eikenæs, O. (red.) 1993. Inngrep i vassdrag; konsekvenser og tiltak. - En kunnskapsoppsummering. NVE publ. 13-1993 (bind 1).
- Johansen, S.W. 1993. Krypsiv i Mandalsvassdraget. Status for utbredelse, vurdering av tilgroing og årsaker, samt forslag til tiltak. NIVA-rapp. 2954.
- Rørslett, B. 1991. Krypsiv i Otra nedstrøms Brokke: Storskala innfrysningsforsøk 1991. NIVA-rapp. 2660.
- Rørslett, B. 1997. Undersøkelser i samband med fjerning av krypsiv i Otra ved Valle og Straume. NIVA notat 15.06.1997.
- Rørslett, B., Brandrud, T.E. & Johansen, S.W. 1990. Tilgroing i terskelbasseng i Otra ved Valle. Problemanalyse og forslag om tiltak. NIVA-rapp. 2442.

Vedlegg

Lokalitetsbeskrivelser:

Undersøkelsen omfatter følgende lokaliteter:

Håverstad: Overvåkingslokalitet kalking og vekst av krypsiv, fototransekt

Sveindal Kilen N: Referanselokalitet vekst av krypsiv, samt manuell rensking, fototransekt

Sveindal Kilen SØ: Referanselokalitet vekst av krypsiv, samt manuell rensking, fototransekt

Sveindal Vest: Referanselokalitet vekst av krypsiv, samt maskinell høsting/slått, fototransekt

Lokalitets nr. referer til tidligere krypsivundersøkelse (Johansen 1993); bokstavkode referer til stasjonsnett for kalkingsovervåking (DN 1997). Dybdeangivelsene referer til lav sommervannføring (30-40 m³/sek. målt ved Kjølemo).

Vestre Sveindal (nedstrøms brua)(lok 25)

Innsjøpreget basseng. Meget brede grunner på dybder 0.5 - 1.5 meter. Svært store forekomster av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*). Et stykke nedstrøms brua massive bestander som strekker seg tvers over fjorden med unntak av brem langs land, samt et 2.5 - 3 meter dypt og ca 20 m bredt strømløp (jfr. fig. 3). Bestandene nokså homogene, svakt strømpåvirkede, skråttstilte på sand og grus. Noen steder mer opprette. Stedvis opptrer sanddynedannende skuddkjeder som går opp i overflaten og kan bli opp til 2.5 - 3 meter lange (opp mot brua). Bestandene står mest på ca 0.7 - 1.5 meter dyp, ved marbakke mot strømløp ned til 2 - 2.5 meter. Mange av strømsåtene av krypsiv er av en type som tilsvarer underarten dysiv (*J. supinus* subsp. *nigritellus* = *J. kochii*), med lange, spydaktige årsskudd, som lett slites av og som driver rundt i bassenget.

Mye hornormose (*Sphagnum auriculatum*) opptrer innimellom krypsivet, særlig mye i beskyttede, grunnere områder med mye mudder. I en sone med opp til 50 cm mudderakkumulering på vestsida (d = 70-90 cm) var arealdekingen av torvmose stedvis like høy som krypsiv. Det kan synes som torvmosen etablerer seg gradvis i de etablerte krypsivbestandene og andelen synes å øke svakt.

Krypsivet opptrer også i bakevjer og bukter. Tre større bakevje/bukt bestander forekommer på ca 50 - 70 cm dyp, med store, lite vitale planter med mye alger. Stor bakevje/bukt nederst i syd-øst. Her er gravd en grøft langs sørsiden. Her er krypsivet "revitalisert" med mye, svært frodig *nigritellus*-type skudd. Illustrerer svært godt hva alderen på bestandene betyr. I denne bakevje endel innslag av gytteblærerot (*Utricularia intermedia*) og litt småblærerot (*U. minor*). Mye hornormose (*Sphagnum auriculatum*). Noe botnegras (*Lobelia dortmanna*) og mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) i noen åpne partier.

