

SULDALSLÅGEN – MILJØRAPPORT NR. 41

TITTEL: Begroingsundersøkelser i forbindelse med prøvereglement og kalkingsovervåkning i perioden 1998-2003. Sluttrapport.

FORFATTERE: Stein W. Johansen
Eli-Anne Lindstrøm

UTFØRENDE INSTITUSJON: NIVA

ANSVARLIG SIGNATUR:



SAMMENDRAG:

Det har vært utført begroingsundersøkelser i Suldalslågen i perioden 1998-2003 i forbindelse med prøvereglement og kalkingsovervåkning for å studere effekter av de ulike manøvreringer på begroingsutvikling i elva, samt å vurdere eventuelle effekter av kalkingen på de ulike begroingssamfunn. Målet har vært å kunne gi innspill til et manøvreringsreglement med hensyn på å redusere begroing. Av de testede manøvreringer var det kun spyleflommer på høsten med minimum 200 m³/s ut av Suldalsvatn, som syntes på sikt å kunne gi redusert mosebegroing i Suldalslågen. Ellers var manøvreringen i hele perioden gunstig for vekst av flerårige karplanter og moser, samt grønnalger. Perioder med lav vannføring på våren og forsommeren viste at tilgroing med terrestrisk vegetasjon på periodisk tørrlagte arealer tiltok. Det fastsittende algesamfunnet hadde både før og etter kalking innslag av typisk forsuringstolerante arter, men også av forsuringfølsomme. Beregninger av indeks for forsuringfølsomhet har vist en klar positiv reaksjon på kalkingen både i hovedvassdrag og sidevassdrag ved økt innslag av forsuringfølsomme arter. Det er ikke registrert endringer i arts mangfoldet for moser og karplanter som følge av kalkingen. Viktige momenter til et manøvreringsreglement med hensyn på å redusere begroing vil være å ivareta størst mulig variasjon, samt ved å åpne for lavere minstevannføring enn 12 m³/s i vinterperioden. Årlige spyleflommer om høsten er absolutt nødvendig.

ABSTRACT:

Suldalslågen has been investigated in the period 1998-2003 with respect to growth and development of macrophytes, mosses and algae under different kinds of flow regimes and liming activities. The purpose has been to contribute to the establishment of a flow regime that can reduce growth of perennial vegetation at the river bottom. During the whole period, the growth conditions for both macrophytes, mosses and greenalgae was good. Only flushing floods with minimum 200 m³/s seems to reduce the total moss cover in the river. Periods with low discharge in spring and early summer showed increased growth of terrestrial vegetation in periodically flooded areas. As a result of liming there was a slight increase of acid sensitive species of algae in the main river and in some tributaries. This was not registered for the mosses and macrophytes. Important elements to a flow regime that can reduce growth of vegetation in the river would be to keep the variation in the flow regime as high as possible, reduce the minimum flow in the wintertime to below 12 m³/s and have yearly flushing floods in the system.

EMNEORD: Begroing, karplanter, moser, alger, tidsutvikling, vassdragsregulering, kalking.

OPPDRAKSGIVER: Statkraft SF

ÅR: 2004

ISBN 82-554-0625-5
ISSN 1502-1890

Suldalslågen

Begroingsundersøkelser i forbindelse med prøvereglement og kalkingovervåkning i perioden 1998-2003

Sluttrapport

Forfattere: Stein W. Johansen og Eli-Anne Lindstrøm
Medarbeidere: Randi Romstad og Annette Furnes (Bot. Inst., UiB)



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Brekkeveien 19
Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo
Telefon 22 18 51 00 Telefax 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Innhold

Sammendrag	4
1. Innledning	7
1.1 Prøvereglement 1998-2003	8
2. Materiale og metoder	9
2.1 Materiale	9
2.1.1 Stasjoner	9
2.1.2 Feltregistreringer i perioden 1998-2003	12
2.2 Metoder	12
2.2.1 Fotografering og bildeanalyse	12
2.2.2 Analyser kvantitative begroingsprøver	13
2.2.3 Analyser kvalitative begroingsprøver (kalkingsovervåkingen)	13
3. Resultater	14
3.1 Overvåking av de ulike begroingssamfunn i 1998-2003	14
3.1.1 Kalkingsovervåking algebegroing – arts sammensetning og mangfold	14
3.1.2 Makrovegetasjon – moser og karplanter	19
3.1.3 Tidsutvikling i transekter TR2 – TR18	20
3.1.4 Tidsutvikling på overvåkningsstasjoner OV1 – OV18	22
3.1.5 Tidsutvikling biomasse grønnalger	24
3.1.6 Tidsutvikling på renskede arealer	25
3.1.7 Effekter av spyleflommene i 2001 og 2002	28
3.2 Tidsutvikling i de ulike begroingssamfunn i perioden 1988-2003	30
3.2.1 Moser og karplanter	30
3.2.2 Grønnalger	33
3.3 Tidsutvikling på renska arealer 1992-2003	36
4. Diskusjon	39
4.1 Begroingsforhold – tidligere undersøkelser og eldre beskrivelser	39
4.2 Hvilke faktorer er avgjørende for begroingsutvikling i Suldalslågen	41
4.2.1 Substrat	41
4.2.2 Hydrologi	43
4.2.3 Vanntemperatur	45
4.2.4 Vannkvalitet	45
4.3 Tiltak mot uønsket begroing	46
4.4 Forventet utvikling som følge av de to typer manøvreringsreglement	46
4.4.1 Reglement fra perioden 1998-2000 Alt. I	46
4.4.2 Reglement fra perioden 2001-2003 Alt. II	47
4.5 Vurdering av Statkrafts 3 forslag til nytt manøvreringsreglement	47

5. Anbefalinger i forhold til nytt manøvreringsreglement	50
6. Litteratur	51
7. Vedlegg	53
7.1 Primærdata kalkingsovervåkning 2003	53

Sammendrag

Det har vært utført begroingsundersøkelser i Suldalslågen i perioden 1998-2003 i forbindelse med nytt prøvereglement og kalkingsovervåking. Fullkalking startet vinteren 1998 med 4 doserere. I perioden har det vært manøvrert etter 2 ulike vannføringsregimer. Første periode (1998-2000) med høy vannføring (minimum 150 m³/s ut av Suldalsvatn) om våren og ingen spyleflom om høsten. Andre periode (2001-2003) med lav vannføring på våren og forsommeren og en styrt spyleflom (minimum 200 m³/s ut av Suldalsvatn) i oktober de to første årene. I 2003 ble det verken kjørt stor vårfloem eller styrt spyleflom om høsten slik at maksimal vannføring ut av Suldalsvatn var på 72 m³/s.

Hensikten med undersøkelsen har vært å studere effekter av de ulike manøvreringer på begroingsutvikling i elva, samt å vurdere eventuelle effekter av kalkingen på de ulike begroingssamfunn. Videre har målet vært å se på tidsutvikling i forhold til tidligere undersøkelser tilbake til 1988 og komme med innspill til et manøvreringsreglement med hensyn på å redusere begroing.

I hele perioden har det vært gjort registreringer av begroing 4 ganger pr år (april, juni, september og november) med ulikt formål og omfang. Basis har vært 12 stasjonsområder som første gang ble undersøkt kvantitativt i 1988. I 5 av disse områdene ble det etablert faste transekter i 1991 som senere er fulgt opp i april og november alle år. Det er også gjort registreringer på 4 arealer som ble rensket for mose i 1992 og ett nytt areal rensket i 1998.

Ved oppstart i 1998 var Suldalslågen i utgangspunktet en elv med stor forekomst av begroing i form av moser, karplanter og alger. Det var klar dominans av teppedannende levermoser og duskformede elvemoser (*Fontinalis*) som til sammen utgjorde vel 80 % dekning på overvåkningsstasjonene. To karplanter, klovasshår og krypsiv, hvorav klovasshår var dominerende, hadde spredte forekomster i hele elva og enkelte steder lokalt større forekomster, men < 3 % dekning totalt sett. Blant algene var trådformede grønnalger klart dominerende. Dette algesamfunnet varierte mer gjennom året og hadde størst forekomst på våren og senhøsten. Det var også vanlig med en gradvis reduksjon i dekningsgrad fra øverst (80-100 % dekning) til nederst (10-15 % dekning) i elva. I undersøkelsesperioden har det vært fokus på tidsutvikling i disse begroingssamfunn som følge av den foretatte manøvrering av Suldalslågen.

Resultater for perioden 1998-2000; manøvrering etter alternativ I.

Både vannføringsforhold, temperaturforhold og vannkvalitet var i perioden 1998-2000 gunstige for vekst av både flerårig vegetasjon og grønnalger i Suldalslågen. Dette medførte blant annet:

1. Det skjedde ingen store årvisse endringer i begroingsforholdene i perioden 1998-2000. Systemet virket stabilt med bare mindre år til år variasjoner.
2. Generelt viste mosedekningen en liten økning eller en utflating. *Fontinalis* gikk flere steder noe frem. Det var svært få lokaliteter med nedgang i mosedekning. I disse tilfeller ble nedgangen kompensert ved en økning i karplanter som klovasshår og krypsiv, slik at totalt vegetasjonsdekke ble opprettholdt. Middelverdier for overvåkningsstasjoner viste et maksimum i total vegetasjonsdekning på permanent vanddekket areal i år 2000 i forhold til perioden 1991-2000.
3. Det var tre gode vekstsesonger for karplanter. Klovasshår syntes å være en klar vinner i forhold til krypsiv.
4. Spesielt grønnalgesamfunnet viste en klar årsvariasjon alle tre årene med en relativt stor vårbiomasse som ble spylt ut med vårfloemmen med deretter påfølgende ny tilvekst utover høsten. En stor del av grønnalgebiomassen så ut til å overleve vinteren og dermed kunne gi grunnlag for den store vårbiomassen. Sammenligner en de 3 årene, var det relativt mindre grønnalger i 1999 sammenlignet med 1998 og 2000. I perioden 1998-2000 var det en tendens til økt grønnalgedekning om våren i forhold til LFS-perioden (1990-1997).

5. På renska arealer var det en jevn tilgroing med mose i hele perioden, noe som bl.a. indikerte at det ikke har vært manøvrert på en slik måte at det har hindret eller bremset opp tilgroingen i Suldalslågen.
6. På enkelte arealer vistes det spor av mobilisering av sand og grusfraksjoner.

Resultater for perioden 2001-2003; manøvrering etter alternativ II.

Både vannføringsforhold, temperaturforhold og vannkvalitet var i perioden 2001-2003 gunstige for vekst av både flerårig vegetasjon og grønnalger i Suldalslågen i lange perioder. Et unntak var de styrte spyleflommene i 2001 og 2002 som medførte ustabilitet i systemet. Dette medførte blant annet:

1. Spyleflommene førte til erosjon i mosedekket. Begge mosesamfunn fikk redusert dekningsgrad, men klart størst reduksjon var det i levermosesamfunnet.
2. Spyleflommene hadde ingen effekt på karplantesamfunnet som fikk økt dekningsgrad i perioden.
3. Total vegetasjonsdekning (moser + karplanter) ble redusert fra 82,5 % til 78,1 % dekning fra 2000 til 2002 målt som årsmiddelverdier på overvåkningsstasjonene.
4. Grønnalgesamfunnet utviklet seg som i foregående periode med stor vårbiomasse i april som ble kraftig redusert til slutten av juni. Dekningsgraden var normal i september, mens både biomasse og dekningsgrad var kraftig redusert i november begge år i forhold til perioden 1998-2000, som følge av utspyling med høstflommen.
5. På renska arealer på permanent vanddekket areal eroderte spyleflommene noe slik at total vegetasjonsdekning ble redusert eller flatet ut. På renska periodisk tørrlagt areal hadde spyleflommene ingen effekt på flate partier som raskt oversvømmes ved vannføringer > 25 m³/s. På et areal med større grad av tørrlegging ble mosedekningen redusert og substratet ustabil.
6. Spyleflommene har sørget for større mobilisering av sand og grusfraksjoner som nå har større arealdekning på overvåkningsstasjonene enn i foregående periode.
7. I 2003 uten spyleflom førte stor grad av stabilitet til at den begynnende erosjon og nedgang i mosedekning de to foregående år flatet ut og at man igjen fikk en svak økning i dekningsgraden av moser.
8. I 2003 hadde karplantene klovasshår og krypsiv igjen en god vekstsesong men økte ikke i arealutbredelse pga. stor tilbakegang i vinterperioden 2003. Store mengder sand og grus sammen med tykke lag av levermoser er et godt substrat for disse plantene.
9. På periodisk tørrlagt areal har tilgroing med terrestrisk vegetasjon, spesielt gras, tiltatt.

Effekt av kalkingen i Suldalslågen.

Det fastsittende algesamfunnet i Suldalslågen består i alt vesentlig av arter som trives i nærings- og elektrolyttfattig rennende vann. Samfunnet har både før og etter kalking hatt innslag av typisk forsuringstolerante arter, men også av forsuringfølsomme.

Da hovedvassdraget ble fullkalket i 1998 var man i tvil om hvor forsuringsskadd Suldalslågen egentlig var. Beregninger av IFF (indeks for forsuringfølsomhet) har vist en klar positiv reaksjon på kalkingen. Dette gjelder særlig vassdragets nedre deler, som i utgangspunktet var minst preget av forsuring da kalkingen startet. Mangfoldet som i utgangspunktet var ganske høyt da kalkingen startet, kan variere en del fra år til år. Det synes ikke vesentlig endret i perioden 1998-2003.

De to kalkede sideelvene, Steinsåna og Mosåna, har også vist klar positiv respons på kalkingen. I 2003 var dette særlig utpreget i Steinsåna. IFF viser nå verdier som tilsier at pH ikke lenger begrenser innslag av forsuringfølsomme alger. I de to sideelvene som tjener som referanse i kalkingsovervåkingen, Tjøsheimsåna og Fossåna, har IFF vist en svakt økende tendens de senere år. Det kan tyde på begynnende naturlig restituering av begroingsamfunnet. IFF er imidlertid fremdeles klart lavere enn i de kalkede sideelvene. Mangfoldet i de kalkede sideelvene er omlag som i hovedvassdraget, mens de ukalkede sideelvene har lavere mangfold. Det kan ikke spores noen trend i utviklingen av mangfoldet i sideelvene.

Kiselalgesamfunnet, i likhet med det øvrige algesamfunnet, har variert en del fra år til år. De to referanseelvene, Tjøsheimsåna og Fossåna, skiller seg ut med lavere innslag av forsuringfølsomme

arter og høyere innslag av tolerante enn de øvrige lokalitetene både i sidevassdrag og hovedelva. I 2002 og især i 2003 var det små innslag av klart forsuringfølsomme kiselalger i referanseelven Tjøstheimsåna. Det er i samsvar med IFF-beregningene, og tyder på en begynnende naturlig restituering av begroingsamfunnet i sideelvene.

En sammenligning med situasjonen i andre vassdrag som Tovdal, Mandal, Lygne og Bjerkereim har vist at i forhold til disse vassdragene, var Suldalslågens hovedvassdrag lite preget av forsuring før kalking. Sideelvene var noe mer forsuringspreget, men disse (sett under ett) var heller ikke like preget av forsuring som en del andre vassdrag på Sør- og Sørvestlandet.

Der er ikke registrert endringer i artsmangfoldet for moser og karplanter på overvåkningsstasjonene som følge av kalkingen i perioden 1998-2003. Vassdraget hadde før kalking etablerte bestander av svakt forsuringfølsomme arter som *Fontinalis* og klovasshår.

Anbefalinger i forhold til nytt manøvreringsreglement for Suldalslågen.

På bakgrunn av konklusjoner trukket ut fra resultatene oppnådd med de ulike alternativer med manøvrering av Suldalslågen i perioden 1998-2003, er det noen viktige elementer som bør trekkes frem i forbindelse med utforming av nytt manøvreringsreglement:

1. Både vannføringsforhold, temperaturforhold og vannkvalitet har i hele perioden 1998-2003 vært gunstige for vekst av både flerårig vegetasjon og grønnalger i Suldalslågen.
2. Vårflommene (150 m³/s) slik de ble manøvrert, klarte ikke å renske opp mer enn ny tilvekst resten av vekstsesongen.
3. Bare spyleflommene i 2001 og 2002 har hatt en målbar begrensende effekt på veksten i det flerårige mosesamfunnet i form av erosjon og dermed reduksjon i dekningsgrad.
4. Både høy og lav vannføring i mai og juni medførte ingen stor forekomst av grønnalger. Høstflommen spyler effektivt ut grønnalger og reduserer muligheten for stor vinteroverlevelse og tidlig oppblomstring påfølgende vår.
5. Lav vannføring i perioden mai - juli synes å kunne fremme tilvekst av terrestrisk vegetasjon på periodisk tørrlagt areal.

Av de to vannføringsregimene testet i perioden, synes Alt. II (perioden 2001-2002) å ivareta den viktigste funksjonen, dvs. en spyleflom om høsten. Dette for å tynne ut og renske opp i tilgrodde områder på permanent vanddekket areal i forhold til dagens minstevannføring. For å hindre og bremse en sakte men sikker tilgroing med terrestrisk vegetasjon av det nåværende periodisk tørrlagte areal i forhold til minstevannføring på 12 m³/s, bør det også vurderes å bruke vår forsommer-vannføringene fra Alt. I (perioden 1998-2000).

Dersom en tar hensyn til de nye reglementsforslag som fremkom høsten 2003 (kap. 4.5), kan også følgende momenter brukes ved utformingen av reglement med hensyn på å begrense begroing:

1. **størst mulig dynamikk ønskelig.**
2. Vinterperioden: dynamisk reglement. Best uten begrensning i minstevannføring på 6 m³/s.
3. Vår/ forsommer: starte med spyleflom for å renske opp i elveleiet og for om mulig ”snu og vende” på substratet. Deretter må vann-nivået tilpasses etter hvordan en ønsker breddene skal se ut (jmf. terrestrisk tilgroing ved for lavt vannlinjenivå i forhold til dagens minstevannføring og sommervannføring).
4. Sommerperioden: Dette vil være den viktigste vekstperioden og det vil gro godt på alt vanddekt areal.
5. Høstperioden: Spyleflom helt nødvendig før en går over til dynamisk reglement inn i vinterperioden.

1. Innledning

Siden 1990 har Suldalslågen hatt et prøvereglement med definert vannslipp fra Suldalsosen. I perioden 1990-1997 pågikk Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen (LFS), hvor det ble gjort eksperimentelle studier og forsøk, samt samlet inn en god del materiale for bl.a. å belyse økologiske effekter av manøvreringsreglementet. Resultatene ble presentert på et avslutningsseminar i Suldal i oktober 1997 og nedfelt i 49 LFS-rapporter. Med bakgrunn i resultatene fra prøveperioden fra 1990, vedtok OED en ny prøveperiode på 2 ganger 3 år, 1998-2003, hvor det skulle kjøres to ulike prøvereglement med hver 3 års varighet (**Figur 1**). I denne perioden skal det dokumenteres økologiske effekter av de to ulike reglementene med tanke på å kunne anbefale et nytt manøvreringsreglement som skal legge til rette for å ta vare på vassdragets naturlige funksjoner og prosesser samt ivareta regulantens behov for høy produksjon.

Samtidig med at de to manøvreringsreglementene skulle kjøres og det skulle undersøkes økologiske effekter av disse, ble en ny variabel introdusert i Suldalslågen. Fra og med 1998 ble det bygd og igangsatt 4 kalkdoserere som skulle sørge for en generelt gunstigere vannkvalitet for laksen i Suldalslågen. De 4 dosererne er plassert ved Suldalsosen og i de tre sidebekkene Tjøstheimsåna, Steinsåna og Mosåna.

Ut fra de tidligere erfaringer og resultater omkring begroingsforholdene i Suldalslågen, ble det satt opp følgende forventede effekter/endringer som følge av de foreslåtte reglementer:

Alternativ I perioden 1998-2000:

- Perioden juni-juli vil gi gunstigere vekstbetingelser for moser og alger både som følge av mindre vann og en noe høyere temperatur
- Større høstbiomasse av alger
- Generelt bedre forhold for flerårige begroingsorganismer (moser og karplanter) over året

Alternativ II perioden 2001-2003:

- Perioden juni-juli vil gi gunstigere vekstbetingelser for moser og alger både som følge av mindre vann og en noe høyere temperatur
- Større høstbiomasse av alger
- Effektiv utspyling av høstbiomassen av alger
- Opprensning av flerårige begroingsorganismer i spyleflommen
- Generelt bedre forhold for flerårige begroingsorganismer (moser og karplanter) over store deler av året

Forventede effekter av kalking i perioden 1998-2003:

- Endringer i artssammensetning i algevegetasjonen
- Endrede biomassenivåer av enkelte alger
- Endret forhold mellom forsuringfølsomme og forsuringstolerante moser og karplanter

En viktig verdi og funksjon som det nye manøvreringsreglementet skal ta hensyn til er å sikre gode vilkår for Suldalslågen sin storvokste laksestamme og annen fisk. Et veldefinert vannføringsregime vil sammen med vanntemperatur og vannkvalitet gi hovedgrunnlaget for utvikling av en bestemt type begroingssamfunn. Når det gjelder begroingssamfunnet i Suldalslågen vil det kunne virke direkte eller indirekte på fisken på følgende måter:

I. Som habitat for fisk og næringsdyr

II. Ved produksjon av organisk materiale og næringsdyr

Ut fra dette har det vært viktig å dokumentere tidsutvikling i begroingssamfunnet i hele forsøksperioden. Samtidig har det vært viktig å skaffe til veie data som om mulig kan gi svar på følgende spørsmål:

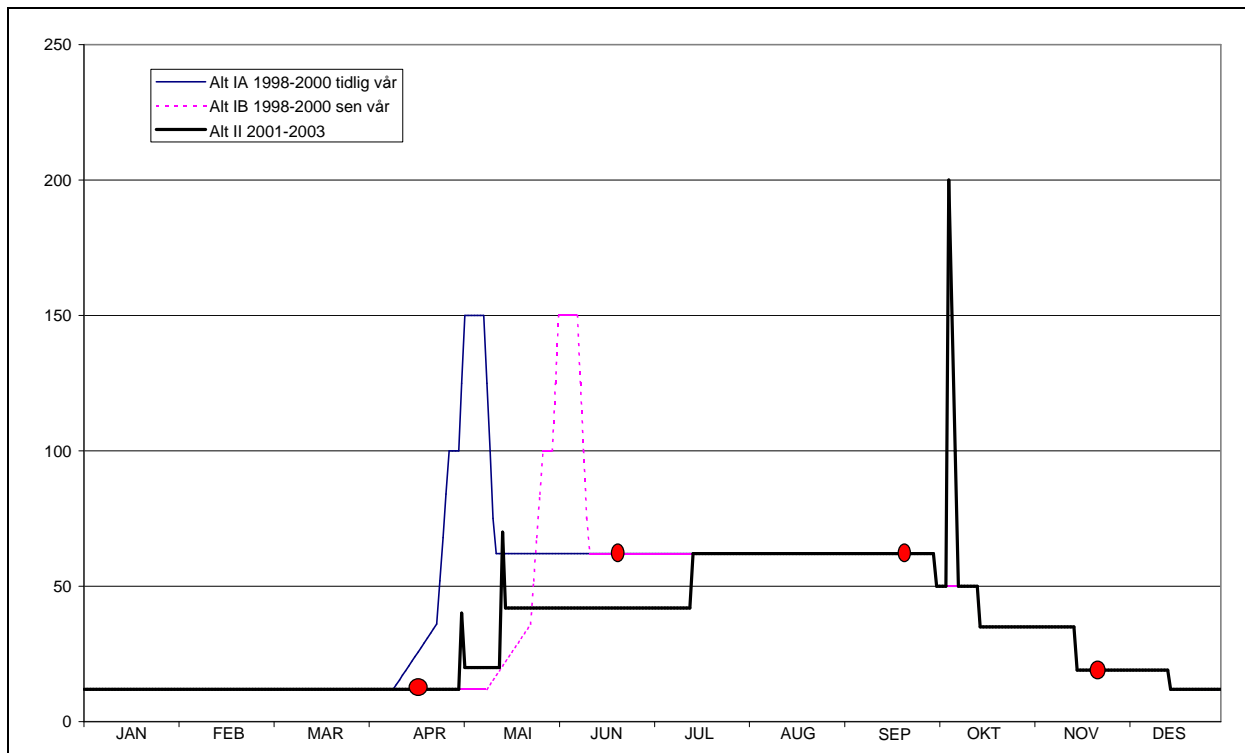
1. Er begroingssamfunnet til sjenanse eller nytte for fisken i de ulike stadier av livssyklus eller er mengde og sammensetning av begroingssamfunnet av uvesentlig betydning.
2. Er begroingssamfunnet til sjenanse eller nytte for fiskens næringsdyr i de ulike stadier av livssyklus eller er mengde og sammensetning av begroingssamfunnet av uvesentlig betydning.
3. Hvilken type vannføringsregime gir det beste begroingssamfunnet til nytte for lakseproduksjon.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra overvåkingen av begroingsutviklingen i Suldalslågen i hele perioden 1998-2003 sammenlignet med tidligere år. Med basis i disse resultater er det foreslått nødvendig vannbehov for å ivareta ulike typer begroingssamfunn i et nytt manøvreringsreglement for Suldalslågen.