Langsmal bukt i (syd)vest med stort parti hornormose ved munningen, lengere innover mudderbunn og vegetasjonsfritt. Stort torvmosefelt også på øst siden (rett sør for irrgønn algebevokst krypsiv bukt), ellers særlig mye torvmose i marbakken. Ofte noen stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) rosetter rett nedenfor krypsiv/torvmose i marbakken, men også enkelte rosetter i forbindelse med sanddyneområdene.

Enkelte stivt brasmegras kolonier (mellom steiner) i halvdype bakevjer (1-2 meter dype), eksempelvis rett sør for brua på østsiden og i sør vis a vis fossekannten. Mykt brasmegras og botnegras forekommer hist og her inne på sand/grus banker og mykt brasmegras også i åpninger i lite strømpåvirkede krypsiv- bestander. Klovasshår (*Callitriche hamulata*) ikke observert.

Flótgras (*Sparganium angustifolium*) spiller en viktig rolle: Enkelte større bestand av mindre (rosett)planter inne i buktene, endel bestand i veksling med krypsiv sanddyner. På østsiden går

flôtgrasbestandene gjennomgående lengere inn på de grunne grusbankene enn krypsiv (dyp ca 40-50 cm). Sterkt strømformete og meget sjelden til overflaten. Noe steingrunn med bekketvebladmose (*Scapania undulata*) i nedre søndre del før fossen og aller øverst mot brua. Her er det også en del lysende (blå)grønne bestander av rødalgen slinke (*Batrachospermum vagum* coll.).

Sveindal Kilen (lok 26; KIØ & KIN) (oppstrøms brua)

Det er enorme krypsivforekomster i dette området, særlig i nord og sørøst (jfr. fig. 1). Ved lav sommervannføring er det ±sammenhengende overflatematter i hele nordre del. Bassenget har gjennomgående flat elveseng med dybder 70 - 120 cm med en smal djupål som går ned til 2 - 2.5 meter. Det er relativt bra strøm i hele bassengbredden.

Hele bassenget er tett besatt med krypsiv såter. Ofte typisk strømløp-sanddyneform men såtene går mer eller mindre i ett, og danner et kompakt, sammenhengende, metertykt lag av planter, detritus og mudder. Mudderlaget er gjerne 5-20 cm tykk, men kan være tykkere. Der det er relativt sterk strøm når ikke såtene helt i overflaten, men står skrått og blir opp til 2 - 2.5 meter lange. Rødfriske *nigritellus*-type årsskudd 10 - 50 cm lange. Flettene ender oftest i lange hvite rot-tjafser. På nordsiden av strømløpet blir strømmen gradvis svakere og her står plantene rettere, tettere og jevnere og når overflaten med noe forgreining til svak mattedannelse. Stopper her på dyp 50-60 cm. I buktene er det tette mudderbunnsbestander inn til dyp 30-40 cm. Krypsivsåtene står generelt på sand/fingrus med ± mudderakkumulering oppå, men det kan også være noe stein.

Matter av horntorvmose (*Sphagnum auriculatum* coll.) sitter innimellom krypsivsåtene, særlig mye på litt grunnere og litt mindre strøm (nordsiden). Her kan torvmosen dekke opp til en tredjedel av arealet. Betydelig mudderakkumulering. Noen steder ekstremt frodige og grove skudd nær overflaten. Torvmosemattene er gjerne 70-80 cm høye, dvs. noe lavere enn krypsivsåtene. Også noen større, reine torvmosematter i gruntområdene i svingen i nordøst. Endel langvokst flôtgras (*Sparganium angustifolium*) innimellom, men mest langs kantene. Flekkvis store bestander i øvre delen, i kanten av dypere steinete løp. I øvre del stedvis dypere, vegetasjonfritt, forøvrig mye levermose.

Svært lite stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) og mykt brasmegras (*Isoetes setacea*), men flere mer eller mindre større botnegras (*Lobelia dortmanna*) bestander på grunne grusbanker (ved utløp av Hanekil bekk, samt innerst i langgrunn bukt i nordøst ved bru). I bukt i nordøst også et lite bestand av evjesoleie (*Ranunculus reptans*) i strandkanten, også mannasøtgras (*Glyceria fluitans*). Ved vannmerket i NØ ble det i 1996-97 observert en liten bestand av den forsuringfølsomme arten tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*). Et lite gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) bestand observert. Tre ulike arter av blærerot observert (*Utricularia intermedia*, *U. minor* og *U. vulgaris*), sistnevnte i bukt i nordøst.