1.1 Prøvereglement 1998-2003

De 2 manøvreringsreglementene som skulle undersøkes, skiller seg til dels vesentlig fra hverandre, **Figur 1**. Alternativ IA og IB illustrerer vannslippet i den første perioden 1998-2000 ved henholdsvis tidlig og sen vår. Etter dette reglementet vil slutt på lavvannsperioden bestemmes av tilsig og begynnende vårflom i "referansevassdraget" Stordalsvatn. Teoretisk vil dette bety at vårflommen i Suldalslågen vil kunne starte i perioden 10. april til 10. mai. Vårflommen skal være minimum 150 m³/s og vil være avsluttet i perioden 15. mai til 15. juni alt etter tidspunkt for slutt på lavvannsperioden. Etter at vårflommen er over skal man gå inn i en lengere periode med stabil vannføring på 62 m³/s i snitt helt frem til 1. oktober. En viktig forskjell fra 1990-reglementet vil være at lokaltilsiget til Suldalsvatn ikke lenger skal slippes til Suldalslågen i perioden juni-juli. Likeledes er det forutsatt at Hylen kr.st. skal kunne kjøres i samme perioden. Konsekvensen av dette er bortfall av en periode i juni og juli som flere år tidligere har gitt stor vannføring i Suldalslågen, ofte større enn de 150 m³/s som vårflommen nå er bestemt til, og som samtidig har medført lave temperaturer i elva. Ut over dette er reglementet som tidligere.

Alternativ II illustrerer vannslippet i den siste perioden 2001-2003. I dette reglementet tar en utgangspunkt i fastlagt sluttidspunkt for lavvannsperioden 1. mai som i 1990-reglementet og deretter en lang periode frem til 1. oktober med relativt lav vannføring (basisnivåer på 42 og deretter 62 m³/s). I første halvdel av mai vil det bli sluppet to mindre flommer på henholdsvis 40 og 70 m³/s. Bortfall av en større vårflom og høy vannføring i vår og forsommerperioden, vil være vesentlig forskjellig fra det tidligere prøvereglementet. Den andre hovedforskjellen er en styrt spyleflom på minimum 200 m³/s i første halvdel av oktober i årene 2001 og 2002. Utover dette er reglementet som tidligere. I 2003 skal alternativ II kjøres uten spyleflom.



Figur 1. Skisse av prøvereglementet for perioden 1998-2003. Tidspunkt for prøvetaking og registrering av begroing er markert.

2. Materiale og metoder

2.1 Materiale

2.1.1 Stasjoner

For å kunne gi et best mulig vurderingsgrunnlag for å foreslå et nytt manøvreringsreglement for Suldalslågen, har det vært nødvendig med en serie stasjoner for ulike formål. Det har vært vektlagt å etablere langtidsserier og i stor grad bruke de etablerte stasjoner fra tidligere undersøkelser (Rørslett m.fl. 1989, Johansen 1995).

For å overvåke den generelle begroingsutvikling i elva i perioden 1998-2003, er et utvalg på 12 stasjoner (OV) fulgt opp med en fotoregistrering vår og høst på minstevannføring (**Tabell 1** og **Figur 2**). Et utvalg på 5 av disse stasjonene er fulgt opp med transektfotografering (TR). OV-stasjonene ble etablert i 1988, mens TR-transektene ble etablert i 1991. Begge lokalitetstyper har kontinuerlige tidsserier med begroingsdata fra etableringstidspunkt og ligger på permanent vanndekket areal i forhold til dagens minstevannføring på 12 m³/s.

I forbindelse med kalkingsovervåkingen, har 5 hovedstasjoner (OV2, 6, 8, 10 og 18) gjennomgått full kvalitativ innsamling av algeprøver i september hvert år for å dekke opp utviklingen i artsammensetning i begroingssamfunnet og biologisk mangfold i hovedelva. På de samme stasjoner er det tatt biomasseprøver av grønnalgebegroing ved 4 tidspunkter hvert år i hele perioden. Blant sidevassdragene er Steinsåna og Mosåna prøvetatt i september for å følge med i artsdiversiteten i begroingssamfunnet i forhold til kalkingen, mens Tjøstheimsåna er blitt prøvetatt oppstrøms kalkingsanlegg og har tjent som ”referansevassdrag” upåvirket av kalking ved siden av Fossåna (**Tabell 2** og **Figur 2**).

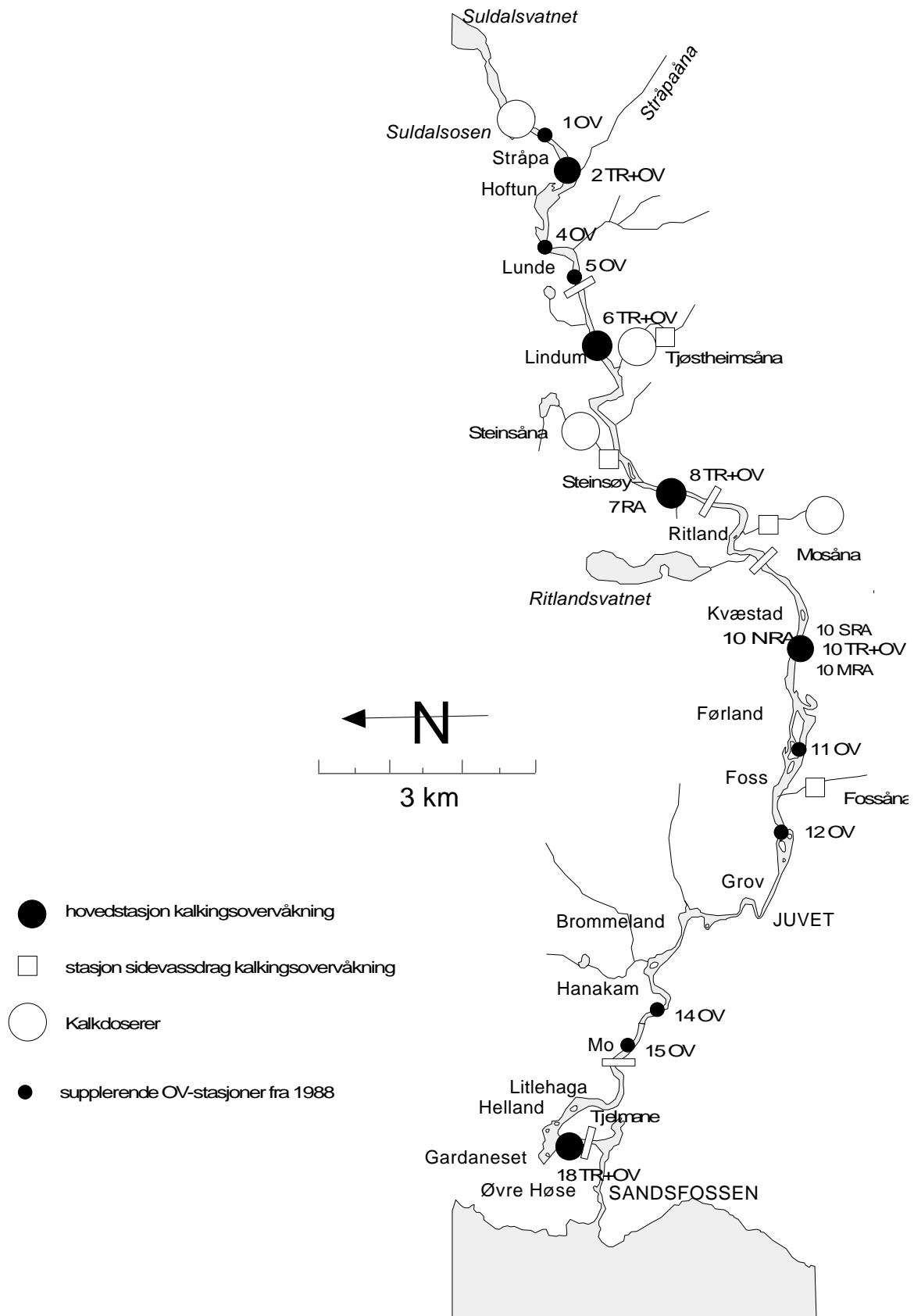
Et viktig element i LFS-perioden var effekter av tiltak. Rensketiltaket på mosedekket areal utført i 1992 ved Steinsøy og Kvæstad, viste at tilgroings hastigheten varierte med type areal (permanent vanndekket og periodisk tørrlagt) og substrat (stor stein og småstein/grus) og at tiltaket hadde begrenset varighet (Johansen 1997a). Forsøket ga også viktig informasjon om hvilket mosesamfunn som reetablerte seg og veksthastigheter. Forsøksflatene var ikke kommet i likevekt da LFS-perioden ble avsluttet. 4 oppmerkede arealer etablert i 1992 har blitt fulgt opp i hele perioden 1998-2003 for å studere tidsutvikling og eventuell suksesjon i mosesamfunnet. 3 av arealene; 7RA, 10NRA og 10SRA (**Tabell 1** og **Figur 2**) ligger på periodisk tørrlagt areal, mens bare ett, 10MRA ligger på permanent vanndekket areal. I april 1998 ble det manuelt rensket et nytt tilsvarende areal på ca. 2x2,5m like ved 10MRA, som fikk betegnelsen 10MRAII. Dette er fulgt opp tilsvarende i hele perioden 1998-2003.

Tabell 1. Stasjoner i Suldalslågen i 1998-2003. Kartangivelsene er i henhold til kartblad M711-1313IV (Edition 4-NOR 1:50000). Stasjonskodene er OV= overvåkning, TR= transekter, RA= renska arealer.

Stasjonskode	UTM kartreferanse	Avstand fra Suldalsvatn (km)	Høyde over havet (m)
1 OV	32VLL 593 971	0,3	66,5
2 OV, 2 TR	32VLL 587 966	1,1	63,7
4 OV	32VLL 576 969	2,6	61,1
5 OV	32VLL 572 966	3,3	60,3
6 OV, 6 TR	32VLL 562 963	4,3	59,3
7 RA	32VLL 543 955	6,7	56,5
8 OV, 8 TR	32VLL 543 951	7,2	56,3
10 NRA, 10 SRA	32VLL 523 937	10,1	49,4
10 OV, 10 TR, 10 MRA	32VLL 522 937	10,1	49,4
11 OV	32VLL 508 937	11,4	47,9
12 OV	32VLL 494 940	12,9	45,8
14 OV	32VLL 471 960	17,4	11,5
15 OV	32VLL 465 963	18,2	9,3
18 OV, 18 TR	32VLL 453 970	20,3	6,5

Tabell 2. Stasjoner i sidevassdrag til Suldalslågen i 1998-2003. Kartangivelsene er i henhold til kartblad M711-1313IV (Edition 4-NOR 1:50000).

Stasjonskode	UTM kartreferanse	Avstand fra Suldalsvatn (km)	Høyde over havet (m)
TJØ Tjøstheimsåna	32VLL 564 958	4,4	59,3
STE Steinsåna	32VLL 548 962	5,8	57,5
MOS Mosåna	32VLL 539 942	7,9	54,7
FOS Fossåna	32VLL 502 939	12,5	46,3



Figur 2. Stasjoner for overvåkning av begroingsutvikling i Suldalslågen i perioden 1998-2003.

2.1.2 Feltregistreringer i perioden 1998-2003

Hvert år er det blitt utført feltarbeid i Suldalslågen ved 4 tidspunkt i hele perioden 1998-2003 (**Tabell 3**). Dette for å bygge opp tidsserier under kontrollerte betingelser i forhold til mulige effekter av de to vannføringsregimer (**Figur 1**). I april registreres forholdene på periodisk vanndekket areal best, samtidig som absolutt minstevannføring gir best tilgjengelighet til permanent vanndekket arealer (vinterhabitatet for fisk). I juni måles effekten av en eventuell utspyling av algebiomassen fra vårsituasjonen. I september har hovedvekten blitt lagt på kalkingsovervåkning med kvalitativ prøvetaking av begroingsalger i hovedvassdraget og sidebekker. I november er det igjen nesten minstevannføring slik at vinterhabitatet kan kartlegges, eventuelle effekter av spyleflommer på høsten kan registreres og alle overvåkningsstasjoner er tilgjengelig slik at resultatet av årets vekstsesong kan måles.

Tabell 3. Årlige feltregistreringer i perioden 1998-2003.

overvåkning tidsutvikling:	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
fotoregistrering 5 TR+12 OV				x							x	
fotoregistrering 5 OV						x			x			
biomasse grønnalger 5 OV stasjoner				x		x			x		x	
kvalitative grønnalger 5 OV stasjoner				x		x			x		x	
kalkingsovervåkning:												
kval algeprøver 5 OV stasjoner									x			
kval algeprøver 4 sidebekker									x			
overvåkning rensketiltak:												
fotoregistrering 5 fastruter (RA) i Steinsøy-Kvæstad området				x					x		x	

2.2 Metoder

2.2.1 Fotografering og bildeanalyse

For å kartlegge mengdemessig forekomst av begroing (moser og alger) og substratforhold, er det benyttet undervannsfotografering på vanndekte arealer og landfotografering på tørrlagte arealer på de respektive stasjonene. Kamera og blitz ble påmontert en ramme med bildeareal 0,12 m². For hver stasjon ble det tatt 36-40 bilder ved hvert tidspunkt enten som transekter eller etter et vilkårlig mønster (random-foto). Summen av bildene gir et godt inntrykk av begroingsforholdene på de enkelte stasjoner.

Bildeanalysen er utført ved å studere bildene under binokularlupe ved forstørrelse 10-40 x. Ved hjelp av et kalibrert rutenett er dekningsgraden (=horisontalprojeksjonen av forekommende begroing) av de ulike begroingselementer samt andelen bart substrat bestemt. Hvert element på bildene er bestemt ned til en minste nøyaktighet på 0,3 % dekning. Av begroingselementer er det forsøkt å skille mellom karplanter (gras og ekte makrofytter), moser (bladmoser og levermoser) og alger. Når det gjelder algebegroing er det bare synlige makroskopiske forekomster som lar seg bestemme til gruppe. Dette gjelder spesielt trådformede grønnalger og rødalger. Artsbestemmelse av alger og delvis moser må gjøres på spesielt innsamlet materiale under lupe eller mikroskop.

I de tilfeller hvor det er algebegroing i mindre mengder, fremkommer substratet tydelig på bildene og en kan angi substratkategorier tydelig. I de tilfeller hvor det er massiv vekst av moser, både teppedannende og duskformede, kan det være svært vanskelig å karakterisere substratet på bildene. I

slike tilfeller er feltobservasjoner helt nødvendig som tilleggsinformasjon. Bart substrat definert som substrat uten flerårig vegetasjon som f.eks. moser, er forsøkt inndelt i fraksjonene sand, grus og stein. Fraksjonsinndelingen sand, grus og stein er en forenkling og brukes i begroingssammenheng til å skille mellom finfraksjonene sand og grus (< 32 mm) som ofte er i bevegelse og stein (> 32 mm) som kan være substrat for flerårig begroing i Suldalslågen.

2.2.2 Analyser kvantitative begroingsprøver

Kvantitative prøver av trådformede grønnalger ble tatt ved å ta opp steiner med mose og grønnalger der grønnalgene hadde sin største forekomst, dvs. de antatt største biomassene. Det ble tatt 4 paralleller på hver stasjon. Et avgrenset areal på 28,3 cm² ble stanset ut og grønnalgene ble skilt fra mosen. Etter en slik separasjon er grønnalgene så rene og fri for uorganisk materiale at tørrvekt uten gløding gir et godt biomassemål. Prøven av grønnalger ble frysetørket, veid for tørrvektbestemmelse, homogenisert og analysert for klorofyll-a innhold etter intern analysemetode (metanolekstraksjon) brukt ved NIVA. Tørrvekt er oppgitt som g TV/m², mens klorofyll-a er oppgitt som mg KLA/m². Det ble også tatt en kvalitativ prøve av grønnalgene og mosen den vokste på for å bestemme dominerende arter.

2.2.3 Analyser kvalitative begroingsprøver (kalkingsovervåkingen)

Metodikk for kvalitative begroingsobservasjoner er standardisert. Det tas prøver av begroingssamfunnet i en elvestrekning på minst 10 m, vanligvis noe lenger. Prøven tas fra elvebredden og så langt ut i elva det er mulig å nå. Begroingsobservasjonene legges til strykepartier, helst med vannhastighet 0,2 m/s eller mer.

Begroingen vokser ofte i visuelt ulike enheter, *begroingselementer*, som kan ha form av et geléaktig brunt belegg (ofte kiselalger), grønne tråder (oftest grønnalger) eller eksempelvis mørkegrønne dusker som kan bestå av rød- eller blågrønnalger. Ved feltobservasjonene samles de ulike begroingselementene inn hver for seg, og mengdemessig forekomst angis som *dekningsgrad*. Dekningsgraden vurderes subjektivt ut fra hvor stor prosent av elveleiet i stasjonsområdet som dekkes av hvert element.

Det tas også en prøve av *mikrosamfunnet*. Her menes mikroskopiske organismer som vokser direkte på stein. Kiselalger utgjør vanligvis en viktig del av mikrosamfunnet. Fra 10 tilfeldig (randomisert) utvalgte steiner børstes et areal på ca. 8x8 cm ned i en plastbakke med 1 liter vann. Materialet omrøres og en delprøve tas ut.

Begroingsprøvene fikseres med formalin og bringes til laboratoriet for analyse. Her undersøkes prøvene i mikroskop og organismene identifiseres så langt som mulig, fortrinnsvis til art. Hver arts mengdemessige betydning vurderes semikvantitativt. For makroskopisk synlige begroingsenheter anvendes den dekningsprosent som er gitt i felt. Forekomsten av de mikroskopiske og mindre vanlige formene vurderes subjektivt etter følgende skala:

- x = sparsom forekomst
- xx = middels forekomst
- xxx = rikelig forekomst

Det tas ut delprøver av mikrosamfunnet (fra 10 steiner) for analyse av *kiselalgesamfunnet*. Prøven glødes i glødeovn, ved 520° C og monteres i inneleiringsmediet Naphrax. Minst 300 kiselalgeskall telles og prosentvis forekomst av hver art regnes ut.

På grunnlag av analyseresultatene, artsinnhold, artsmangfold og mengdemessige forhold, gis en vurdering av begroingssamfunnet, da særlig de kvalitative forhold.

For å illustrere og tallfeste tilstanden mht. forsuring, er det beregnet indeks for forsuringfølsomhet, IFF. Denne er revidert siden kalkingsundersøkelsen i 2002 (Lindstrøm m. fl. 2004). Organismene innen CCR-gruppen (cyanobakterier, grønnalger og rødalger) gis en verdi etter grad av forsuringfølsomhet, **Tabell 4**. Litt forsuringfølsomme organismer får verdien 0,25, noe følsomme 0,50, moderat følsomme 0,75 og klart følsomme 1,0, se **Vedlegg B1**. Ved beregning av indeksen summeres alle forsuringfølsomme arter i prøven etter at de er vektet i henhold til sin spesifikke følsomhet. Prøver med mange arter i kategorien moderat (0,75) og klart (1,0) forsuringfølsomme vil således få høy indeks. Det tas ikke hensyn til organismenes mengde, bare tilstedeværelse. De tolerante, arter som klarer seg ved pH <5 betraktes som ikke følsomme og inngår ikke. Kiselalgesamfunnet er ikke med i beregningene.

Tabell 4. Kategorier av FF (forsuringfølsomhet) - anvendt på begroingsalger.

Følsomhetskategori	Laveste pH-toleranse	FF
Ikke følsom	< 5,0	0
Litt følsom	=> 5,0	0,25
Noe følsom	=> 5,5	0,50
Moderat følsom	=> 6,0	0,75
Klart følsom	=> 6,5	1,0

3. Resultater

3.1 Overvåkning av de ulike begroingssamfunn i 1998-2003

3.1.1 Kalkingsovervåkning algebegroing – artsammensetning og mangfold

Resultatene av de generelle begroingsobservasjonene er gitt bak i **Vedlegg B1**. Som for de øvrige vassdrag der begroingssamfunnet inngår i kalkingsovervåkingen gis kun korte kommentarer til resultatene.

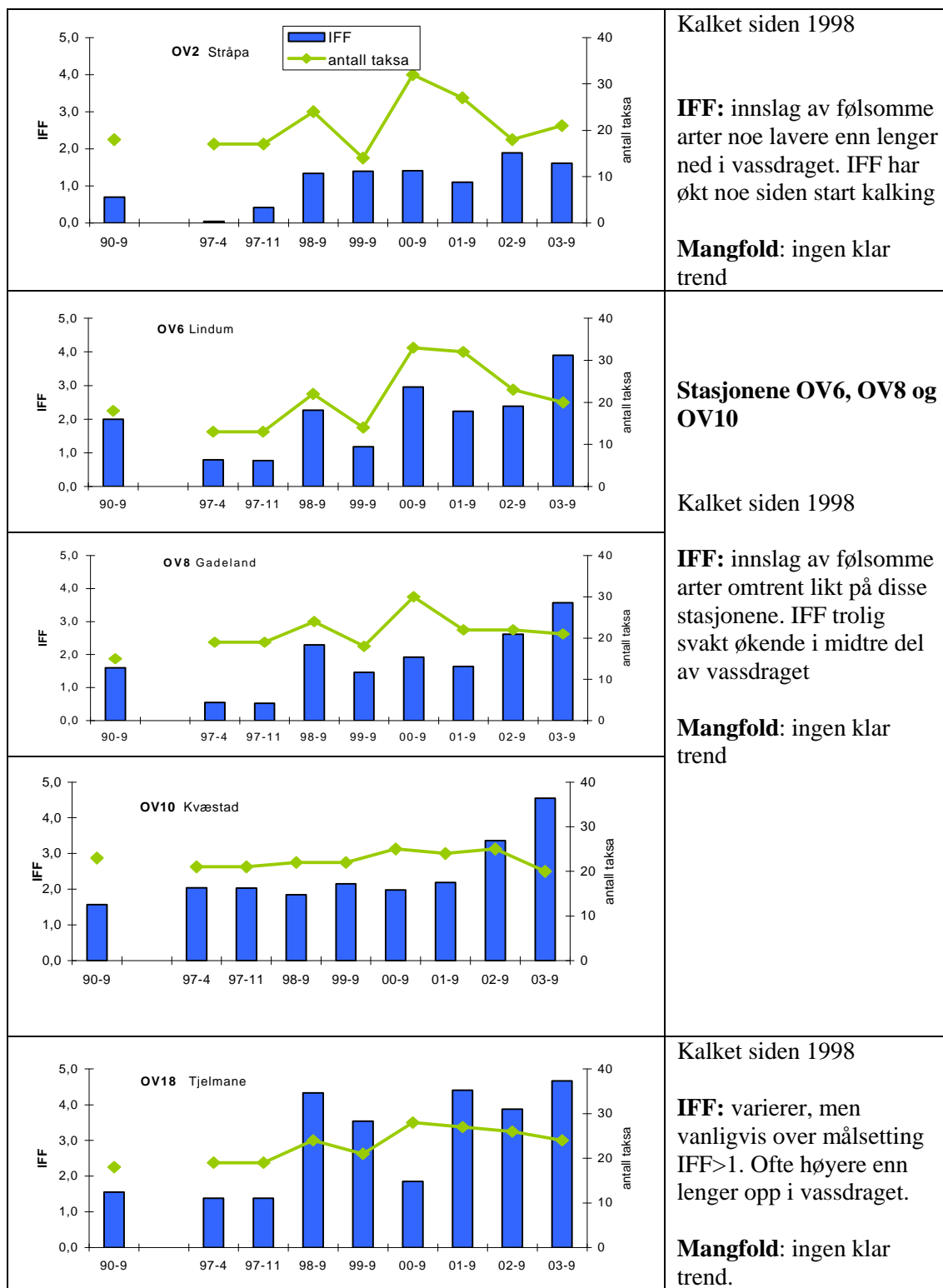
IFF (indeks for forsuringfølsomhet) og CCR-mangfold

Tidsutvikling av IFF (indeks for forsuringfølsomhet) og CCR-mangfold (antall taksa av cyanobakterier, grønnalger og rødalger) er vist i **Figur 3** (hovedvassdraget) og **Figur 4** (sidevassdragene).

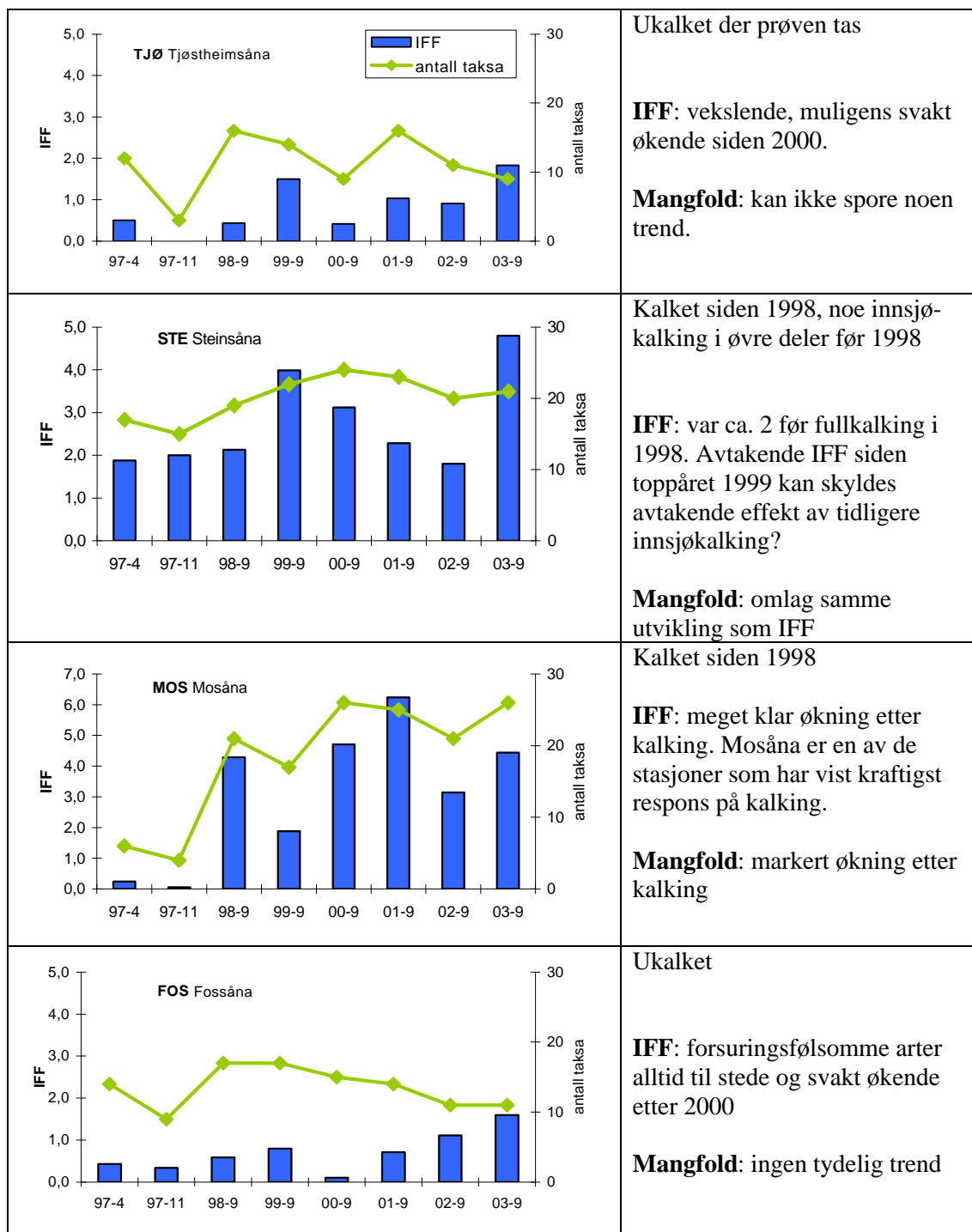
Innslag av forsuringfølsomme alger, uttrykt ved IFF, økte i midtre/nedre deler av hovedvassdraget i 2003. Fra Lindum (OV6) til og med Tjelmane (OV18) var beregnede verdier for IFF ca. 4. Det betyr at vannkvaliteten mht. forsuring var så god i 2003 at pH ikke var styrende for begroingsartssammensetning (Lindstrøm m. fl. 2004). På den øverste stasjonen Stråpa (OV2) ble det ikke observert en tilsvarende økning av IFF, og den var dessuten klart lavere enn lenger ned i vassdraget, ca. 2. Artsmangfoldet varierer noe fra år til år, men synes ikke vesentlig endret.

I følge IFF, varierer innslag av forsuringfølsomme alger i de kalkede sideelvene Steinsåna (STE) og Mosåna (MOS) fra år til år, **Figur 4**. I 2003 var IFF nærmere 5 i Steinsåna såvel som i Mosåna, det tyder på tilfredsstillende vannkvalitet mht. forsuring. Steinsåna hadde det hittil høyeste registrerte innslag av forsuringfølsomme alger i 2003. I de ukalkede sideelvene Tjøstheimsåna (TJØ) og Fossåna (FOS) var IFF også svakt høyere enn tidligere, men fremdeles klart lavere enn i de kalkede sideelvene.

Artsmangfold, uttrykt ved CCR-mangfold (mangfold av cyanobakterier, grønnalger og rødalger) varier, men viser ingen tydelig trend. Det er fortsatt høyest i de kalkede sideelvene.



Figur 3. Suldalslågen - hovedvassdrag. Tidsutvikling (1990-2003) av IFF (indeks for forsuringsfølsomhet) og CCR-mangfold (antall taksa av cyanobakterier, grønnalger og rødalger) basert på observasjoner av fastsittende alger. Tall etter årstall angir måned for prøvetaking.

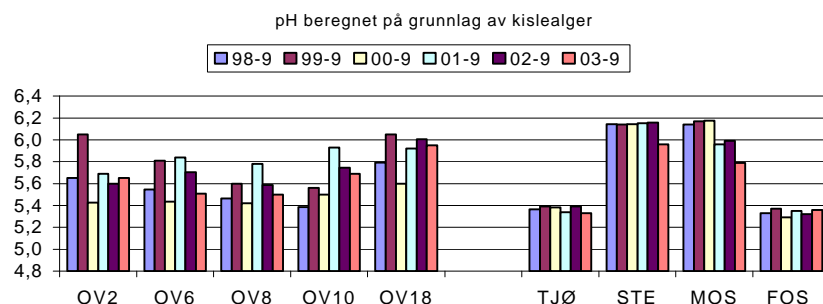


Figur 4. Suldalslågen - sidevassdrag. Tidsutvikling (1997-2003) av IFF (indeks for forsurningsfølsomhet) og CCR-mangfold (antall taksa av cyanobakterier, grønnalger og rødalger) basert på observasjoner av fastsittende alger. Tall etter årstall angir måned for prøvetaking. Skala for IFF er 0 til 5 i tre elver og 0 til 7 i Mosåna.

Kiselalger

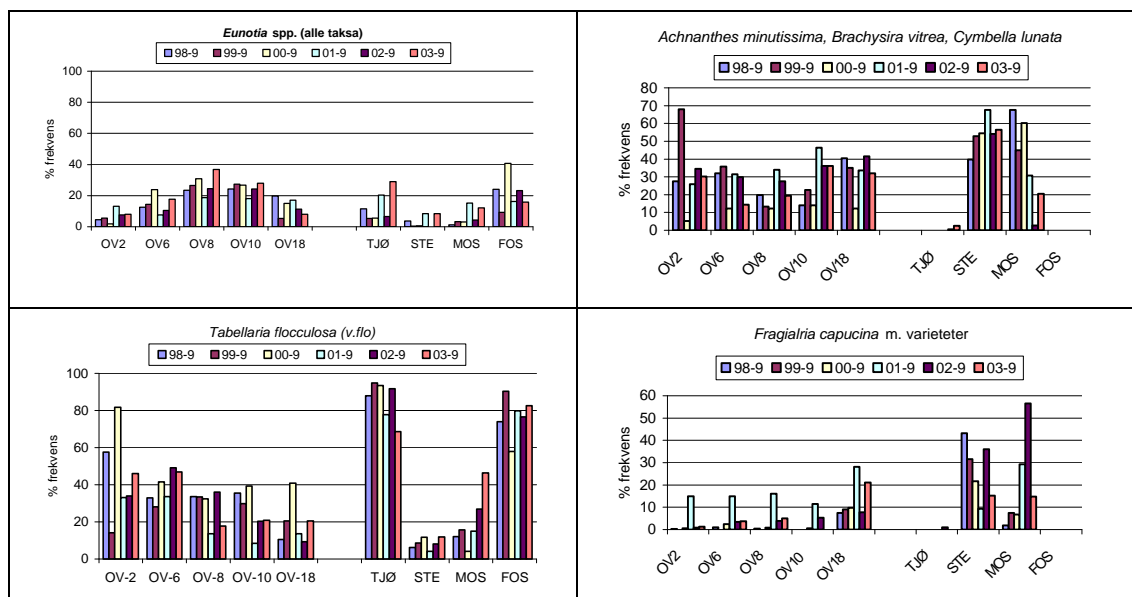
Prosentvis forekomst av kiselalger er vist i **Vedlegg B2**. På grunnlag av prosentvis forekomst av kiselalger er det beregnet pH i henhold til Stevenson m. fl. (1991), **Figur 5**. Som anmerket tidligere

gir beregningene noe lavere pH-verdier enn kjemisk målt pH tilsier. Dette har bl.a. sammenheng med beregningsgrunnlaget i Stevnsen m. fl. (1991) som gir noe lavt pH-optimum for en del arter. Inntil det foretas en revisjon av hele beregningsgrunnlaget, vil beregnet pH være noe lav. Dataene er allikevel egnet til å studere tidsutvikling og til å sammenlikne stasjonene innbyrdes. Dataene viser ingen tydelig trend i utviklingen av kiselalgesamfunnet. I følge beregningene er pH vel 0,6 enheter høyere på kalkede enn på ukalkede lokaliteter.



Figur 5. Tidsutvikling av pH beregnet på grunnlag av prosent forekomst av kiselalger, OV2 til OV18 (hovedvassdraget) og TJØ, STE, MOS, FOS (sideelver). Suldalslågen, september 1998-2003.

Innslag av forsuringstolerante kiselalger kan variere en del fra år til år, men totalbildet varierer lite. Det er klart høyest frekvens av tolerante kiselalger på ukalkede lokaliteter. Tilsvarende er det høyest frekvens av forsuringfølsomme kiselalger på kalkede, se **Figur 6** som viser frekvens av noen vanlige forsuringfølsomme og tolerante arter/grupper. Interessant er små innslag av følsomme kiselalger i Tjøstheimsåna (TJØ) i 2002 og 2003. Det kan tyde på begynnende naturlig restituering av kiselalgesamfunnet her.



Figur 6. Tidsutvikling i forekomst av noen vanlige forsuringstolerante kiselalger (*Tabellaria flocculosa* v. *floc.* og *Eunotia*, alle taksa), samt noen vanlige forsuringfølsomme (*Achnanthes minutissima*, *Brachysira vitrea*, *Cymbella lunata*, og *Fragilaria capucina* m. varieteter). Suldalslågen september 1998-2003.

Sammendrag og konklusjoner

Det fastsittende algesamfunnet i Suldalslågen består i alt vesentlig av arter som trives i nærings- og elektrolyttfattig rennende vann. Samfunnet har både før og etter kalking hatt innslag av typisk forsuringstolerante arter, men også av forsuringfølsomme.

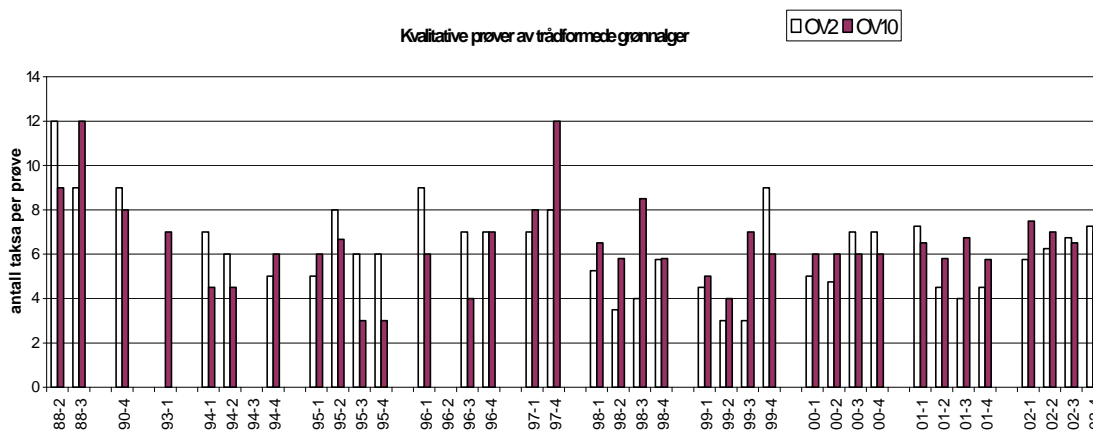
I 2003 er det foretatt en revisjon av indeks for forsuringfølsomhet, IFF (gir et tallmessig uttrykk for innslag av forsuringfølsomme alger innen CCR-gruppen: cyanobakterier, grønnalger og rødalger) og beregningsgrunnlaget for denne. For øvrig er begroingsundersøkelsen utført som tidligere. Da hovedvassdraget ble fullkalket i 1998 var man i tvil om hvor forsuringsskadd Suldalslågen egentlig var. Beregninger av IFF viser en klar positiv reaksjon på kalkingen. Dette gjelder særlig vassdragets nedre deler, som i utgangspunktet var minst preget av forsuring da kalkingen startet. Den positive utviklingen fortsatte på alle stasjoner fra OV6 ned til OV18 i 2003. Mangfoldet som i utgangspunktet var ganske høyt da kalkingen startet, kan variere en del fra år til år. Det synes ikke vesentlig endret i perioden 1998-2003.

De to kalkede sideelvene, Steinsåna og Mosåna, har også vist klar positiv respons på kalkingen. I 2003 var dette særlig utpreget i Steinsåna. IFF viser nå verdier som tilsier at pH ikke lenger begrenser innslag av forsuringfølsomme alger. I de to sideelvene som tjener som referanse i kalkingsovervåkingen, Tjøsheimsåna og Fossåna, har IFF vist en svakt økende tendens de senere år. Det kan tyde på begynnende naturlig restituering av begroingssamfunnet. IFF er imidlertid fremdeles klart lavere enn i de kalkede sideelvene. Mangfoldet i de kalkede sideelvene er omlag som i hovedvassdraget, mens de ukalkede sideelvene har lavere mangfold. Det kan ikke spores noen trend i utviklingen av mangfoldet i sideelvene.

Kiselalgesamfunnet, i likhet med det øvrige algesamfunnet, varierer en del fra år til år. De to referanseelvene, Tjøsheimsåna og Fossåna, skiller seg ut med lavere innslag av forsuringfølsomme arter og høyere innslag av tolerante enn de øvrige lokalitetene både i sidevassdrag og hovedelva. I 2002 og især i 2003 var det små innslag av klart forsuringfølsomme kiselalger i referanseelven Tjøsheimsåna. Det er i samsvar med IFF-beregningene, og tyder på en begynnende naturlig restituering av begroingssamfunnet i sideelvene.

En sammenligning med situasjonen i andre vassdrag som Tovdal, Mandal, Lygne og Bjerkereim viste at i forhold til disse vassdragene, var Suldalslågens hovedvassdrag lite preget av forsuring før kalking (Johansen m.fl. 2003). Sideelvene var noe mer forsuringspreget, men disse (sett under ett) var heller ikke like preget av forsuring som en del andre vassdrag på Sør- og Sørvestlandet.

Suldalslågens hovedvassdrag har gjennom mange år hatt stor forekomst av trådformede grønnalger (**Figur 7**). Mengden av grønnalger er ikke vesentlig endret etter kalking. Den vanligste trådalgen *Zygonium* sp4 har imidlertid fått økt frekvens. Før utgjorde den ca 37 prosent av trådalgesamfunnet på stasjonene OV2 og OV10, nå utgjør den ca 60 prosent. Hva dette skyldes er ikke klarlagt, men det ser ut til å pågå en liknende utvikling i andre vassdrag i regionen (Johansen m.fl. 2003).



Figur 7. Tidsutvikling for antall arter/taksa per prøve i kvalitative prøver av trådformede grønnalger i Suldalslågen på 2 stasjoner (OV2 og OV10) i perioden 1988-2002.

3.1.2 Makrovegetasjon – moser og karplanter

Suldalslågen må karakteriseres som en frodig elv med stor forekomst av flerårig vegetasjon. Det er først og fremst moser som dominerer, men karplanter kan også flekkvis ha større forekomster. I **Tabell 5** er satt opp en oversikt over moser og karplanter som var vanligst forekommende i Suldalslågen basert på observasjoner i perioden 1988-1997. Det er ikke registrert endringer i artsmangfoldet for moser og karplanter i perioden 1998-2003 på overvåkningsstasjonene.

Tabell 5. Dominerende moser og karplanter registrert i Suldalslågen i perioden 1988-2003 på ulike arealtyper.

		permanent vanndekket	periodisk vanndekket
Moser:			
Duskelvmose	<i>Fontinalis dalecarlica</i>	x	
	<i>Fontinalis squamosa</i>	x	
Kjølelvmose	<i>Fontinalis antipyretica</i>	x	
Bekketvebladmose	<i>Scapania undulata</i>	x	
Elvetrappemose	<i>Nardia compressa</i>	x	
Mattehutre	<i>Marsupella emarginata</i>	x	
Vanlig bjørnemose	<i>Polytrichum commune</i>	x	
Klobekkmose	<i>Hygrohypnum ochraceum</i>		x
Buttgråmose	<i>Rhacomitrium aciculare</i>		x
Rødmesigdmose	<i>Blindia acuta</i>		x
Torvmose	<i>Sphagnum sp.</i>		x
Karplanter:			
Klovasshår	<i>Callitriche hamulata</i>	x	
Krypsiv	<i>Juncus bulbosus</i>	x	
Vanlig tusenblad	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	x	
Evjesoleie	<i>Ranunculus reptans</i>		x
Sylblad	<i>Subularia aquatica</i>		x
Vassreverumpe	<i>Alopecurus aequalis</i>		x
Sølvbunke	<i>Deschampsia cespitosa</i>		x

Som følge av reguleringen av Suldalslågen, har det utviklet seg et mer eller mindre klart skille mellom vegetasjonssamfunnet på permanent vanndekket areal og arealer som periodisk tørrlegges. På permanent vanndekket areal er det i hovedsak levermosesamfunnet bestående av *Scapania undulata*, *Marsupella emarginata* og *Nardia compressa* som dominerer. Bladmosesamfunnet er dominert av *Fontinalis*-arter hvorav *Fontinalis dalecarlica* er den mest vanlige. På permanent vanndekket areal er også *Polytrichum commune* en fremtredende art i noen områder av elva sammen med tepper av levermoser. På periodisk vanndekket areal er det flere andre mosearter som kommer inn i tillegg, mens det først og fremst blir mindre av *Fontinalis*.

Av karplanter er det klovasshår (*Callitriche hamulata*) og krypsiv (*Juncus bulbosus*) som er de dominerende arter på permanent vanndekket areal. Vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) var frem til 1998 bare registrert noen få steder i elva og da med svært beskjeden forekomst. I perioden 1998-2003 er denne arten også registrert på enkelte av de ordinære overvåkingsstasjoner som ny. På periodisk vanndekket areal er det liksom for moser flere andre arter som kommer inn, bl.a. grasartene vassreverumpe og sølvbunke.

I forhold til å studere effekter av de ulike manøvreringsreglementer i prøveperioden 1998-2003, er det blitt vektlagt å dokumentere kvantitative endringer i form av dekningsgrad for de ulike mose- og karplantesamfunn som har mengdemessig betydning.

3.1.3 Tidsutvikling i transekter TR2 – TR18

Totalt 5 transekter på permanent vanndekket areal er fulgt opp i hele undersøkelsesperioden. Det er beregnet middelværdier for alle 5 vår og høst i perioden 1998-2003.

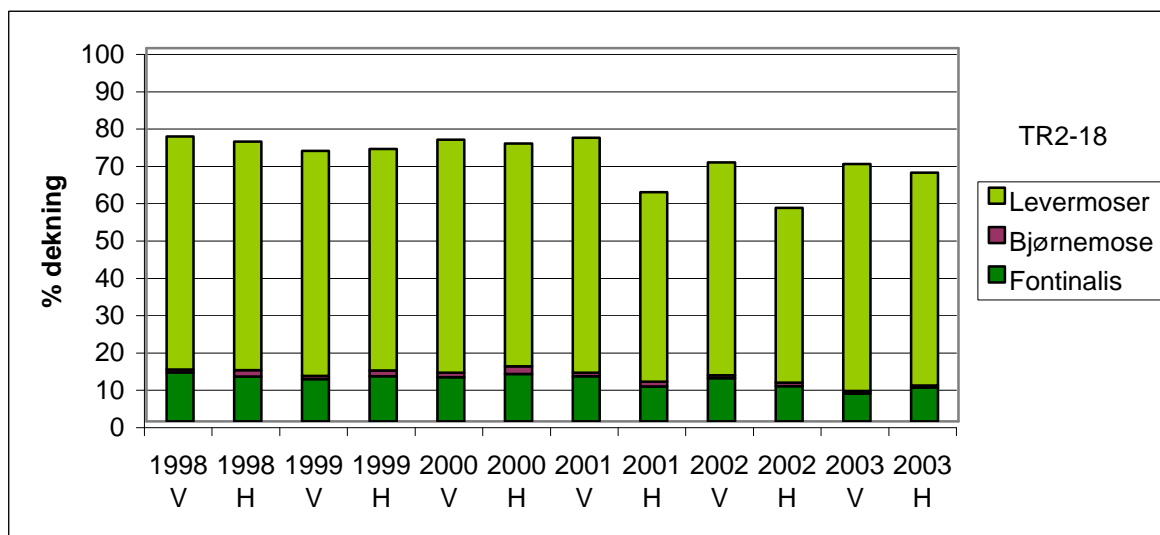
Tidsutvikling i mosedekning er vist i **Figur 8**. Frem til våren 2001 var det en stabil høy mosedekning på > 70 % dekning. Fordelingen mellom *Fontinalis* og levermoser var også relativt stabil med klar dominans av levermoser. Høsten 2001 og 2002 fikk man en kraftig reduksjon i mosedekning og kom ned på et nivå < 60 % dekning. I 2003 økte mosedekningen igjen til et nivå noe lavere enn utgangspunktet i 1998. I perioden har det vært en liten nedgang i *Fontinalis*. Levermosene ble mest erodert i forbindelse med spyleflommene i 2001 og 2002.

Tidsutvikling i grønnalgedekning er vist i **Figur 9**. I Suldalslågen er utviklingen av grønnalger nært knyttet til levermosesamfunnet som for en stor del er substrat for denne typen alger. Frem til våren 2001 hvor levermosedekningen var relativt stabil, var det en variasjon i grønnalgedekning fra 27 % dekning våren 1999 til 48 % dekning høsten 1998 og våren 2001. Etter spyleflommene i 2001 og 2002 ble de laveste dekningsprosentene av grønnalger målt til 18 og 12 %. I 2003 ble det igjen målt 36 % dekning av grønnalger uten flom om høsten. Av andre makroskopisk synlige algesamfunn i Suldalslågen er gullalgen *Hydrurus foetidus* og rødalgelakten *Lemanea* (**Figur 9**). Begge har alltid hatt størst forekomst i april. Mens *Hydrurus* bare hadde en relativt stor forekomst våren 2001, har rødalgene hatt markerte men noe varierende forekomster ved alle vårobservasjonene i perioden 1998-2001. Våren 2002 og 2003 var det svært lite rødalger, noe som tyder på en effekt av spyleflommene de foregående år.

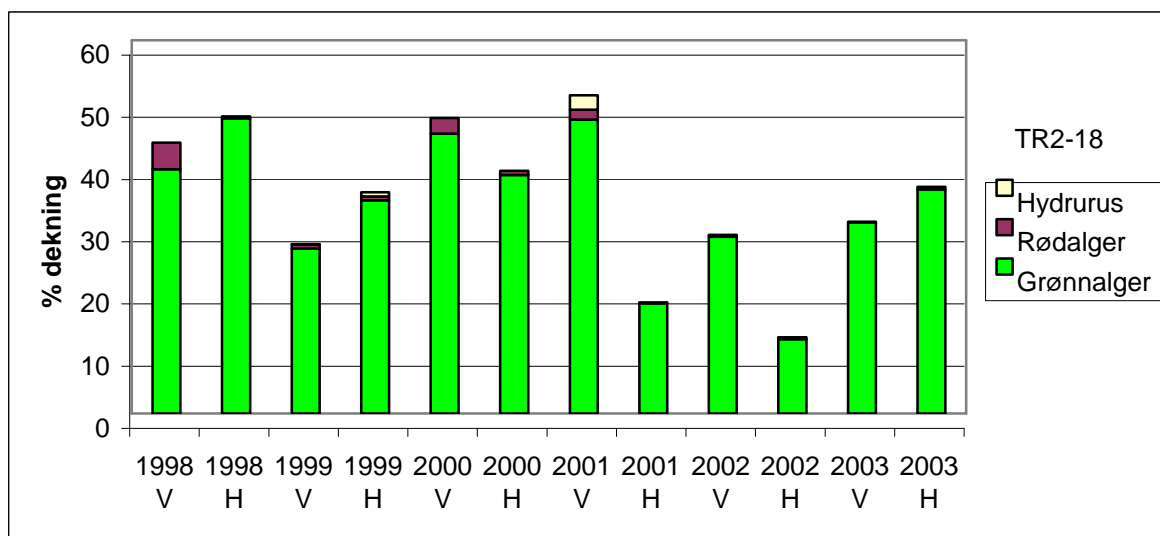
Tidsutvikling i karplantedekning er vist i **Figur 10**. Fra våren 1998 til høsten 2003 har dekningen av klovasshår og krypsiv økt fra vel 2 % til vel 9 % dekning. Det har i hele perioden vært klar dominans av klovasshår i forhold til krypsiv. Hvert år har det skjedd en økning i dekningsgrad fra april til november, mens dekningen har holdt seg eller blitt redusert i vinterperioden november – april. Klart størst reduksjon var vinteren 2003. Minst årlig tilvekst ble målt i årene 2001 og 2002 med styrt spyleflom. Størst årlig tilvekst ble målt i 2003.