Blåtopp (*Molinia caerulea*) danner som regel torvkant og skråning mot furumoen innenfor. Påtagelig nedbeitet av Canadagjess. Canadagjess utgjør betydelig beiting på krypsivsåtene; beiter ned endel (som regel ikke hele) av de tykke friske årsskuddene. Mye rester av løsrevne årsskudd driver omkring i bassenget. Mye ekskrementer innimellom og oppå såtene. Den meget store bestanden med Canadagjess er trolig helt avhengig av den kraftige og omfattende krypsivveksten.

Særlig i den sørlige delen er det betydelige tepper av levermose, mest elvetrappemose (*Nardia compressa*) mindre bekketvebladmose (*Scapania undulata*) og mattehutre (*Marsupella emarginata*) på stein og grus innimellom krypsivsåtene og inn mot land. Også store mengder av rødalgen slinke (*Batrachospermum vagum* coll.) innimellom. Lave krypsiv tuer + levermose + slinke dominerer djupålen. Noen små forekomster med duskelvemose (*Fontinalis dalecarlica*) ble observert.

Håverstad (lok 29, HÅV) (utløp kraftverk)

Etter en sving nedstrøms utløp kraftverk vider elva seg ut og det er et rett, innsjøpreget parti med vide sand/grus banker på ca 1 meters dyp. Her kommer enorme og tettsittende krypsiv såter inn i hele bredden på bassenget. Såtene er svært rødgrønt frodige med "hvite dusker" av røtter ytterst, svært lik bestandene i Kilen. Betydelig mudderakkumulering. Endel erosjon/nedvisning ble registrert i øvre deler og langs vestsida fra 1993 til 1997 (jfr. fig. 1). Horntorvmose (*Sphagnum auriculatum*) inngår som regel i bestandene. Denne har tålt erosjonen bedre enn krypsivet (som står litt høyere opp), og var stedvis dominerende i øverste del i 1997. Generelt synes andelen torvmose å ha økt noe siden 1993.

Noe flótgras (*Sparganium angustifolium*) ble også registrert, mest der det ikke er så mye krypsiv, f.eks. innimellom mose på litt mer steinete, strømkraftige steder. Inn mot land på vestsida er det et bredt belte uten krypsiv eller annen makrovegetasjon (1996-97). Dette gruntområdet er småsteinete, svakt nedmudret, med tidvis svært mye algebegroing.

I buktene på mudderbunn opptrer unge, runde bestander (diameter 1-5 meter) av flótgras innerst, stedvis store matter av frodig horntorvmose. Utover i bukta, gjerne i forlengelsen av strømbestand, gjerne i noe motstrøm, kommer det inn unge bestander eller tettere felter med frodig krypsiv. I en mer eller mindre avsnørt mudderbukt ble det også registrert en frodig bestand av blomstrende, rødgrønn tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) (1997). På grunne grusbanker i buktene opptrer spredt botnegras (*Lobelia dortmanna*) samt mykt brasmegras (*Isoetes setacea*).

I konsentrert relativt smalt strømløp rett nedstrøms utløp opptrer til dels mye levermose, mye av rødalgen slinke (*Batrachospermum vagum* coll.) og enkelte krypsiv-tuer. Ett parti med lange grønnalgetråder. Dette mønsteret holder seg nedover i strømløpet. Enkelte bjørnemose (*Polytrichum commune*) og duskelvemose (*Fontinalis dalecarlica*) forekomster observert, også noe flótgras.

Oppstrøms utløp kraftverk et innsjøpreget basseng. Her var store grus/småstenområder vegetasjonsfrie, men også store krypsivbestander. Noe flótgras, mye mellomblærerot (*Utricularia ochroleuca*) (eventuelt småblærerot; *U. minor*) og noe horntorvmose innimellom ble observert. Store kortskuddsenger dominert av tjønngras (*Litorella uniflora*), stedvis av begge brasmegras (*Isoetes* spp.) artene samt botnegras (*Lobelia dortmanna*) (nedmudret grus/småstein).

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 3759-97

ISBN 82-577-3331-8