Tidsutvikling i deknningen av bart substrat, dvs. stein, grus og sand uten flerårig vegetasjon som moser og karplanter, er vist i **Figur 11**. Frem til våren 2001 ble andelen bart substrat redusert til et minimum

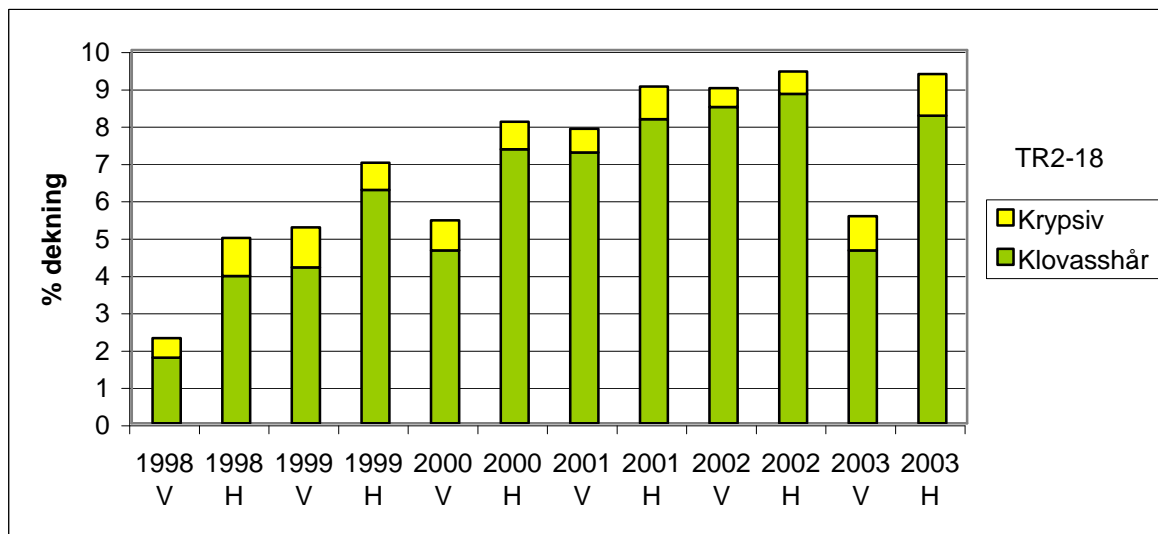
på 17 % som henger sammen med en tilsvarende økning i total vegetasjonsdekning til 83 % dekning. Etter spyleflommene i 2001 og 2002 økte andelen bart substrat til henholdsvis 30 og 34 % dekning. Høsten 2003 ble igjen andelen bart substrat redusert til 24 % dekning. Etter spyleflommen i 2001 som medførte en del erosjon spesielt i mosedekker med mye sand og grus, har sand og grusfraksjoner utgjort en større andel av bart substrat i forhold til perioden 1998-2000. Spesielt er det nå mer synlige forekomster av sand.



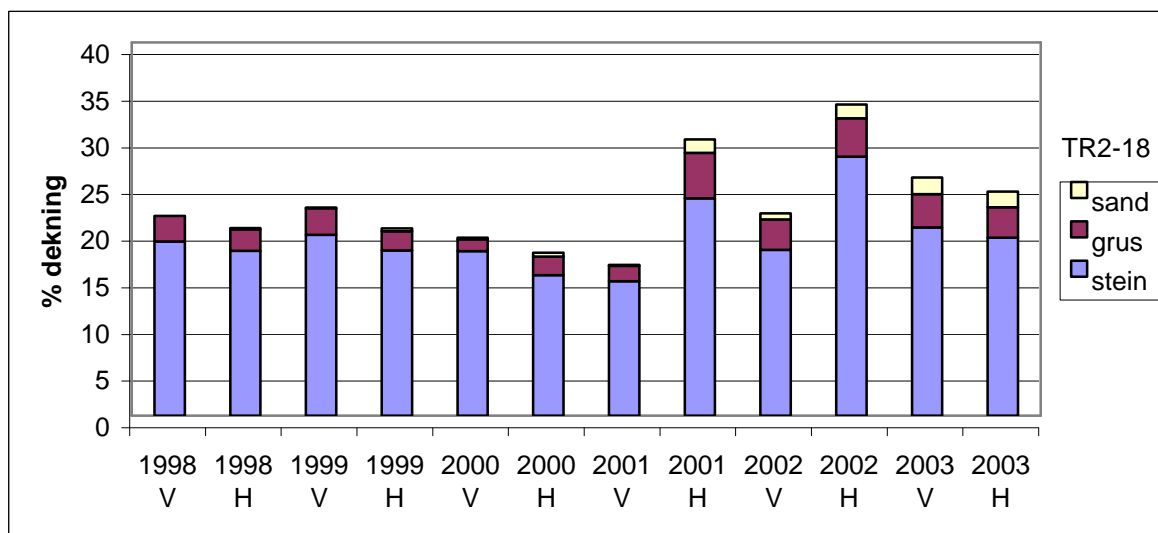
Figur 8. Middelerverdier i 5 transekter vår og høst for prosent dekning av moser i perioden 1998-2003.



Figur 9. Middelerverdier i 5 transekter vår og høst for prosent dekning av trådformede grønnalger, rødalgeslekten *Lemanea* og gullalgen *Hydrurus foetidus* i perioden 1998-2003.



Figur 10. Middelerverdier i 5 transekter vår og høst for prosent dekning av karplantene krypssiv og klovasshår i perioden 1998-2003.



Figur 11. Middelerverdier i 5 transekter vår og høst for prosent dekning av ulike fraksjoner av bart substrat (stein, grus, sand) i perioden 1998-2003.

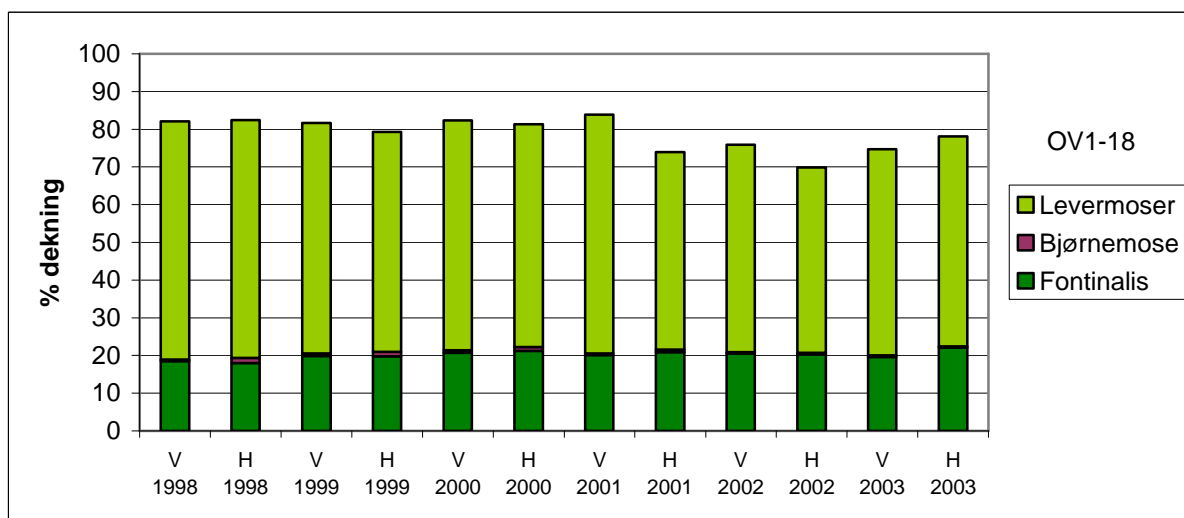
3.1.4 Tidsutvikling på overvåkningsstasjoner OV1 – OV18

Det er totalt 12 overvåkningsstasjoner i Suldalslågen som således dekker et større spekter av lokalitetstyper enn de 5 transektene. Det er beregnet middelerverdier for alle 12 vår og høst i perioden 1998-2003.

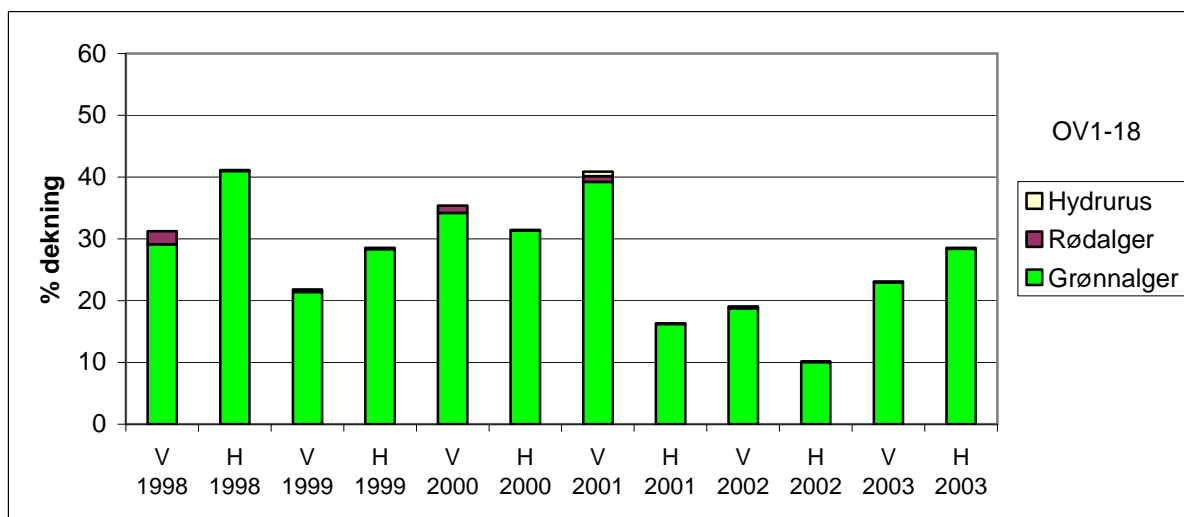
Tidsutvikling for moser, alger, karplanter og bart substrat er fremstilt i **Figur 12 - Figur 15**. Det er store likhetstrekk i tidsutviklingen på overvåkningsstasjonene sammenlignet med transektene. Noen viktige likhetstrekk og små forskjeller skal likevel kommenteres. Mosedekningen var på det høyeste våren 2001 med 84 % dekning. Spyleflommene i 2001 og 2002 sørget for en reduksjon i mosedekning ned til 70 % dekning. I 2003 økte mosedekningen igjen og nærmet seg 80 % nivået ved utgangen av året. Det var en meget liten økning i *Fontinalis* i perioden. Utviklingen i grønnalger fulgte det samme mønster som for transektene med de laveste dekningsnivåer etter spyleflommene i 2001 og 2002.

Utviklingen av karplanter har fulgt det samme mønster med en klar økning i dekningsgrad i perioden. Det er også regelmessige økninger i tilvekst alle vekstsesonger, også de to årene med styrt spyleflom. Det har vært flere vintre med klar nedgang i karplantedekning. Klovasshår har i hele perioden vært dominant i forhold til krypsiv, men det er en tendens til at krypsiv har hatt en større økning på overvåkningsstasjonene sammenlignet med transektene.

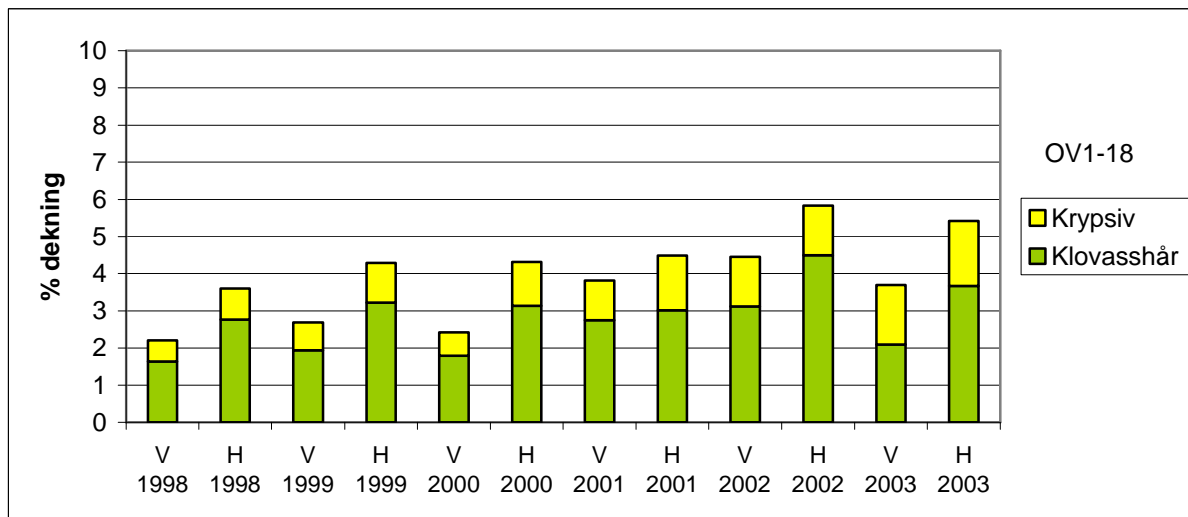
Bart substrat var nede på et minimum våren 2001 med 12 % dekning. Tilsvarende dekning med flerårig vegetasjon var på samme tidspunkt 88 %. Etter spyleflommene i 2001 og 2002 økte andelen bart substrat til henholdsvis 21 og 24 % dekning. Høsten 2003 ble igjen andelen bart substrat redusert til 17 % dekning. Også på overvåkningsstasjonene var det en tydelig økning i andelen grus og sandfraksjoner etter spyleflommene i 2001 og 2002.



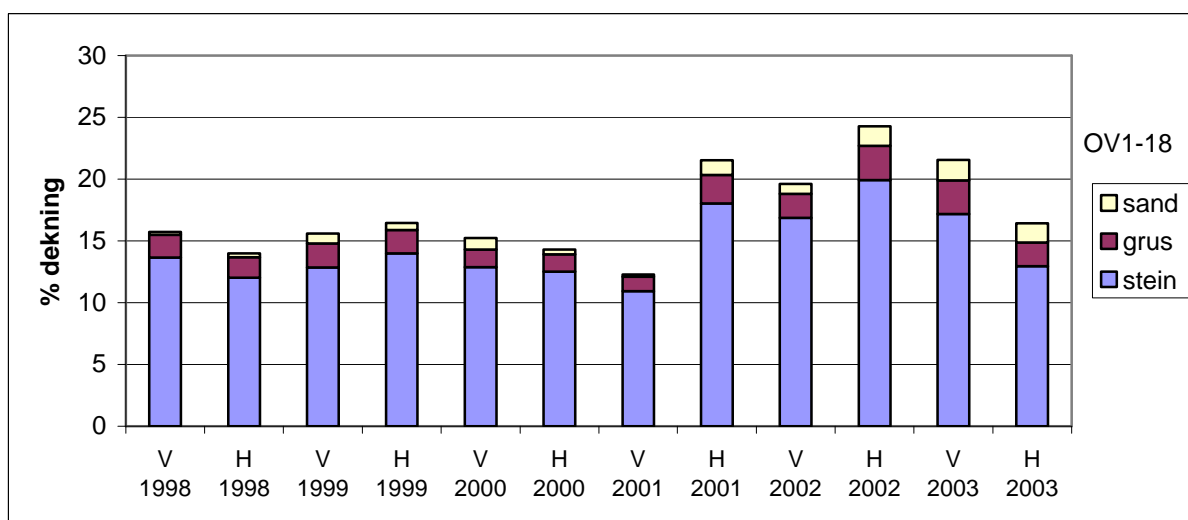
Figur 12. Middelerverdier på 12 overvåkningsstasjoner vår og høst for prosent dekning av moser i perioden 1998-2003.



Figur 13. Middelerverdier på 12 overvåkningsstasjoner vår og høst for prosent dekning av trådformede grønnalger, rødalgeslekten *Lemanea* og gullalgen *Hydrurus foetidus* i perioden 1998-2003.



Figur 14. Middelerverdier på 12 overvåkingsstasjoner vår og høst for prosent dekning av karplantene krypsiv og klovasshår i perioden 1998-2003.



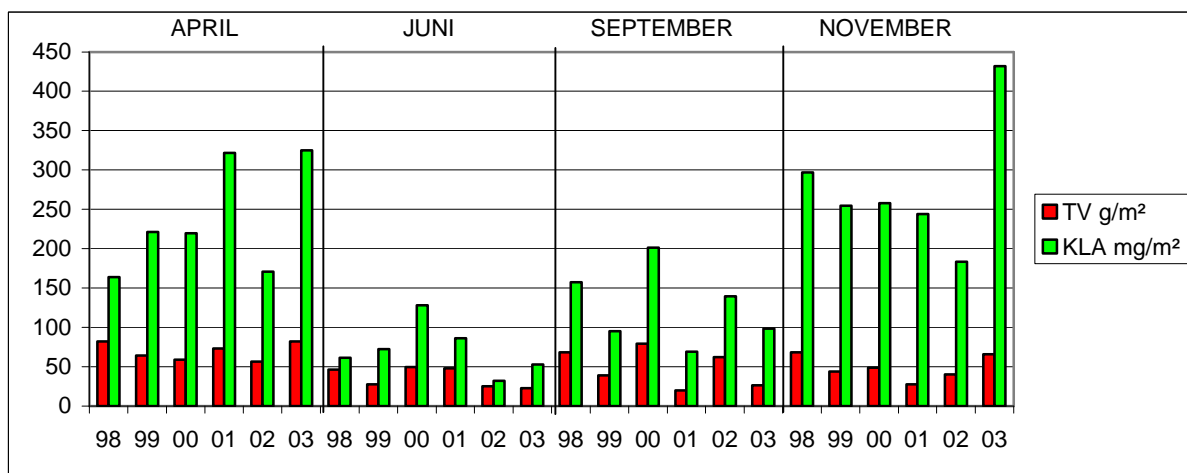
Figur 15. Middelerverdier på 12 overvåkingsstasjoner vår og høst for prosent dekning av ulike fraksjoner av bart substrat (stein, grus, sand) i perioden 1998-2003.

3.1.5 Tidsutvikling biomasse grønnalger

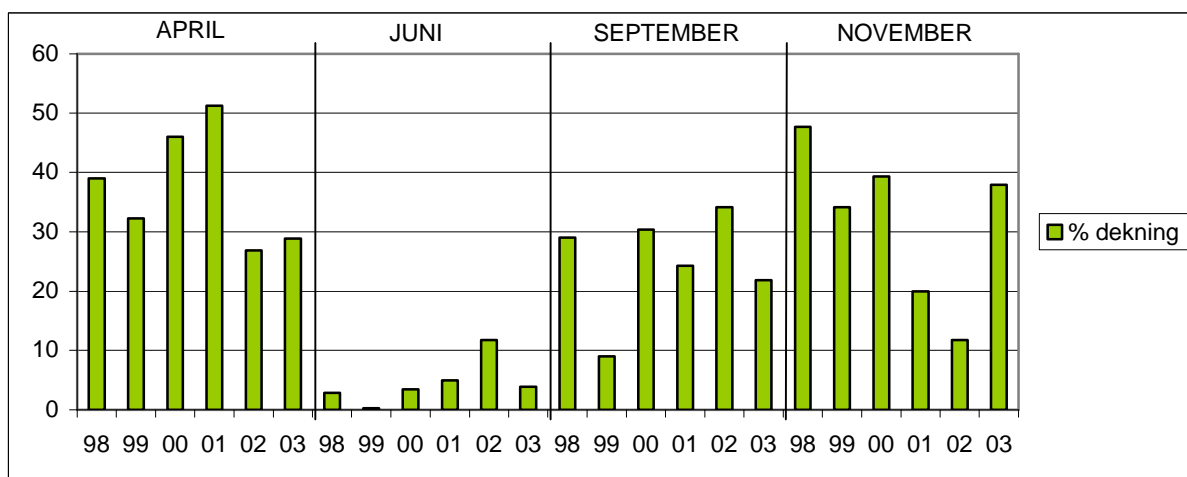
Det er tatt biomasseprøver av grønnalger i april, juni, september og november alle år i perioden 1998-2003. Ved hvert tidspunkt har man tatt prøver av de antatt største biomasser uavhengig av dekning på lokaliteten. Det kan derfor forekomme situasjoner hvor man har målt høye enkeltbiomasser samtidig som den generelle grønnalgedekningen på lokaliteten har vært liten og omvendt. I **Figur 16** er fremstilt middelerverdier av grønnalgebiomasser for 5 stasjoner for hvert tidspunkt, mens **Figur 17** viser tilsvarende dekningsgrad av trådformede grønnalger målt på de samme tidspunkter.

Når det gjelder biomassenivåer målt som tørrvekt har disse variert noe fra år til år og til ulike tider på året. De mest stabile og gjennomgående høyeste biomasser er registrert i april sammen med en relativt høy klorofylltetthet. I slutten av juni er det alltid målt lavere biomasser enn i april med en tilsvarende lav klorofylltetthet. Med ett unntak i 2001 har det alltid blitt målt en økning i tørrvektsbio-massen i

september i forhold til juni med en liten økning også i klorofylltetthet. I november er det målt både økning og nedgang i tørrvektsbio masse i forhold til september, men alltid en markert økning i klorofylltetthet. Sammen med dekningsgraden av grønnalgene (**Figur 17**) synes det å være et generelt mønster i den årlige grønnalgeutvikling i elva. En stor vårbio masse og dekning synes alltid å bli redusert på forsommeren og er på et minimum i slutten av juni. Deretter bygges det opp en ny generasjon grønnalger utover høsten som når maksimal dekning i november dersom ikke flommer sørger for en utspyling. Bare spyleflommene i 2001 og 2002 har sørget for en reduksjon i grønnalgedekning fra september til november. Redusert vannføring om våren og forsommeren i perioden 2001-2003 har ikke gitt forhold for økende grønnalgevekst i forhold til perioden 1998-2000 med en større vårflo m og generelt høyere vannføring i elva.



Figur 16. Biomasse av trådformede grønnalger målt som tørrvekt (TV g/m²) og klorofyll (KLA mg/m²). Middelerdier for 5 stasjoner (OV2, 6, 8, 10 og 18) i april, juni, september og november for årene 1998-2003.



Figur 17. Prosent dekning av grønnalger. Middelerdier for 5 stasjoner (OV2, 6, 8, 10 og 18) i april, juni, september og november for årene 1998-2003.

3.1.6 Tidsutvikling på renskede arealer

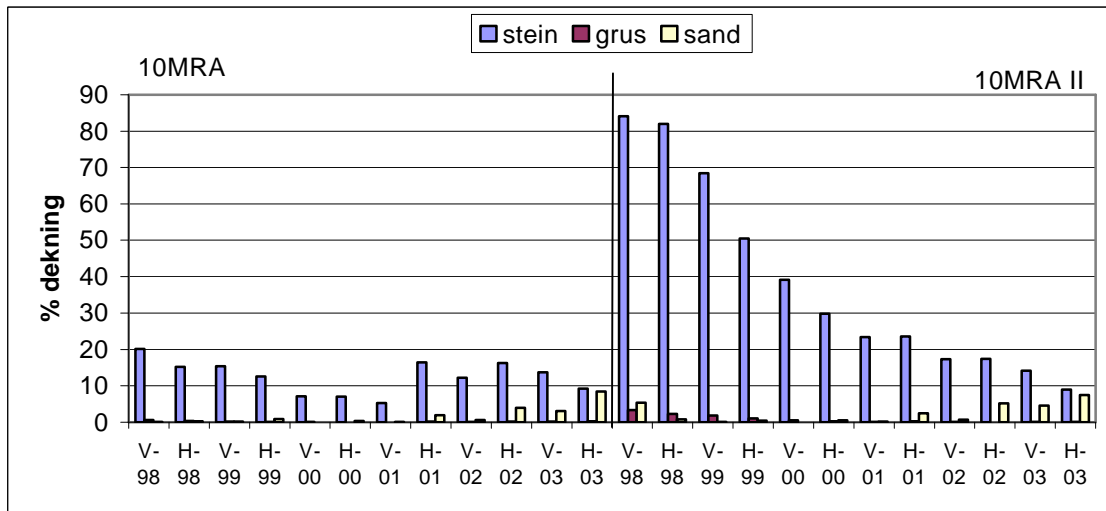
Utviklingen på renska arealer fra 1992 (10MRA) og 1998 (10MRAII) på permanent vanddekket område ved Kvæstad er satt opp i **Figur 18 - Figur 20**. På arealet rensket i 1992 fikk man for første

gang en reduksjon i mosedekningen og den totale vegetasjonsdekning etter spyleflommen i 2001. Andelen bart substrat økte og det kom inn en sand-fraksjon på arealet som viste at flommen flyttet på dette materialet i området. Etter spyleflommen i 2002 økte andelen bart substrat ytterligere og kom opp i vel 20 % dekning, det samme nivå som våren 1998. Forskjellen var imidlertid en sandfraksjon på 4 % som ikke fantes den gang. I 2003 økte mosedekningen noe i forhold til året før, men ble mindre enn den kunne ha vært dersom en sandfraksjon ikke hadde kommet til i forkant av siste registrering og dekket over en del av levermosesamfunnet.

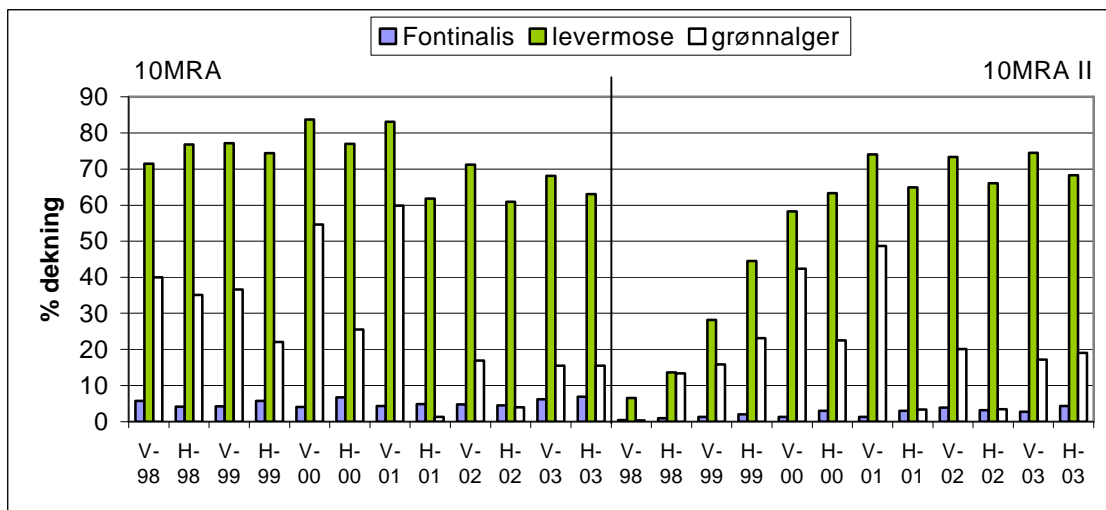
På arealet rensket i 1998 har tilgroingen gått raskt (10MRAII **Figur 19**). Arealet hadde i november 2001 (4 vekstsesonger etter rensking) en tilsvarende mosedekning som arealet rensket i 1992 (10 vekstsesonger etter rensking). Årsaken til denne forskjell i tilvekst etter rensking kan være ulike renskemetoder (maskinell kontra manuell) og gunstigere vekstforhold etter 1998 i forhold til perioden 1992-1995). Også dette arealet fikk noe redusert mosedekning som følge av erosjon i forbindelse med spyleflommen i 2001, men i langt mindre grad. Årsaken til denne forskjellen kan være at yngre mosesamfunn lar seg vanskeligere erodere enn eldre. Etter spyleflommen i 2002 ble det igjen en mindre reduksjon i mosedekningen. En vesentlig årsak til dette var overlaging av sand som etter flommen utgjorde vel 5 % dekning, det samme nivå som feltet hadde like etter rensking våren 1998. I 2003 økte mosedekningen noe igjen i forhold til året før, men ble også her mindre enn den kunne ha vært dersom en sandfraksjon ikke hadde kommet til i forkant av siste registrering og dekket over en del av levermosesamfunnet.

Begge spyleflommene viste at sandfraksjoner er i bevegelse og har sedimentert i området. I 2003 ser en også at betydelige sandmengder er i bevegelse i dette området også uten spyleflom. Dette kan tyde på at når en først har skapt erosjonssår og blottlagt ny sand og grus, kan disse substrat-fraksjoner transporteres i systemet på mindre vannføringer enn de vannføringer man hadde under spyleflommene de 2 årene før. Målinger har også vist at bunntransport kan starte ved vannføringer i området 40-60 m³/s i Suldalslågen (Bogen m.fl. 2002). I 2003 var det en betydelig flom i restfeltet i september på ca 145 m³/s målt som døgnmiddel nederst i elva. Maksvannføringen var oppe i 219 m³/s. Tilgroingen med karplantene krypsiv og klovasshår har økt sakte men sikkert på disse arealene til tross for to spyleflommer i 2001 og 2002. På det nyrenska arealet fra 1998 har klovasshår klart etablert seg raskere enn krypsiv.

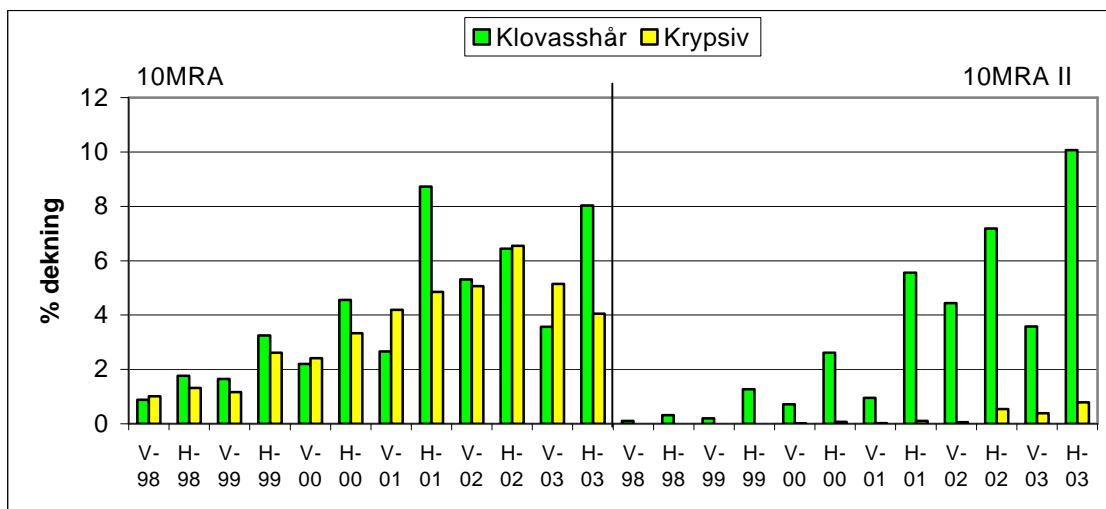
På de 3 arealene på periodisk tørrlagt areal har tilgroingen generelt gått noe langsommere enn på permanent vanndekket areal (**Figur 21**). Det kan også tyde på at vinterperioden med tørrlegging er en begrensende faktor som gir grunnlag for en viss tilbakegang av moser. Tilveksten synes imidlertid å fortsette etter at arealene blir oversvømt og har i flere år vært større enn et eventuelt tap foregående vinter. I 2001 ble vinterreduksjonen kompensert på areal 10NRA, mens både 7RA og 10SRA hadde lavere mosedekning i september 2001 enn i november 2000. Vårsituasjonen i 2002 viser at det er bare på areal 10NRA at mosedekningen har gått ned. Dette kan være et resultat av flommen foregående høst, da noen større stein synes å ha vært i bevegelse på denne stasjonen. På de andre lokalitetene har situasjonen vært stabil og det kan ikke spores effekter av flommen i 2001. Alle arealene fikk økt mosedekning i perioden april-september før flommen i 2002. Våren 2003, dvs første registrering etter spyleflommen i 2002, viste en nedgang i mosedekning på alle arealer. Klart størst nedgang var det på areal 10NRA som tydelig har fått mer ustabil steinsubstrat etter spyleflommen i 2001. En viktig observasjon på det samme arealet var en klar økning i grasvegetasjonen i 2003, som ved utgangen av året utgjorde ca. 6 % dekning. Til forskjell fra de to andre arealene som raskt oversvømmes ved en vannføring > 25 m³/s, ligger 10NRA slik til at det dekker en større gradient med hensyn på grad av tørrlegging ved ulike vannføringer. På dette arealet må en ha vannføringer > 60 m³/s for fullstendig vanndekking. Redusert vannføring om våren og forsommeren i perioden 2001-2003 kan derfor være årsak til lengere perioder med tørrlegging og derved økt tilvekst av gras i den øvre sonen på dette arealet.



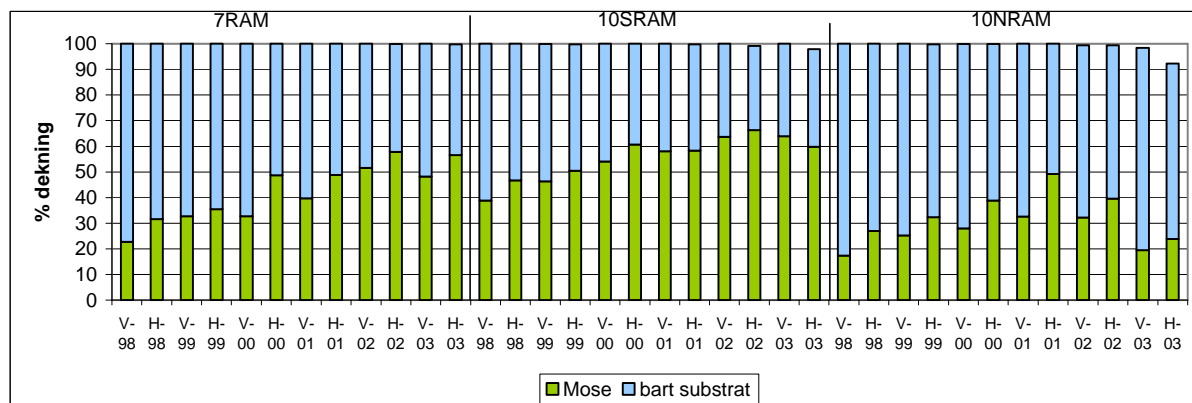
Figur 18. Tidsutvikling i dekning (%) av bart substrat (stein, grus og sand) i perioden 1998-2003 på renska areal fra 1992 (10MRA) og fra et nyrenska areal fra april 1998 (10MRAII) ved Kvæstad.



Figur 19. Tidsutvikling i dekning (%) av moser og grønnalger i perioden 1998-2003 på renska areal fra 1992 (10MRA) og fra et nyrenska areal fra april 1998 (10MRAII) ved Kvæstad.



Figur 20. Tidsutvikling i dekning (%) av klovasshår og krypsiv i perioden 1998-2003 på renska areal fra 1992 (10MRA) og fra et nyrenska areal fra april 1998 (10MRAII) ved Kvæstad.

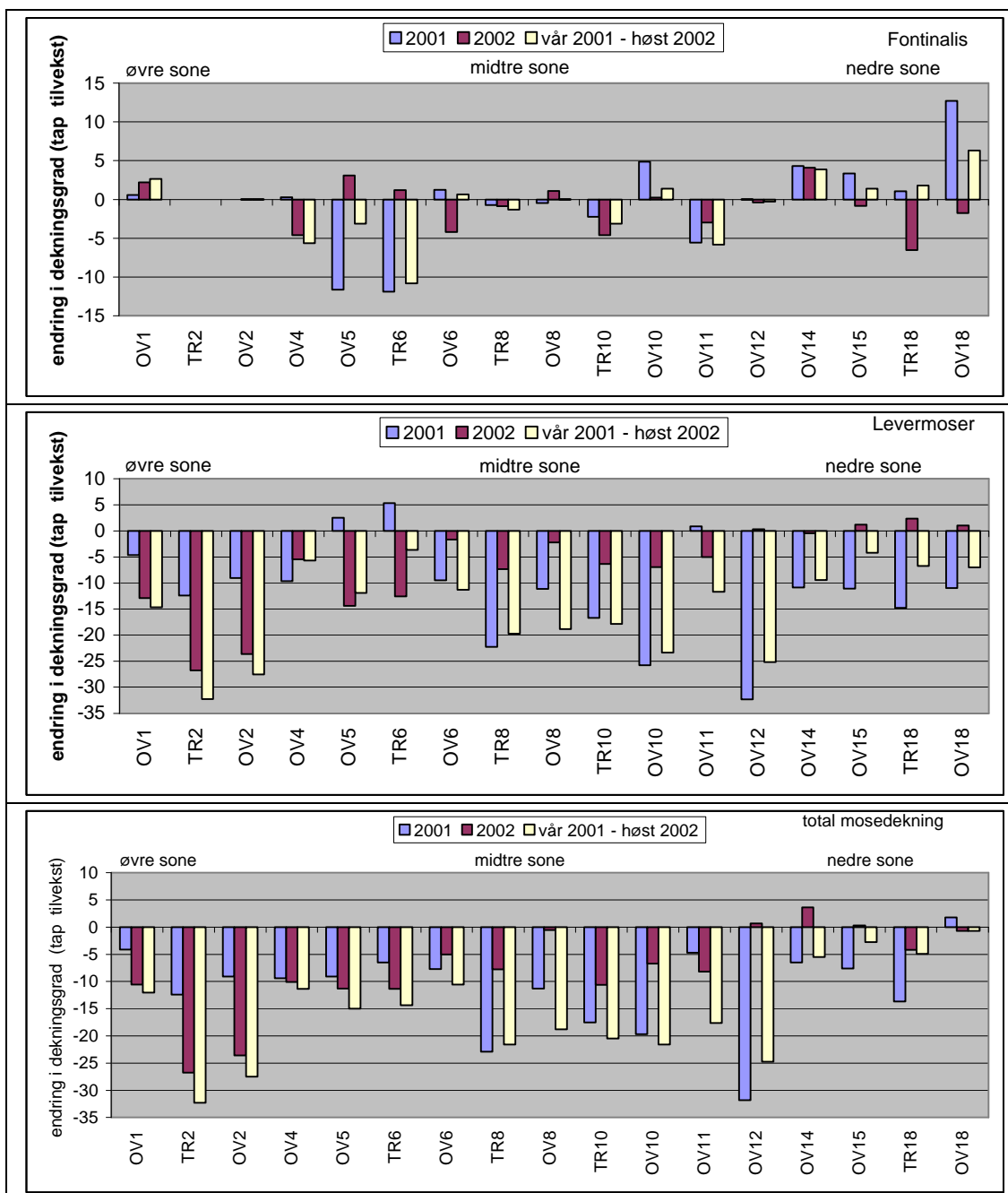


Figur 21. Tidsutvikling i dekning (%) av moser og bart substrat i perioden 1998-2003 på 3 lokaliteter på renska areal fra 1992.

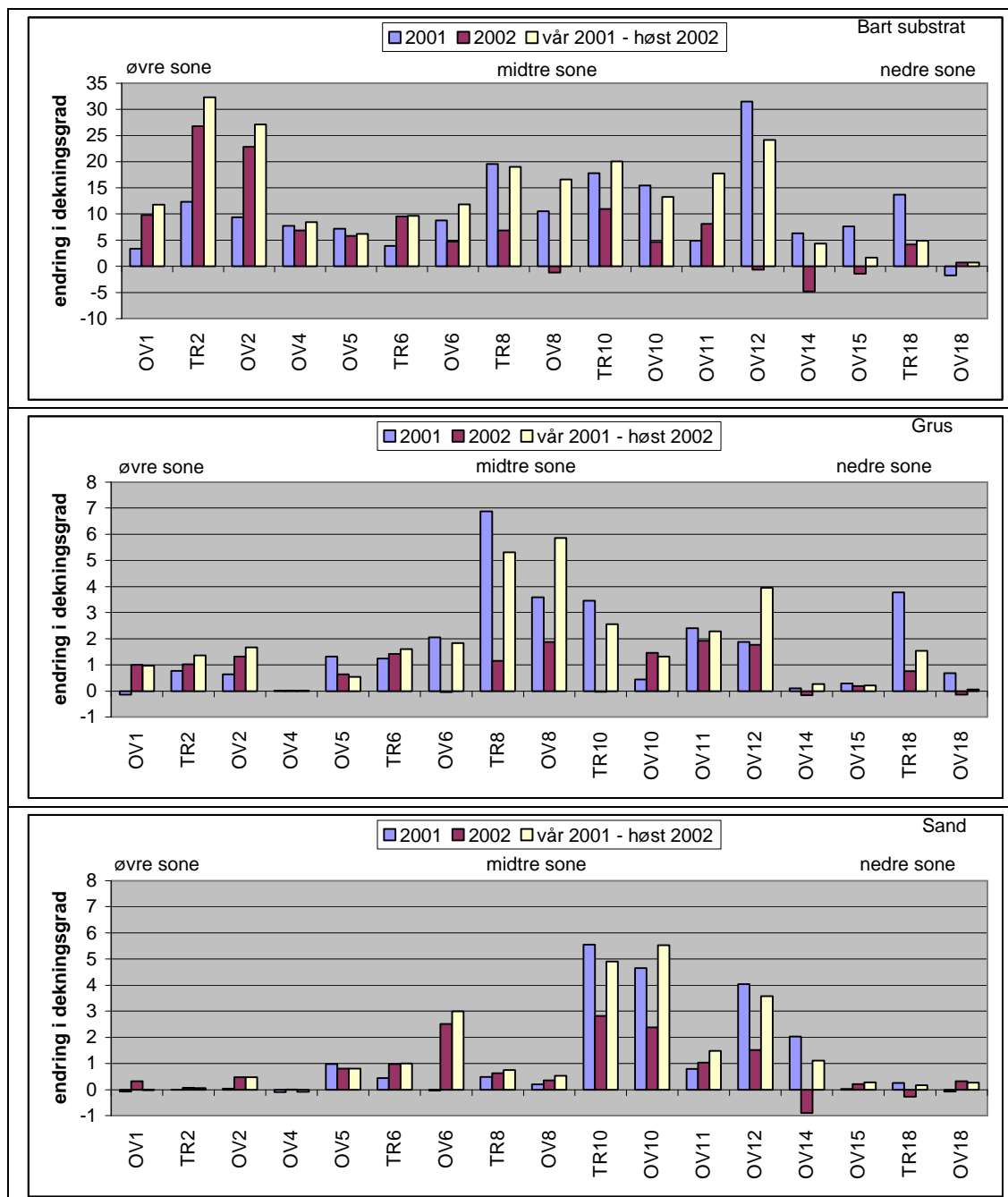
3.1.7 Effekter av spyleflommene i 2001 og 2002

For å analysere litt mer i detalj hvilke konsekvenser spyleflommene i 2001 og 2002 hadde, er det i **Figur 22** og **Figur 23** vist endring i dekningsgrad fra før flommen (april) til etter flommen (november) i 2001 og 2002, samt for perioden vår 2001 – høst 2002 (dekker begge spyleflommene). Det er satt opp endring i dekningsgrad for moser og ulike substratfraksjoner i alle transekter og på overvåkningsstasjoner. Ser en på total mosedekning er den redusert på samtlige lokaliteter i perioden vår 2001 til høst 2002. Størst nedgang har det vært i den øvre og midtre sonen av elva. I elvas nedre deler fra OV14 og nedover har nedgangen vært klart minst. Siden det er dominans av levermoser i elva er det også dette mosesamfunnet som har hatt mest nedgang. *Fontinalis* har i den samme perioden hatt en positiv tilvekst i elvas nedre deler samt på den øverste stasjonen, mens overgangssonen mellom øvre og nedre del av elva har hatt størst tilbakegang. Når det gjelder eventuelle forskjeller på de to flommene kan det se ut for at spyleflommen i 2001 hadde størst opprenskende effekt i elvas midtparti, mens spyleflommen i 2002 hadde størst opprenskende effekt i elvas øvre deler.

Som en konsekvens av redusert mosedekning på samtlige lokaliteter har en fått tilsvarende mer bart substrat på samtlige lokaliteter. Det er klart at det er blitt mest nytt steinsubstrat som følge av erosjon av mose. Det har samtidig blitt blottlagt og mobilisert en betydelig mengde grus (< 32 mm i diameter) og sand, spesielt i elvas midtparti. De største endringene i form av en økning i dekningsgrad av sand og grus kom i forbindelse med spyleflommen i 2001.



Figur 22. Endring i dekningsgrad (tap/tilvekst) av *Fontinalis*, levermoser og total mosedecking på stasjoner på permanent vanddekket areal i årene 2001 og 2002, samt for perioden vår 2001 – høst 2002. For årene 2001 og 2002 er endring i dekningsgrad fra før flommen (april) til etter flommen (november), mens perioden vår 2001 – høst 2002 dekker begge spyleflommene. (De ulike figurer har forskjellig y-akse).



Figur 23. Endring i dekningsgrad av bart substrat (substrat uten vegetasjon) og substratkategoriene grus < 32 mm og sand på stasjoner på permanent vanndekket areal i årene 2001 og 2002, samt for perioden vår 2001 – høst 2002. For årene 2001 og 2002 er endring i dekningsgrad fra før flommen (april) til etter flommen (november), mens perioden vår 2001 – høst 2002 dekker begge spyleflommene. (De ulike figurer har forskjellig y-akse).

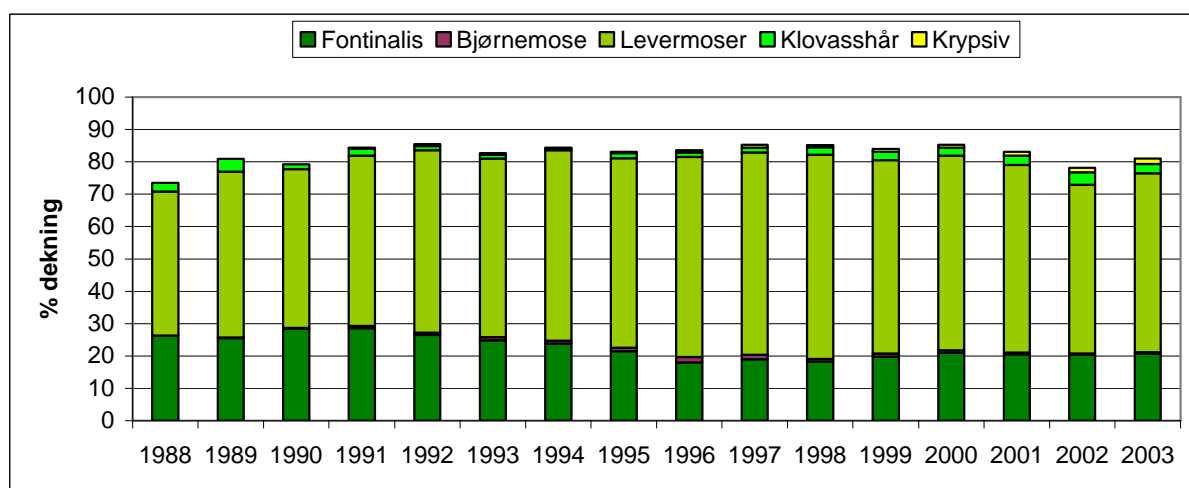
3.2 Tidsutvikling i de ulike begroingsamfunn i perioden 1988-2003

3.2.1 Moser og karplanter

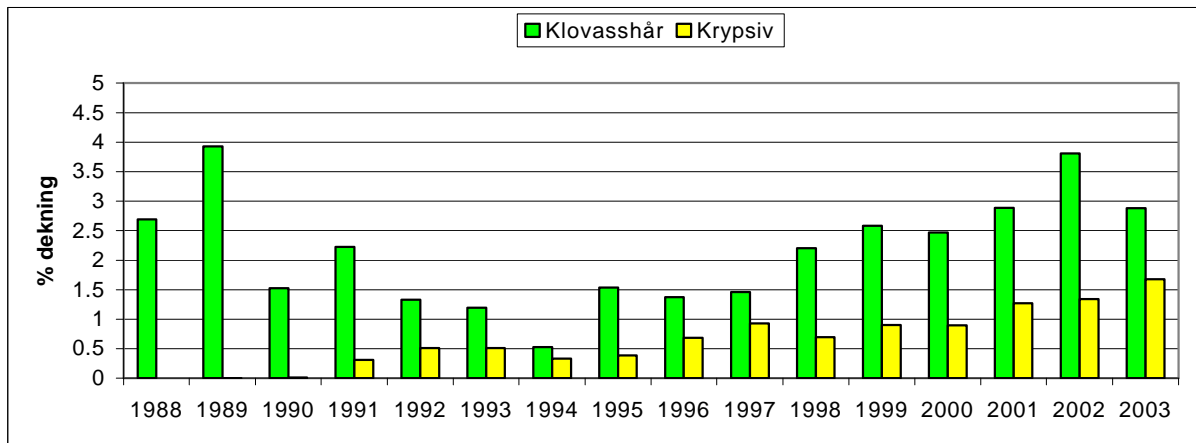
Det er etablert 2 serier på tidsutvikling av moser og karplanter i Suldalslågen. Den ene er basert på 12 overvåkningslokaliteter med første gangs registrering i 1988. Den andre er basert på 5 oppmerkede transekter med første gangs registrering i 1991. **Figur 24** og **Figur 25** viser tidsutvikling i % dekning

av moser og karplanter på overvåkningsstasjonene basert på årsmiddelverdier. I perioden 1988 til 1992 var det en mer eller mindre jevn økning i total mosedekning fra ca 70 % dekning som deretter flatet ut på et nivå > 80 % dekning. Først etter spyleflommen i 2001 begynte mosedekningen å reduseres og kom ned på 73 % dekning i 2002. I 2003 økte total mosedekning igjen til vel 76 % dekning. Levermoser har vært klart dominerende i hele perioden og var oppe i maksimum 63 % dekning i 1998. *Fontinalis* hadde maksimum dekning i 1991 med vel 28 %, men gikk deretter ned til et minimum på 18 % dekning i 1996. Senere har *Fontinalis*-samfunnet stabilisert seg og ligger nå på vel 20 % dekning. De to dominerende karplantene klovasshår og krypsiv har hatt noe forskjellig utvikling. Klovasshår hadde relativt store forekomster i 1988 og 1989 men ble deretter redusert til et minimum i 1994. Etter dette økte planten i utbredelse og spesielt etter 1997 har det vært en årlig økning frem til 2003 da det dekningsmessig ble en nedgang i forhold til året før som hadde nær maksimum dekning 3,8 % som årsmiddel. Nedgangen skyldtes i vesentlig grad stor avgang i vinterperioden 2003. Krypsiv har vært til stede i hele perioden men fikk først dekningsmessig betydning på overvåkningsstasjonene i 1991. Etter dette har dekningen økt mer eller mindre jevnt og maksimum dekning for perioden ble målt i 2003 med 1,7 %, men fortsatt mindre dekning enn klovasshår.

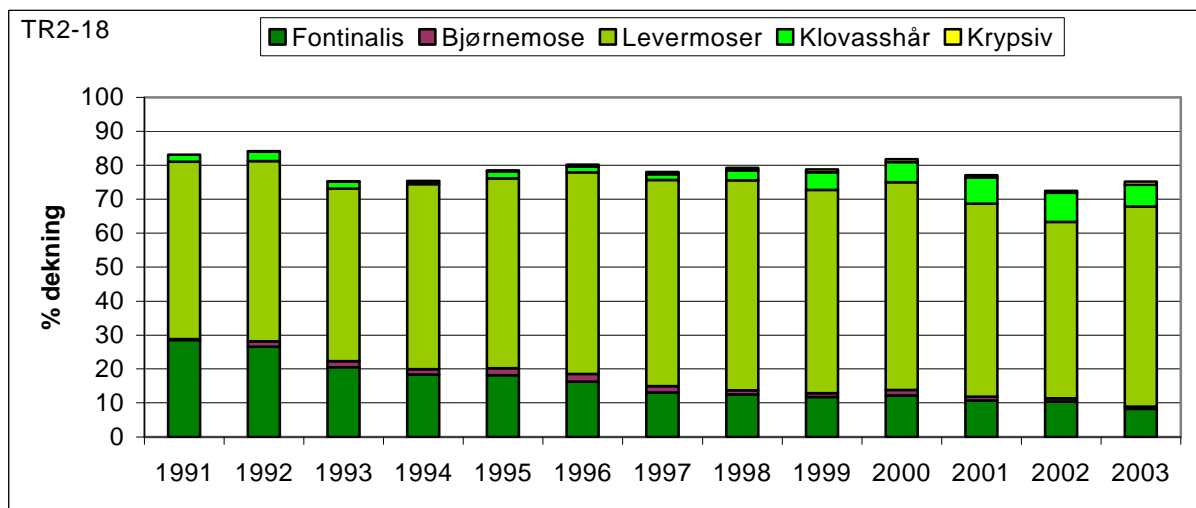
Figur 26 og Figur 27 viser tidsutvikling i % dekning av moser og karplanter i transektene basert på årsmiddelverdier. Størst mosedekning ble målt ved oppstart i 1991 med vel 80 % dekning hvorav vel 28 % *Fontinalis* og 52 % levermoser. I 1993 gikk mosedekningen ned, dels pga. erosjon i noen av transektene, dels fordi et av transektene måtte flyttes pga. anleggsarbeider. Etter denne episoden fortsatte reduksjonen av *Fontinalis* mens levermosene økte noe frem til en markert nedgang som følge av spyleflommene i 2001 og 2002. I 2002 var total mosedekning nede på vel 63 % dekning, mens den igjen økte i 2003 til 68 % dekning. *Fontinalis* har fått redusert dekning i hele perioden og var kommet under 10 % dekning i 2003. Utviklingen av karplantedekning viser stor likhet med overvåkningsstasjonene. Spesielt klovasshår har hatt 5 påfølgende gode vekstsesonger etter 1997 og hadde maksimum dekning i 2002. Også i transektene ble det en nedgang for klovasshår i 2003 som følge av stor avgang i vinterperioden. Krypsiv har hatt betydelig mindre forekomst enn klovasshår i transektene, men har økt sin forekomst i perioden og var opp i maksimum dekning i 2003 liksom for overvåkningsstasjonene.



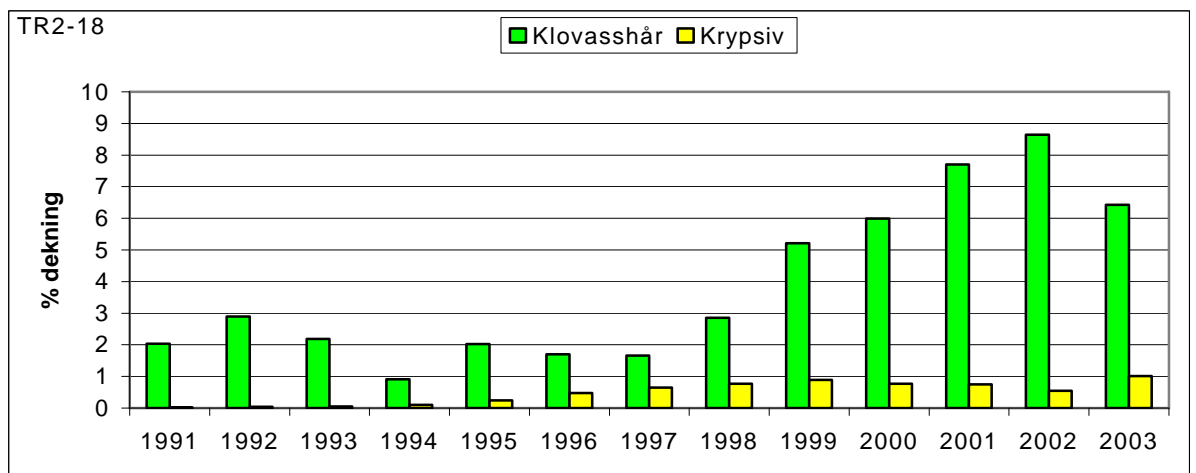
Figur 24. Årsmiddelverdier på 12 overvåkningsstasjoner for prosent dekning av moser og karplanter i perioden 1988-2003. (Middelverdier av vår- og høst-observasjoner hvert år alle stasjoner med unntak av 1989 og 1990 med kun høst-observasjoner).



Figur 25. Årsmiddelverdier på 12 overvåkningsstasjoner for prosent dekning av klovasshår og krypsiv i perioden 1988-2003. (Middelverdier av vår- og høst-observasjoner hvert år alle stasjoner med unntak av 1989 og 1990 med kun høst-observasjoner).



Figur 26. Årsmiddelverdier i 5 transekter for prosent dekning av moser og karplanter i perioden 1991-2003. (Middelverdier av vår- og høst-observasjoner hvert år alle transekter).



Figur 27. Årsmiddelverdier i 5 transekter for prosent dekning av klovasshår og krypsiv i perioden 1991-2003. (Middelverdier av vår- og høst-observasjoner hvert år alle transekter).

3.2.2 Grønnalger

I Suldalslågen er utvikling av grønnalger vesentlig knyttet til levermoser, da dette samfunnet sammen med bjørnemose fungerer som substrat (feste) for disse algene. For å illustrere tidsutvikling for forekomst av grønnalgene er det derfor fremstilt middelveier for dekningsgrad av levermoser og grønnalger vår og høst for både overvåkningsstasjonene og transektene i **Figur 28** og **Figur 29**. I tilfellet overvåkningsstasjonene synes det å være et klart mønster med liten grønnalgedekning på våren og en relativt større grønnalgedekning om høsten hvert år til og med 1994. Høsten 1995 og 1996 skiller seg ut ved å ha svært lav grønnalgedekning. Begge år var det ekstra vannslipp fra Suldalsvatn i forbindelse med lokalflokk fra restfeltet i forkant av prøvetaking på høsten. Fra og med våren 1997 og frem til og med våren 2001 har man en periode med noe høyere grønnalgedekning både vår og høst. Spyleflokkene i 2001 og 2002 bidro igjen til en betydelig reduksjon i grønnalgedekning, mens den igjen var oppe på et relativt høyt nivå høsten 2003 uten styrt flokk.

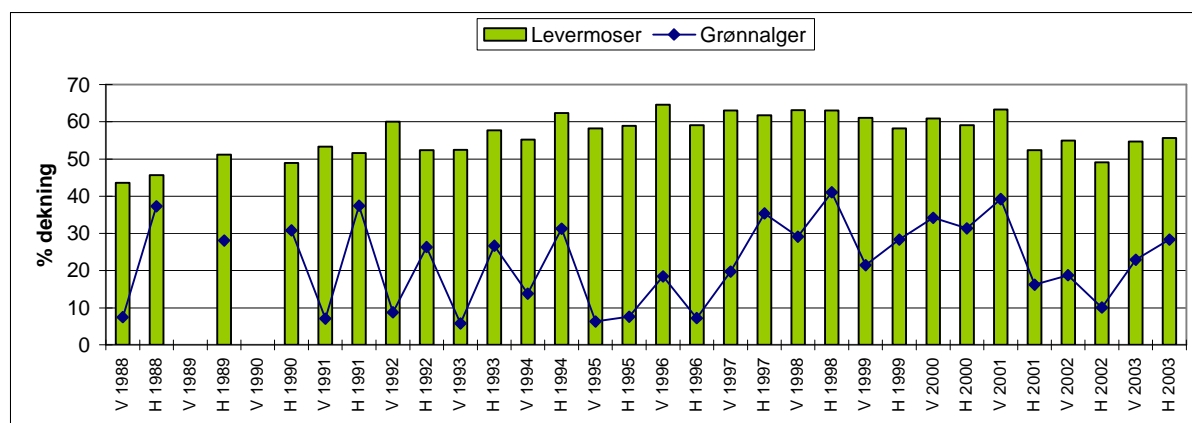
Tidsserien fra transektene viser mye av det samme mønsteret om høsten med klart lavest grønnalgedekning de årene det har vært ekstra vannslipp fra Suldalsvatn. Mens spyleflokkene i 2001 og 2002 ble styrt bevisst med en krapp oppkjøring til 200 m³/s på ca 3 timer, var flokkene i 1995 og 1996 mer overløpsflokker i forbindelse med kraftig nedbør. Begge årene startet overløpsflokkene på 35 m³/s nivået og gikk opp til henholdsvis 134 og 85 m³/s ut av Suldalsvatn. Nederst i elva ble det målt tilsvarende 221 og 142 m³/s. Overløpsflokkene klarte å spyle ut en god del grønnalger, mens den flerårige mosevegetasjonen ikke ble berørt i samme grad som under spyleflokkene i 2001 og 2002. Når det gjelder dekningsgrad av grønnalger på våren synes denne å ha økt jevnt i takt med økende levermosedekning og dermed økt substratreal. Våren 1998, 2000 og 2001 var det imidlertid ekstra høy grønnalgedekning.

I **Figur 30** er fremstilt grønnalgebiomasse målt som tørrvekt og klorofyll på 5 stasjoner i april, juni, august-september og november i perioden 1994-2003. % dekning av grønnalger er angitt for de samme tidspunkter. Det er først fra 1998 at det eksisterer komplette datasett fra alle tidspunkt. Figuren illustrerer en del generelle trekk ved den geografiske fordelingen av grønnalgebegroingen i Suldalslågen. I april er det målt jevnt høye biomassenivåer på de 4 første stasjoner hvor OV2 representerer elvas øvre del og stasjonene OV6, 8 og 10 representerer elvas midtparti. I elvas nedre deler representert ved OV18, er det alltid målt relativt lavere biomassenivåer, spesielt i perioden 1998-2003. De målte nivåer for maksimal biomasse har variert noe fra år til år på hver enkelt stasjon og det er vanskelig å anslå noen klar trend, men det kan synes som om det er en svak tendens til gradvis noe reduksjon i biomassenivåene fra øverst til nederst i elva. Dekningsgraden av grønnalger har vært jevnt høy i elvas øvre og midtre deler spesielt i perioden 1998-2001. I elvas nedre deler har grønnalgedekningen alltid vært lav i april. I april 2002 og 2003, dvs. påfølgende vår etter spyleflokkene i 2001 og 2002 er det observert en nedgang i grønnalgedekning i forhold til aprilmålinger i perioden uten styrt spyleflokk. Dette antas å kunne være en effekt av effektiv utspyling og opprensning av spyleflokk som dermed reduserer mengden grønnalger som kan overleve vinteren og fortsette veksten påfølgende vår.

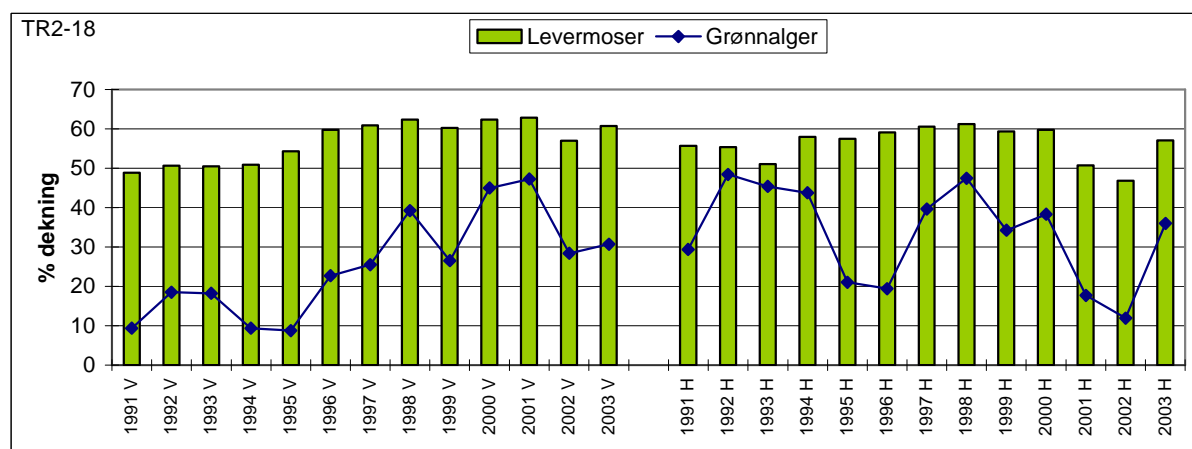
De generelt laveste biomassenivåer og dekningsnivåer av grønnalger er registrert i juni på alle stasjoner selv om det enkelte år er målt relativt store maksimalbiomasser på noen stasjoner. Sett sammen med dekningsgraden av grønnalger er elva på dette tidspunkt klart "renest" med tanke på grønnalger som et sjenerende element. Årsaken til den lave algedekningen er utspylingseffekten som vårflokk normalt har. Det var ventet at en i perioden 2001-2003 med redusert vår og forsommer-vannføring kunne få en respons i form av økt vekst av grønnalger. Dette synes ikke å være tilfelle generelt i elva, men noe økning i dekningsgrad spesielt på OV2 øverst i elva og en svak tendens på OV6 viser at denne effekten kan skje i elvas øvre deler. Fra OV8 og nedover var grønnalgedekningen svært liten i perioden 2001-2003 og spesielt i 2003 var det ikke alger å ta biomasseprøver fra nederst i elva. En teori kan også være at det på denne årstiden blir næringsbegrensning for algevekst som følge av dominans av et næringsfattig vann ut fra Suldalsvatn og lite påfyll med avrenning fra restfeltet.

I august-september er det igjen målt relativt høye biomassenivåer men med stor variasjon stasjonene imellom. Stasjon OV8 i elvas midtparti kan ha de høyeste biomassetallene på denne årstiden. Parallelt med en generell økning i forhold til juni i biomassenivåene, er det også en økning i dekningsgrad av grønnalger. Også på denne årstiden synes det å være en tendens til redusert grønnalgedekning fra øverst til nederst i elva. Går en nærmere inn på de enkelte stasjoner og variasjonsmønster i dekningsgrad, er det mulig å se effekter av ulike episoder. I 1999 var det meget lav dekning på alle stasjoner i forhold til 1998 og 2000. I 1999 kan et ekstra vannslipp ut av Suldalsvatn i slutten av juni på 142 m³/s ha rensket elva ekstra dette året og sørget for et redusert utgangspunkt for oppbygging av biomasse utover høsten. Lave biomassenivåer og dekningsgrad i 2001 fra OV8 og nedover kan være et resultat av begrenset tilgang på næring siden det var svært lite tilsig dette året fra Suldalslågens restfelt kombinert med redusert vannslipp fra Suldalsvatn i deler av perioden sammenlignet med årene før. I 2003 var prøvetaking like i etterkant av en større lokalfloem i restfeltet som kan ha ført til de relativt lave biomassenivåer og dekningsgrad.

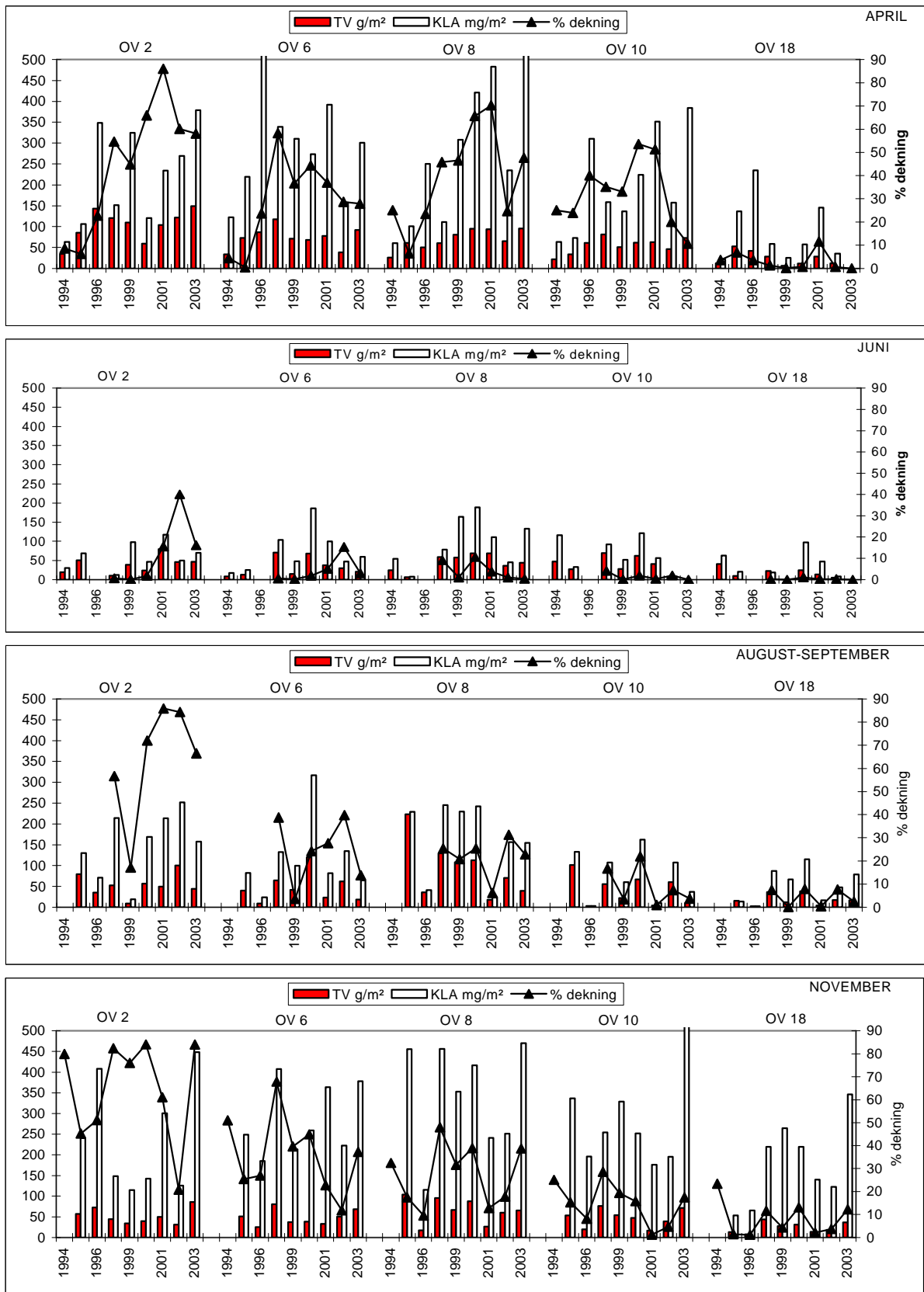
November-serien viser en klar gradient i grønnalgedekning fra størst dekning øverst i elva til minst nederst. Både stasjonsvise biomassenivåer og dekningsnivåer synes å variere mindre på denne årstiden enn ellers. På samtlige stasjoner kommer unntakene i forbindelse med konkrete flomepisoder som i årene 1995, 1996, 2001 og 2002. Dette er spesielt markert i form av redusert dekningsgrad, men også de målte biomassenivåene reflekterer dette flere steder.



Figur 28. Middelerverdier av dekningsgrad av levermoser og trådformede grønnalger på 12 overvåkingsstasjoner vår og høst i perioden 1988-2003.



Figur 29. Middelerverdier av dekningsgrad av levermoser og trådformede grønnalger i 5 transekter vår og høst i perioden 1991-2003.



Figur 30. Grønnalgebiomasse målt som tørrvekt (g/m²) og klorofyll (mg/m²) på 5 stasjoner i april, juni, august-september og november i perioden 1994-2003. % dekning av grønnalger er angitt for de samme tidspunkter der det finnes data. OV2 øvre del, OV6-10 elvas midtparti og OV18 nedre del.

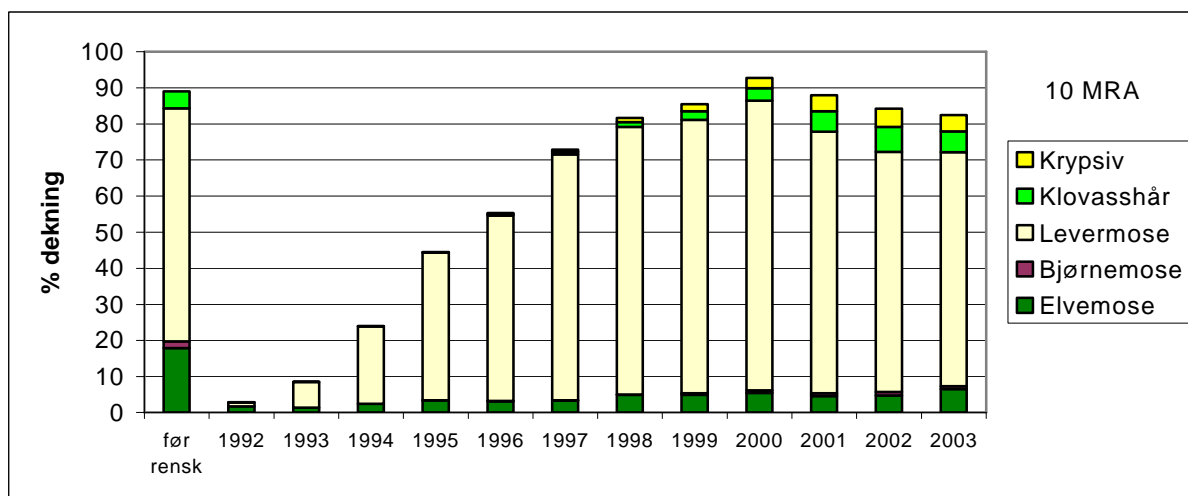
3.3 Tidsutvikling på renska arealer 1992-2003

Som et forsøk på tiltak mot uønsket begroing av mose ble det i 1992 gjennomført maskinell rensking av flere arealer. Arealene ligger i elvas midtparti og er følgelig moderat påvirket av restfeltet mhp. vannføring. Det ble rensket 4 større arealer på periodisk tørrlagte områder og noen mindre områder på permanent vanddekket areal. Det ble anlagt et lite delfelt på permanent vanddekket areal og 3 delfelter på periodisk tørrlagt areal for å studere eventuell gjenvekst etter rensking. Målet var å belyse effekten og varigheten av tiltaket. Feltene er registrert 2-3 ganger pr. år frem til og med 2003. Nedenfor er fremstilt tidsutvikling på de ulike arealer.

Permanent vanddekket areal.

På permanent vanddekket areal var det ca 90 % dekning med vegetasjon før rensking (**Figur 31**). Det var dominans av levermoser med 65 %, fulgt av *Fontinalis* med 18 % og bjørnemose 2 %. Det var i tillegg 5 % dekning med klovasshår. Etter renskingen hvor < 2% med mose var igjen, økte mosedekningen jevnt og nådde maksimum i 2000. På dette tidspunkt var total vegetasjonsdekning kommet opp i 93 % dekning, dvs mer enn utgangspunktet. Spyleflommene i 2001 og 2002 eroderte noe i mosedekket samtidig som sand og grusfraksjoner ble transportert inn i feltet og overlagret noe av mosen. I 2003 ble det ikke observert videre erosjon i mosedekket men en lokalflom fra restfeltet må ha transportert inn mer sand i området som overlagret mosen slik at det ikke ble målt noe økning i mosedekning i forhold til året før. Uten ekstra sandpålagring ville mosedekningen ha økt noe siden det ellers var en god vekstsesong for moser generelt i elva dette året.

Vegetasjonsutviklingen på dette arealet viser noen viktige prosesser i forhold til tilvekst og veksthastighet på renskede arealer på permanent vanddekket areal. Dersom substratet får ligge i ro etter rensking er det levermosene som etablerer seg først og vokser meget raskt. Etter 5 år var dekningen av levermoser større enn utgangspunktet. Ved maksimal vegetasjonsdekning var alle hulrom mellom steiner etablert med mose og gjenværende areal som ikke hadde vegetasjon var toppen av større steiner som er mest eksponert. *Fontinalis* har vist en meget langsom tilvekst på dette arealet og tapte konkurransen om plass i forhold til levermosene. Etter som levermosene vokser i høyden og danner puter begynner de å fange opp sand og en får et sandfylt mosedekke som etter hvert blir et godt substrat for karplanter som klovasshår og krypsiv. Begge disse plantene har røtter som trenger feste i finkornet substrat. Et tegn på at levermosene begynner å fange opp sand er at bjørnemose dukker opp som enkeltskudd i et ellers homogent levermosedekke. Både etableringen av karplanter og bjørnemose er eksempler på en klar suksessjon som skjer på denne type arealer i Suldalslågen under dagens forhold.



Figur 31. Tidsutvikling i perioden 1992-2003 i % dekning av moser og karplanter på et areal rensket i 1992. Arealet er permanent vanddekket og ligger ved Kvæstad (stasjon 10MRA).

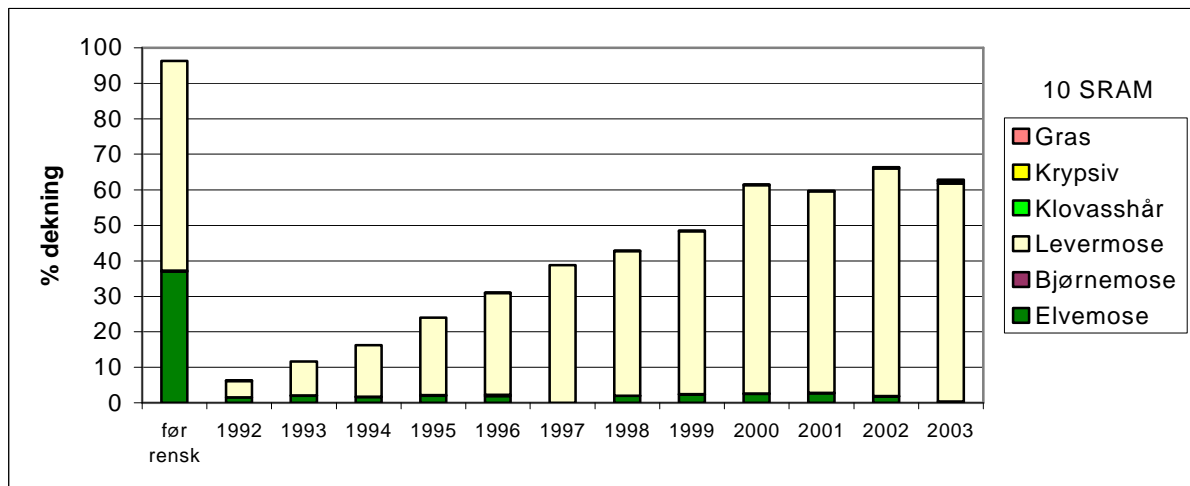
Periodisk tørrlagt areal.

Feltet 10SRA ligger på periodisk tørrlagt areal som er flatt og oversvømmes ved vannføringer $> 25 \text{ m}^3/\text{s}$. I november ved vannslipp $19 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Suldalsosen er det flere ganger observert at feltet har vært delvis islagt og hatt mye rimkrystaller på vegetasjon og steiner. Det er m.a.o. helt andre forhold som virker på periodisk tørrlagt areal i forhold til permanent vanddekket. Før rensking hadde dette arealet meget høy mosedekning (96 % dekning) hvorav 37 % dekning med *Fontinalis* og 59 % levermoser (**Figur 32**). Etter rensking har gjenveksten av mose vært jevnt økende og det er også her levermosene som har etablert seg først og dominert fullstendig. *Fontinalis* har ikke klart å etablere bestander under disse forhold. Bare noen rester fra en litt ufullstendig rensking har overlevd men ikke klart å videreutvikle seg. Etter 11 år har total mosedekning kommet opp i vel 60 % dekning. Hulrom mellom steiner er etablert med mose, men en større grad av eksponerte steinflater gjenstår uten vegetasjon. Spyleflommene i 2001 og 2002 synes ikke å ha hatt noen opprenskende effekt på dette arealet.

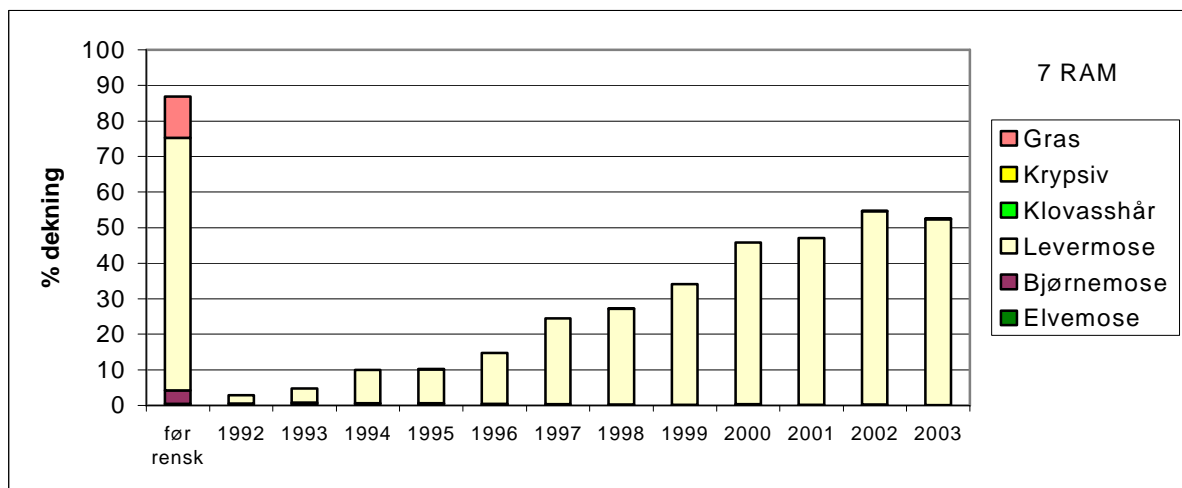
Feltet 7RA ligger på en flat banke nedstrøms Steinsøy som også oversvømmes ved vannføringer $> 25 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette feltet er utsatt for tilnærmet de samme prosesser som feltet 10SRA med bl. a. islegging, innfrysing og periodisk vanddekking i perioden med minstevannføring om vinteren. Feltet har noe finere substrat ved at grus og småstein-fraksjonene er mer vanlig. Før rensking var denne banken dominert av teppedannende levermoser (71 % dekning) med stort innhold av sand (**Figur 33**). 4 % dekning med bjørnemose og 11 % dekning med gras indikerer at mosedekket var godt fylt opp med sand og at en viss suksessjon var på gang. *Fontinalis* hadde $< 1 \%$ dekning. De resterende 13 % dekning med bart substrat var vesentlig steiner med eksponerte toppflater. Etter rensking gikk gjenveksten meget langsomt de første årene men fra 1996 og frem til og med 2002 har det vært en jevn økning i mosedekning dominert av levermoser som passerte 50 % dekning. I 2003 flatet tilveksten ut og gikk ned et par prosent. Spyleflommene i 2001 og 2002 synes ikke å ha hatt noen opprenskende effekt på dette arealet.

Felt 10NRA ligger på en skrå elvebredd slik at nedre kant av feltet går ved vannlinja ved dagens minstevannføring i vinterperioden og øvre kant ved vannlinja ved ca $60 \text{ m}^3/\text{s}$. Substratet er dominert av stor stein (15-40 cm i diameter). Før rensking var denne bredden fullstendig mosedekket med dominans av *Fontinalis* med 85 % dekning og 12 % dekning med levermoser (**Figur 34**). Etter rensking gikk gjenveksten meget langsomt de første årene men fra 1996 og frem til og med 2001 har det vært en jevn økning i mosedekning dominert av levermoser som kom opp i 43 % dekning før den avtok i 2002 og 2003. På dette arealet har både spyleflommen i 2001 og 2002 hatt en eroderende effekt og sørget for et mer ustabil substrat med flytting av større steiner. I øvre del av feltet hvor en finner overgang til mer terrestrisk vegetasjon har dekningen av gras økt og nådde et klart maksimum til nå i 2003 med ca 6 % dekning på høsten.

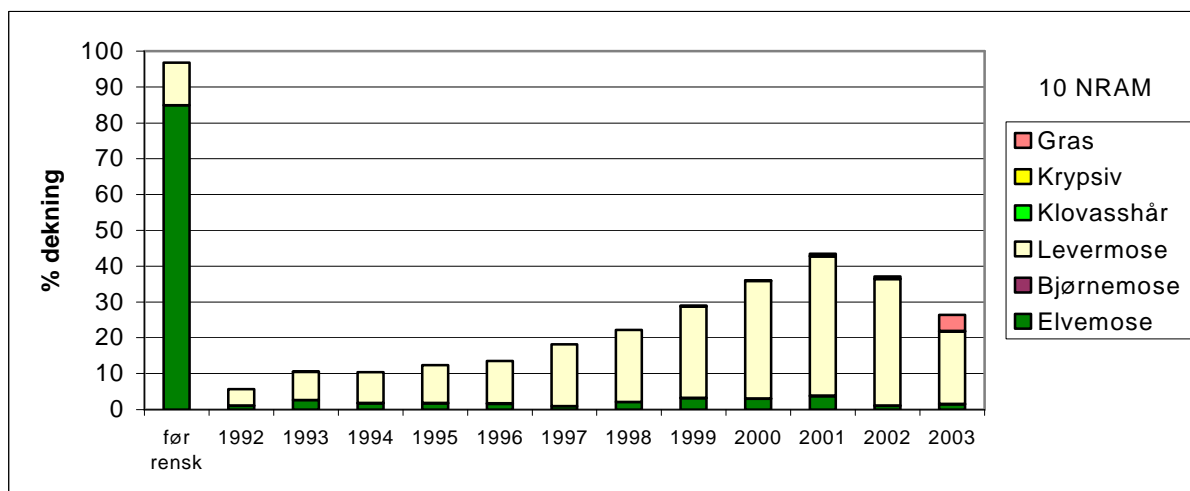
Vegetasjonsutviklingen på de 3 arealene viser noen viktige prosesser i forhold til tilvekst og veksthastighet på renskede arealer på periodisk tørrlagt areal. Generelt ser det ut for at tilvekst og reetablering av moser går betydelig saktere på periodisk tørrlagt areal i forhold til permanent vanddekket. *Fontinalis* har store problemer med å reetablere seg på periodisk tørrlagte arealer. Veksling mellom tørrlegging og oversvømming, samt en vinterperiode hvert år med mulighet for is, innfrysing og erosjon antas å være hovedårsaker. Gras og annen terrestrisk vegetasjon inntar på sikt periodisk tørrlagte arealer som ikke oversvømmes i en tidlig vår/forsommerperiode.



Figur 32. Tidsutvikling i perioden 1992-2003 i % dekning av moser og karplanter på et areal rensket i 1992. Arealen er periodisk tørrlagt og ligger ved Kvæstad (stasjon 10SMRA).



Figur 33. Tidsutvikling i perioden 1992-2003 i % dekning av moser og karplanter på et areal rensket i 1992. Arealen er periodisk tørrlagt og ligger nedstrøms Steinsøy (stasjon 7MRA).



Figur 34. Tidsutvikling i perioden 1992-2003 i % dekning av moser og karplanter på et areal rensket i 1992. Arealen er periodisk tørrlagt og ligger ved Kvæstad (stasjon 10NMRA).

4. Diskusjon

4.1 Begroingsforhold – tidligere undersøkelser og eldre beskrivelser

Når det gjelder forekomst av begroingssamfunn og eventuelle endringer av disse i Suldalslågen, er den historiske utviklingen i vassdraget vanskelig å rekonstruere i dag. Dette skyldes i stor grad at datagrunnlaget fra situasjonen før Ulla-Førre utbyggingen er meget ufullstendig eller simpelthen ikke eksisterer. Den første undersøkelsen hvor begroing er omtalt er i forbindelse med Lillehammers undersøkelser av bunn- og drivfaunaen i Suldalslågen i årene 1960-1962 (Lillehammer 1964). Der heter det bl. a.: ”Gjuvefossen deler elven i øvre og nedre del. Den nedre del har litt ustabile bunnforhold og det er lite makrovegetasjon. Denne del utgjør ca. 1/3 av elvens lengde. Den øvre del, ca. 2/3 av elvens lengde, har mere stabile bunnforhold og på flere steder finner en ganske tett mosevegetasjon. Makrovegetasjonen på steingrunn består av mosene *Fontinalis dalecarlica* og *Marsupella emarginata*. Ellers var det alminnelig med algevegetasjon på en del stasjoner.” Denne kvalitative beskrivelsen er fra perioden før Røldal-Suldal utbyggingen og må tolkes dithen at mose- og algebegroing allerede den gang var et vanlig innslag i Suldalslågen i uregulert tilstand. Hvor store mengder det var i form av dekningsgrad og biomasse kan man imidlertid ikke regne seg tilbake til.

Ved en befaring 30. juli 1974 ble elva undersøkt mhp. høyere vegetasjon og eventuelle effekter av vassdragsregulering (Rørslett og Skulberg 1975). Observasjonene ble gjort ved en vannføring i området 90-105 m³/s, dvs. noe høyere enn normalt ved de senere års undersøkelser. Det ble konstatert at Suldalslågen oppviste en artsfattig og sparsom høyere vegetasjon hvor klovasshår (*Callitriche hamulata*) og krypsiv (*Juncus bulbosus*) var dominerende i undervannsvegetasjonen. Dette var nøyaktig samme bilde som resultatene fra den omfattende undersøkelsen i 1988 viste (Rørslett m.fl. 1989). Det ble registrert vannmosene *Fontinalis sp.* og *Marsupella sp.* på flere stasjoner og enkelte steder som ”rik” forekomst. Det ble den gang spekulert i hvorvidt undervannsvegetasjonen hadde hatt en viss økning etter Røldal-Suldal reguleringen uten at sikre holdepunkter forelå for dette.

I 1981 ble det foretatt to befaringer i Suldalslågen i juni og juli hvor hensikten var å få holdepunkter om problemstillinger knyttet til begroingsutvikling (bunnvegetasjon) i vassdraget, og hvordan Ulla-Førre reguleringen påvirket disse forhold (Skulberg 1981). Observasjonene ble gjort ved en vannføring på rundt 100 m³/s, dvs. betydelig høyere vannstand i forhold til senere undersøkelser på minstevannføring i april og november. Likevel skulle disse observasjoner beskrive tilstanden i Suldalslågen før Ulla-Førre for alvor begynte å påvirke vassdraget og er i så henseende en meget viktig dokumentasjon. Rapporten inneholder i tillegg til en kvalitativ beskrivelse også de første kvantitative begroingsobservasjoner i Suldalslågen. I undersøkelsen heter det bl. a.: ”Gjennomgående var det liten forekomst av begroing i vassdraget, men på enkelte elveavsnitt var det frodig algevekst med stor biomasse. Dominerende arter i begroingssamfunnet var bl.a. *Hydrurus foetidus*, *Microspora spp.* og cf. *Phormidium sp.*. Disse trådformede alger - med brune, grønne og blågrønne fargepreg - kan forekomme i næringsfattige vanntyper med klart og kaldt vann. De observerte algesamfunnene gir indikasjoner på at Suldalslågen kan reagere ømfintlig på forholdsvis beskjedne påvirkninger av plantenæringsstoffer. Når det til dels utvikles stor forekomst av algebegroing under de rådende forhold i Suldalslågen, er dette sted- og tidsbegrenset. Det er et spørsmål om Ulla-Førre reguleringen vil lage nye forutsetninger for begroingsutvikling, om f.eks. forholdene endres slik at stor forekomst av begroingsalger eventuelt kommer til å bli en vedvarende tilstand i hele Suldalslågens utstrekning”.

Det fremgår tydelig av denne rapporten at det har vært fokusert på algedelen av det eksisterende begroingssamfunn. Det er således algebegroingen som er kvantitativt fremstilt med verdier i området <1 – 124 g/m² (organisk tørrvekt). På flere stasjoner gjaldt dette algebegroing oppå moser uten at dette

ble nevnt. Det skrives ikke noe om moser i den siterte rapporten, men tilgjengelige rådata viste en kvantitativ moseprøve på 469 g/m² (organisk tørrvekt) i området mellom dagens overvåkningsstasjoner OV2 og OV4. Dette er en enkelt prøve uten relasjon til dekningsgrad og er følgelig av liten verdi. Imidlertid kan det konstateres at moser også var til stede den gang med en uveid biomasse tilsvarende det som ble funnet for enkeltprøver i 1988. Når det gjelder den videre kvantitative begroingsutvikling i elva fra 1981 og frem til og med 1987 er den rapportert i følgende sammenhenger: Skulberg (1986, 1987) og Johansen og Rørslett (1988). Tallene i disse rapportene representerer imidlertid uveide enkeltprøver og er derfor ikke direkte sammenlignbare med resultatene fra undersøkelsen i 1988.

Det ble funnet såvel *Fontinalis sp.* som levermosene *Scapania undulata* og *Marsupella cf. emarginata* i drivmateriale ved Tjelmane bru ved befaringen i 1981. Dette bekrefter tilstedeværelsen av vannmosesamfunnet som Lillehammer beskrev allerede i 1964. For perioden 1981-1985 ble det registrert 10 mosearter i Suldalslågen og knyttet følgende kommentar til utviklingen (Skulberg 1986): ”Det finner sted en mengdemessig økende forekomst av moser i Suldalslågen. Forholdet innebærer en mer langsiktig forandring av vegetasjonsutvikling i vassdraget”.

Undersøkelsen i 1988 (Rørslett m.fl. 1989) hvor problemstillingene fokuserte på samspillet mellom hydrologi, slamtransport og begroing og hvordan disse forholdene hadde endret seg som følge av reguleringsinngrepene i Suldalsvassdraget, var første dokumentasjon på de kvantitative begroingsforhold knyttet til elvebunnen på permanent vanddekket areal i forhold til minstevannføring, og er i dag grunnlaget for tidsserier for begroingsutvikling i Suldalslågen. I 1988 ble mosesamfunnet første gang kvantifisert i forhold til dekningsgrad på 12 stasjoner. Middelerverdier for disse stasjonene tilsa at 64 % av elvebunnen var dekket av mose, herav 26 % *Fontinalis* og 38 % levermoser. I konklusjonene i denne rapporten står det bl.a.: ”Begroingen i Suldalslågen domineres av moser. Algene utgjør en liten andel (<10%) av begroingsmengden. Målt som dekningsgrad kan algekomponenten i begroingssamfunnet være av betydelig omfang øverst i elva. Begroingssamfunnet i Suldalslågen er kvalitativt sett uendret siden tidlig på 1960-tallet. Det er sannsynlig at elva understøtter en kvantitativt forøket begroing (større biomasse) i regulert sammenlignet med uregulert tilstand, men sikre data mangler for å kvantifisere dette forhold”.

Etter den omfattende undersøkelsen i 1988 kom LFS-prosjektet i gang i 1990 som følge av oppstart av et prøvereglement for manøvrering av Suldalslågen. Begroing var et av mange tema som ble undersøkt i perioden 1990-1996. De viktigste målsetninger for prosjektet var:

1. Dokumentere tidsutvikling og dynamikk i de ulike begroingssamfunn av alger, moser og karplanter som følge av prøvemanøvreringsreglementet fra 1990.
2. Dokumentere effekten og varigheten av rensketiltak mot uønsket mosebegroing.
3. Dokumentere effekten av utsatt og redusert sommervannføring på algebegroing.
4. Dokumentere driv og utspyling av organisk materiale under flomepisoder om våren.

Resultatene fra LFS-perioden er oppsummert i Johansen (1995 og 1997a). Det ble gjort en rekke nyttige observasjoner i denne perioden og bl.a. følgende konklusjoner ble trukket frem som viktige i forbindelse med en eventuell fastsettelse av et endelig manøvreringsreglement for Suldalslågen:

- Generelt stabile forhold har ført til en ytterligere foretting av mosevegetasjonen. Levermose-samfunnet har økt i omfang, mens bladmosesamfunnet representert ved elvemosen *Fontinalis* har gått noe tilbake. På periodisk tørrlagt areal har det i perioden 1993-1996 de fleste steder vært små endringer og ingen tilsvarende økning i mosedekket. Algesamfunnet i Suldalslågen har vist store sesongvariasjoner og år til år variasjoner. Trådformede grønnalger utgjør det klart mest synlige begroingssamfunn og kan enkelte år få stor dekning oppå mosesubstrat både vår og høst (opp mot 100%), spesielt i elvas øvre deler om høsten.
- Rensketiltak i Suldalslågen vil ha begrenset varighet, spesielt på permanent oversvømt areal. Periodisk tørrlagte arealer vil kunne renskes med flere års varighet.

- Forsøkene med redusert utsatt sommervannføring medførte ingen økt algebegroing i vårperioden mai-juni i 1994 og 1995. Utsatt redusert sommervannføring vil medføre gunstigere vekstforhold for de flerårige begroingssamfunn (moser og karplanter) i Suldalslågen.
- Prøvereglementet for manøvrering av Suldalslågen fra 1990 gir i utgangspunktet gunstige forhold for begroing i og med at det ikke skjer bevegelser i grovsubstratet over store deler av elva. Følgelig må en forvente en elv fortsatt dominert av store arealer med mose og periodevis store forekomster av spesielt trådformede grønnalger. Ulike forsøk med manøvrering innenfor reglementet har vist at en kan spyle ut større mengder algebegroing ved relativt små flommer, men at den flerårige mosebegroing ikke lar seg redusere mer enn den årlige tilveksten.

I 1997 ble det foretatt en kartlegging av status og omfang av krypsiv i Suldalslågen før oppstart kalking (Johansen 1997b). Det ble konstatert spredte forekomster av krypsiv i hele elva fra Suldalsosen ned til Sandsfossen og bare få steder sammenhengende bestander større enn en kvadratmeter. En sammenligning med tidligere kvalitative undersøkelser i Suldalslågen før 1988 ga ingen holdepunkter for at krypsiv hadde økt i omfang. Kvantitative data for perioden 1988-1997 basert på overvåkningsstasjoner, indikerte en liten økning i forekomst av krypsiv først i perioden som senere stabiliserte seg på et lavt nivå med 0,2-0,8% dekning. Det ble også konkludert med at det ikke kunne forventes problemvekst av krypsiv som følge av en kalking av Suldalslågen.

Denne oversikten over tidligere undersøkelser av begroingsforhold i Suldalslågen viser at det var gjort mye og at det på flere områder var samlet inn gode førdata i forkant av innværende periode 1998-2003 hvor effekter av to ulike manøvreringsreglementer skulle testes.

4.2 Hvilke faktorer er avgjørende for begroingsutvikling i Suldalslågen

4.2.1 Substrat

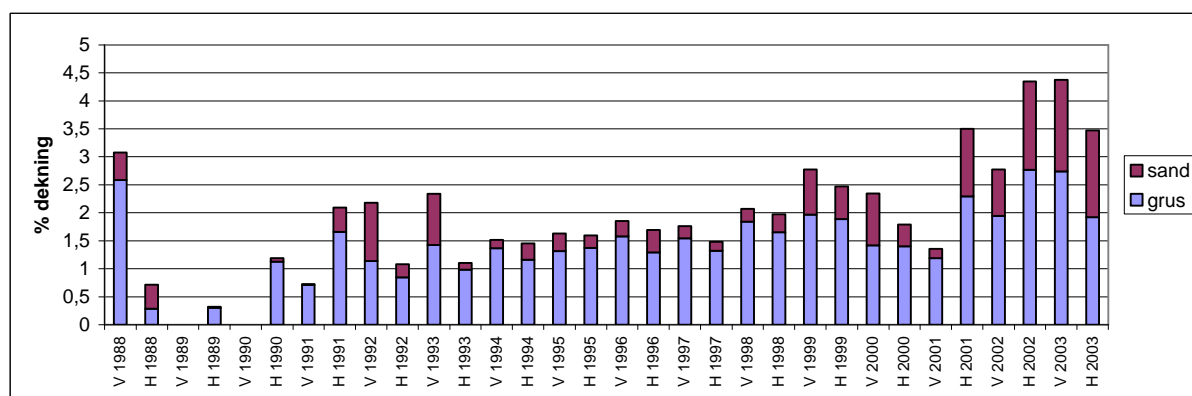
Substrat er en forutsetning for at begroing skal kunne etablere seg. De ulike begroingselementer stiller forskjellige krav til substratet. Tar en for seg de tre ulike begroingselementer i Suldalslågen alger, moser og karplanter, vil disse tre ha forskjellige krav. I dag er det dominans av mosevegetasjon i elva. Mosene trenger i utgangspunktet bart steinsubstrat for å etablere seg og vokse på. Dette gjelder både *Fontinalis* og levermoser. I tillegg til at bart steinsubstrat må være til stede må det være en viss stabilitet i substratet for at flerårige organismer kan vokse over tid. I hele perioden 1988-2003 har man observert at substratet har vært meget stabilt og at stein > 5 cm sjelden har vært i bevegelse på lokalitetene. I uregulert tilstand var det betydelig større flommer regelmessig i Suldalslågen. Substratet var den gang generelt mer i bevegelse og større steiner som i dag ligger helt i ro, var år om annet i bevegelse og hindret dermed flerårige moser i å kunne vokse lenge på samme sted. Med den første reguleringen (RSK) fikk man en utjevning av vannføringen over året. De store flommene ble redusert og med det startet trolig en stabiliseringsprosess av substratet i elva. Med Ulla-Førre reguleringen og manøvreringsreglementet fra 1980 ble flomdempingen ennå større og substratstabiliseringen ble ennå mer tydelig. I dag gir det stabile steinsubstratet meget gode betingelser for moseetablering og vekst noe som klart fremkommer i samtlige tidsserier fra Suldalslågen.

Algevegetasjonen er tilpasset ulike typer substrat samtidig som en og samme art kan etablere seg på ulike substrattyper. I Suldalslågen er bart steinsubstrat og tepper av levermoser viktigste substrattypen for de makroskopisk synlige begroingsalger. De trådformede grønnalgene som er den klart mest dominerende algevegetasjonen i elva, bruker levermosene som substrat. Stor dekning av levermoser gir dermed grunnlag for stor dekning av grønnalger. Erosjon i levermosene vil redusere mulig etablerbart areal for grønnalgene. Noen av grønnalgene i Suldalslågen koloniserer bart steinsubstrat, men disse er dekningsmessig av mindre betydning.

I Suldalslågen er det to andre makroskopisk synlige begroings-elementer som kan få stor dekning. Rødalgeslekten *Lemanea* etablerer seg på bart steinsubstrat i moderat til sterkt strømmende partier. Mindre steinsubstrat som følge av høy mosedekning er klart med på å begrense utbredelsen av denne algen i elva. En har også sett eksempler på lokaliteter hvor denne algen har fått redusert forekomst i deler av perioden 1988-2000 pga. jevnt økende mosedekning. *Lemanea* har også vist seg å kunne være en indikator på bevegelse og erosjon i substratet. Etter spyleflommene i 2001 og 2002 var det klart redusert forekomst av denne algen påfølgende vår sammenlignet med den mer stabile perioden i forkant.

Gullalgen *Hydrurus foetidus* ble rapportert å ha store forekomster i Suldalslågen på begynnelsen av 80-tallet. I perioden 1998-2003 har denne algen vært sjelden. Denne algen foretrekker bart steinsubstrat og er i tillegg en typisk kaldtvannsart som har størst forekomst om våren. Varierende vanntemperatur og avrenning fra restfeltet i vinterperioden frem til registreringene i april kan trolig forklare en del av år til år variasjonene i forekomst i perioden, men den viktigste årsaken til redusert forekomst generelt i elva er mest sannsynlig endringer i substratet hvor det er blitt mindre bart steinsubstrat som følge av økt mosedekning.

Karplantene i Suldalslågen domineres av klovasshår og krypsiv. Begge arter har røtter og er følgelig avhengig av finsubstrat (sand og grus) for å etablere seg og utvikle bestander. Finsubstrat finnes spredt i hele elva men enkelte områder som midtpartiet har klart de største forekomster i dag. Det har ikke vært lett å påvise noen klar trend i utviklingen av mengden sand og grus i elva. Ser en på dekningsgraden av disse fraksjonene i transektene fra 1991 har det vært en stabil dekning frem til spyleflommen i 2001. Denne flommen og spyleflommen i 2002 førte til erosjon og transport av sand og grus fraksjoner inn i noen av transektene som dermed fikk økt dekning. På overvåkningsstasjonene har det variert noe mer fra år til år, med en meget svakt økende tendens i perioden 1989 til 2001 og en tilsvarende økning som i transektene etter de 2 spyleflommene (**Figur 35**). Selv om ikke den synlige mengden i form av dekningsgrad har vært like lett å dokumentere, har man i transektene observert en meget viktig prosess spesielt i elvas midtparti. Puter av levermose har etter hvert som de har vokst til i høyden, blitt effektive sedimentasjonsfeller for sand og fingrus og generelt suspendert materiale. Det er målt opp til 25 cm høye puter med sand/levermose oppå et ellers stabilt dekk sjikt av steinsubstrat. På disse sandfylte levermoseteppene har klovasshår og krypsiv klart å etablere seg flere steder. På denne måten kan en si at stabile levermosetepper har sørget for et godt substrat for karplanter spesielt i elvas midtparti. Stabil høy mosedekning på 90-tallet som gradvis har fanget opp mer sand og fingrus kan derfor være en medvirkende årsak til økt karplantdekning fra midt på 90-tallet og frem til i dag.



Figur 35. Dekningsgrad av finfraksjonene sand og grus (< 32 mm) på overvåkningsstasjonene i perioden 1988-2003. Middelerverdi for alle 12 lokaliteter vår og høst. Vår 1989 og 1990 mangler observasjoner.

I forbindelse med flommer har en sett erosjon i de omtalte sandfylte mosetepper. Flere steder har vannet fått tak og nærmest skrellet av moseteppet slik at det opprinnelige steinsubstratet er kommet fram. En forutsetning for at denne prosessen har kunnet skje har vært at moseteppet har vært tilstrekkelig tykt og sandfylt slik at mosene i forkant har mistet sitt opprinnelige feste i steinsubstratet og at mose/sand-teppet dermed har ligget "løst" oppå elvebunnen bestående av steinsubstrat. Spyleflommene i 2001 og 2002 viste klart at de var i stand til å fremkalle denne type erosjon, men også juniflommen i 1997 og enkelte lokalflommer i perioden har vist at denne prosessen foregår. Det er også mistanke om at gytende fisk kan grave gytegroper på en slik måte at det skapes sårkanter i denne type levermose/sand substrat hvor i neste omgang selv mindre flommer kan få tak og begynne å grave. Dette ble bl.a. observert under registrering av begroing i gyteområder tidlig i LFS-perioden (Johansen 1995).

Blottlagt steinsubstrat som følge av at tepper med sandfylt levermose er fjernet vil fremstå som renskede arealer. I og med at steinsubstratet ikke blir berørt i form av graving og endevending slik som ved maskinell rensking, vil slike arealer ha en større andel sand og grus fylt opp mellom steinene etter at mosen er fjernet. Steiner som da tidligere har vært kolonisert av mose kan også ha rester av disse, noe som kan sørge for en raskere tilvekst enn om steinene må rekoloniseres fullstendig på nytt. Resultatene fra de maskinelt renskede arealer fra 1992 viste at rekolonisering og gjenvekst gikk raskt på permanent vanddekket areal der substratet var endevendt. Tilvekst prosessen gikk ennå raskere på arealet som ble rensket i 1998 hvor renskeprosessen var mer lik den som skjer ved naturlig erosjon i de omtalte levermoseteppene. Slik forholdene i elva er i dag vil en måtte forvente at denne prosessen med etablering av levermoser, sedimentering av sand i mosen, dannelsen av gunstig substrat for karplanter, eventuell ny erosjon og ny tilvekst vil gå i en syklus eller følge et suksesjonsmønster under de rådende betingelser.

4.2.2 Hydrologi

De hydrologiske forhold i Suldalslågen er helt avgjørende for begroingsutviklingen i elva. Det er tidligere gjort rede for konsekvensene av de ulike reguleringer på vannføringen med utjevning over året og flomdemping som generelt gir gunstige forhold for flerårige begroingsorganismer (Rørslett m.fl. 1989, Johansen 1995, 1997, Johansen og Lindstrøm 2001). I perioden 1998-2003 har det vært prøvd ut to ulike manøvreringsreglementer hvorav den første perioden 1998-2000 med en vårflokk på minimum 150 m³/s, gav meget gunstige forhold i elva og en oppnådde den høyeste totale vegetasjonsdekning som er målt siden den første kartleggingen i 1988. I perioden 2001-2003 med en styrt spyleflokk i oktober 2001 og 2002 på minimum 200 m³/s ut av Suldalsvatn, oppnådde man erosjon i mosedekket og dermed noen prosent reduksjon i total vegetasjonsdekning. I 2003 uten flommer ut av Suldalsvatn økte igjen total dekning av flerårig vegetasjon. Dette viser at typen av flommer er helt avgjørende for hvordan videre utvikling i Suldalslågen vil bli.

Spyleflommene i 2001 og 2002 viste begge å være effektive i forhold til å renske opp i vegetasjonen. Disse flommene ble kjørt som spyleflommer, dvs. man forsøkte å gjøre oppkjøringen så raskt som mulig; i begge tilfeller opp til maksimum på ca. 3 timer. Dette medførte liten bevegelse i steinsubstratet i elva, men man fikk slitt av *Fontinalis*-dusker og eldre levermose-puter på steinsubstrat, samt erodert i tepper av sandfylt levermose. Effekten av dette ble først og fremst en reduksjon i mosedekning. Karplantene klovasshår og krypsiv ble også utsatt for noe erosjon, men viste ingen dekningsmessig reduksjon i etterkant av flommene. Dette kan bety at mye av denne type vegetasjon ligger i mer strømsvake områder og at flommene naturlig har hatt mindre effekt her. En annen mulighet er at økt vekst i forkant av flommene som følge av ekstra gode betingelser har balansert erosjonstapet i flommene begge år. Disse årene var det redusert vannføring på våren og forsommeren. Tilsvarende vannføringsforhold var det også i 2003 og da ble det målt en meget god årsvekst uten flom.

Vårflommene i perioden 1998-2000 var opp i 150 m³/s ut av Suldalsvatn. Denne vannføringen er stor nok til å forårsake noe erosjon. Oppkjøringen var imidlertid betydelig langsommere enn spyleflommene slik at effekten av en hurtig oppkjøring ikke var til stede. Eventuelle effekter av vårflommene ble også målt i november etter en lang vekstsesong. Siden det ikke ble målt noen nedgang i total vegetasjonsdekning i perioden med vårflommer, regner man med at selv om flommene hadde en viss opprenskende effekt hvert år, var ikke denne stor nok til å kompensere for ny tilvekst i påfølgende vekstsesong. Dette bringer inn et moment om tidspunkt for flommer generelt.

Vårflommer vil naturlig renske opp i vegetasjon som har fått redusert vitalitet i løpet av vinterperioden. Slik sett vil det trolig være lettere å renske opp i vegetasjonen på slutten av vinterperioden i forhold til om høsten mot slutten av den aktive vekstsesongen ved bruk av samme type flom ved de to tidspunkter. En fordel med rensking om høsten i forhold til våren med tanke på å redusere vegetasjonen på sikt, kan være at planter med en eventuell redusert vitalitet etter en spyleflom går inn i en dvaleperiode på vinteren og kan dermed få redusert vitaliteten ytterligere før våren kommer med gunstigere vekstbetingelser. En tilsvarende redusert vitalitet etter en vårflom vil raskere kunne restitueres slik at ny tilvekst kan komme raskere i gang.

Et annet moment i forholdet vårflom / høstflom er forholdet til tidspunkt for eventuell blottlegging av bart substrat som følge av erosjon/rensking. Det antas at substrat som renskes for vegetasjon vil holde seg lenger vegetasjonsfritt etter en høstflom pga. den lange forestående vinterperioden. Forholdene for nyetablering og gjenvekst vil trolig generelt være gunstigere på våren slik at tilgroingsprosesser vil komme raskere i gang etter en vårflom.

Flommer fra restfeltet har vist liten effekt i form av opprensking og erosjon i flerårig vegetasjon i perioden. Her ser det ut for at det er flommer i form av vannslipp fra Suldalsvatn som er helt dominerende i forhold til effekter. Den flerårige vegetasjonen synes å tilpasse seg det mer eller mindre regelmessige flomregimet som avrenningen fra restfeltet medfører. Således vil vegetasjonen være tilpasset en gradvis økende påkjenning fra restfeltet nedover i elva. Restfeltflommene vil aldri være så brå og raske som de styrte spyleflommene og det vil i slike tilfeller være et gradvis økende vannvolum nedover elvestrengen uten stor erosjonskraft. Bare nederst i elva er det noen få eksempler på erosjon i substratet som har påvirket flerårig vegetasjon som følge av restfeltflommer. Det er også gjort noen få observasjoner av videre erosjon i allerede etablerte sårkanter i sandfylte levermosetepper i elvas midtparti. Derimot er det flere eksempler på at restfeltflommer kan spyle ut algebegroing i elvas midtparti og nedover til ulike årstider.

I tillegg til flommer er nivået for minstevannføring meget avgjørende for begroingsutvikling i en regulert elv. En fast absolutt minstevannføring om vinteren, i tilfellet 12 m³/s i Suldalslågen, vil danne et markert skille mellom permanent vanddekket og periodisk tørrlagt areal. I Suldalslågen har dette vært meget stabilt siden 1990 da målepunktet for vannslippet ble flyttet fra nederst til øverst i elva. Tidsseriene med vegetasjonsutvikling i transekter og på overvåkningsstasjoner gjelder permanent vanddekket areal og viser et generelt meget høyt dekningsnivå med flerårig vegetasjon dominert av moser. Minstevannføringen er med på å opprettholde dette høye dekningsnivået ved at naturlige prosesser som tørke og infrysing som normalt begrenser utbredelsen av vannvegetasjon i elver, ikke får virke. Plantene overlever fra år til år i en beskyttet atmosfære. Bare flommer gjenstår som regulerende faktor på utviklingen av flerårig begroing på arealer under nivå minstevannføring. Effekter av flommer er undersøkt i perioden 1998-2003 og dokumentert. Effekter av endringer i minstevannføring på nivåer lavere enn 12 m³/s er naturlig nok ikke undersøkt i perioden. Her kan en bare generelt anta at ved å gå ned i absolutt minstevannføring i perioder vil kunne få betydelig effekt på den i dag etablerte vannvegetasjonen og at det på sikt vil måtte innstille seg nye likevekter.

4.2.3 Vanntemperatur

Vanntemperatur er generelt en viktig vekstfaktor for begroingen. Suldalslågen har alltid vært en sommerkald elv og har følgelig en vegetasjon tilpasset disse forhold. Blant begroingsalgene er det noen arter som er tilpasset et liv i kaldt vann uten at disse utgjør noen mengdemessig betydning. Blant moser og karplanter som dominerer finnes ingen spesialister, men derimot arter som har en vid temperatur-toleranse. For den dominerende vegetasjonen i Suldalslågen vil derfor en økning av temperaturen i vekstsesongen føre til økt vekst dersom andre vekstfaktorer er optimale. I perioden etter 1988 har det vært enkelte kalde år som i 1993, 1994 og 1996 hvor spesielt vinteren 1994 og 1996 var kalde. I perioden 1998-2003 har temperaturforholdene vært meget gunstig i vekstsesongene, mens vinteren 1999 og 2003 var relativt kalde. Disse forhold har ikke preget veksten av moser i vesentlig grad. Karplantene og da spesielt klovasshår synes å vise en klarere respons på økt temperatur i vekstsesongen. Denne planten synes også å være mest utsatt om vinteren og har vist seg å kunne gå kraftig tilbake i kalde vintre. Generelt synes altså temperaturforholdene å være gunstig for vekst og overlevelse av dagens vegetasjonssamfunn i Suldalslågen under de vannføringsregimene som er kjørt. Vinterperioden synes å være den mest kritiske for enkelte arter.

Temperaturen i vinterperioden er mye styrt av minstevannføringen på 12 m³/s. Denne minstevannføringen medfører at isdannelse på elva i dag er meget sjeldent fordi det store vannvolumet ikke avkjøles tilstrekkelig. I elvas nedre deler kommer temperaturen ned mot 0°C i kuldeperioder om vinteren under forholdene i prøveperioden, noe som muliggjør en viss isdannelse i svært grunne områder nær bredden. Dette er observert å kunne skje i felt flere ganger allerede i slutten av november. I uregulert tilstand kunne det år om annet dannes is på elva i de nedre deler samtidig som vannføringen ut av Suldalsvatn kunne komme ned mot 3-4 m³/s. Dette var helt andre forhold som muliggjorde prosesser som vekslende innfrysing, tining, isgang til å renske opp mer i elveleiet og som trolig holdt flerårig vegetasjon på et betydelig lavere nivå enn det man finner i Suldalslågen i dag. I forhold til det å kunne redusere arealer med vannvegetasjon i Suldalslågen vil en reduksjon av minstevannføringen om vinteren være et skritt i riktig retning.

4.2.4 Vannkvalitet

Vannkvaliteten er også en viktig vekstfaktor for både flerårig vannvegetasjon og begroingsalger. Vannkvalitetsutvikling i Suldalslågen i forhold til begroing er tidligere gjennomgått i Johansen og Lindstrøm (2001). I perioden 1998-2003 har vannkvaliteten generelt vært meget god for vekst av moser, karplanter og alger. Fullkalkingen av elva fra og med 1998 har ført til en noe mer stabil vannkvalitet i forhold til sure episoder fra restfeltet som tidligere kunne oppstå i forbindelse med kraftige nedbørepisoder. Artsmangfoldet har økt litt blant begroingsalgene som følge av kalkingen. Dette har ikke vært tilfelle med moser og karplanter, mest fordi at Suldalslågen før kalking hadde en vannkvalitet som tillot et større mangfold enn det man har sett i sterkt forsurede vassdrag som f.eks. Tovdalselva, Mandalselva og nabovassdraget Vikedalselva. I disse tre vassdragene har til sammenligning dominerende mosevegetasjon før kalking vært elvetrappemose (*Nardia compressa*). I Suldalslågen har man hele tiden hatt en blanding av de tre levermosene *Marsupella aquatica*, *Scapania undulata* og *Nardia compressa*. Likeledes har de svakt forsuringsfølsomme *Fontinalis*-arter alltid vært til stede i Suldalslågen mens i de andre vassdragene er *Fontinalis* helt fraværende eller meget sjelden. Klovasshår som også regnes som svakt forsuringsfølsom har alltid vært til stede i Suldalslågen mens den er sjelden eller fraværende i de andre vassdragene.

Vannkvaliteten i Suldalslågen synes derfor ikke å ha vært noen vesentlig begrensende faktor i forhold til begroingsutviklingen. Med den generelle bedringen i vannkvaliteten en ser i forbindelse med mindre deposisjon av forsurende komponenter i nedbøren vil Suldalslågen selv uten kalking, fortsatt ha en vannkvalitet som gir rom for et relativt stort mangfold i den samlede begroingen. I forbindelse med overvåkingen av vannkvaliteten måles det ikke på plantenæringsstoffet fosfor. Målinger ved Tjelmane nær elvas utløp i forbindelse med SFTs elvetilførselsprogram i perioden 1990-1999 har

imidlertid vist svært lave konsentrasjoner av fosfor, noe som klart viser at elva har en næringsfattig vannkvalitet under store deler av vekstsesongen (Johansen og Lindstrøm 2001). Om det kan dreie seg om næringsbegrensning og da fosforbegrensning i enkelte perioder er vanskelig å si. Enkelte perioder med liten grønnalgedekning i elva i perioden 1994-2003 kan kanskje forklares ut fra mulig fosforbegrensning. Teorien da går ut på at det spesielt i perioder med redusert vannføring på vår forsommer og i perioder senere i vekstsesongen med svært lite lokaltilsig fra restfeltet, har vært observert relativt lite alger i forhold til forventet ut fra antatt "normal" utvikling. Årsaken til dette kan da være dominans av det meget næringsfattige vannet fra Suldalsvatn som ikke har klart å bidra med nok fosfor til den meget store plantebiomassen på elvebunnen i hele vassdraget. Vegetasjonen i de øvre deler av elva har da brukt det meste av fosforet slik at de nedre deler har hatt svært begrenset tilgang. Dette kan da ha begrenset utviklingen av grønnalger i perioder spesielt i de midtre og nedre deler hvor ellers forhold som vannføring og vanntemperatur har vært optimale.

4.3 Tiltak mot uønsket begroing

Det har ikke vært eksperimentert med tiltak mot uønsket begroing i perioden 1998-2003 utover de to styrte spyleflommene i 2001 og 2002. Begge flommene viste seg å ha en renskende effekt i og med at total vegetasjonsdekning ble redusert i begge tilfeller. Dette viser at styrte flommer kan benyttes som tiltak i elva for å redusere og bremse opp tilveksten med flerårig mose og karplante vegetasjon. Metoden er imidlertid lite spesifikk på den måten at det kan være litt tilfeldig hvilke områder og typer av substrater som blir rensket.

Av mekanisk rensking er det ikke gjort nye erfaringer utover rensketiltaket utført i 1992 supplert med et lite areal i 1998. Disse er imidlertid fulgt opp og har klart vist at slike tiltak virker, men har begrenset varighet. En må derfor regne med å gjenta tiltaket år om annet for å hindre ny tilgroing. Renskede arealer under nivå for absolutt minstevannføring om vinteren gror raskere til enn arealer som periodisk tørrlegges. Det tok 8 år før arealet på permanent vanddekket areal var like tilgrodd som før rensking. På periodisk tørrlagt areal var ingen av arealene like tilgrodd som før rensking etter 11 år.

Begge de ovenfor omtalte tiltak, renskeflommer og mekanisk rensking, er utprøvd under forhold med en stabil absolutt minstevannføring på 12 m³/s ut av Suldalsvatn i vinterperioden 15. desember til 1. mai. Et mulig tiltak kan være variabel minstevannføring i vinterperioden ved å tillate lavere nivåer enn 12 m³/s. På denne måten kan arealer som er sterkt begrodd med mose og karplanter i dag utsettes for naturens egne krefter i form av tørrlegging, innfrysing, tele i substratet og isgang. På sikt vil disse prosesser trolig kunne redusere begroingen betydelig på arealer som tørrlegges ned til en ny absolutt minstevannføringsgrense.

4.4 Forventet utvikling som følge av de to typer manøvreringsreglement

4.4.1 Reglement fra perioden 1998-2000 Alt. I

Resultatene fra reglementsperioden 1998-2000 viste en stor grad av stabilitet og regelmessighet. Total vegetasjonsdekning økte litt og nådde et maksimum i 2000 i forhold til perioden 1988-2000. Forholdet mellom de to mosetyperne, levermoser og *Fontinalis*, stabiliserte seg ved at *Fontinalis* opprettholdt dekningsprosenten. En liten økning i karplantene klovasshår og krypsiv indikerte gode forhold for disse plantene. Grønnalgene fulgte et regelmessig mønster med stor vårbiomasse, utspyling med vårflommen og gradvis oppbygging utover høsten igjen med en stor biomasse på vinterhabitatet ved begynnelsen av perioden med absolutt minstevannføring i vinterperioden.

Selv om vårflommen var på minimum 150 m³/s ut av Suldalsvatn alle 3 årene, var dette for lite til å skape nok erosjon i vegetasjonen til å redusere begroingen mer enn tilveksten påfølgende vekstsesong. Med dette reglementet må en derfor forvente at Suldalslågen vil fortsette å ha en omfattende mosebegrøing som sammen med karplantene vil utgjøre vel 80 % dekning på permanent vanddekket areal med referanse til overvåkningsstasjonene. Et interessant element er den videre utvikling av karplantene klovasshår og krypsiv. Med økende forekomster av sand og grus som ikke blir spylt ut av elva vil substratet for disse plantene bli gradvis gunstigere og større arealdekning med disse plantene vil måtte kunne påregnes. Større arealdekning med karplanter vil gå på bekostning av levermosene. Dette vil igjen kunne begrense mulig areal for grønnalgeutvikling. Med hvilken hastighet dette vil kunne skje er noe usikkert.

4.4.2 Reglement fra perioden 2001-2003 Alt. II

Resultatene fra reglementsperioden 2001-2003 viste først og fremst effekten av styrte spyleflommer i 2001 og 2002, som begge medførte reduksjon i total vegetasjonsdekning som følge av erosjon i mose på steinsubstrat og i sandfylte tepper av levermose. Til tross for gode vekstbetingelser for flerårig vegetasjon i hele vekstsesongen i forkant av flommene, var årstilveksten mindre enn det som ble erodert bort under flommene. Følgelig har en funnet en type flom som under dagens forhold i elva kan gradvis redusere arealdekningen av mose. At flom er helt nødvendig viser resultatene fra 2003 sesongen, hvor mosedekningen økte igjen når flommen uteble.

Det er ikke lett å forutsi hvor stor reduksjon i mosedekning en kan oppnå på sikt ved å kjøre reglementet med årvisse spyleflom slik som i 2001 og 2002. I og med at det var eldre mosedusker av både *Fontinalis* og levermose som ble erodert bort fra steinsubstrat uten at steinene flyttet på seg, er det trolig begrenset hvor mye det er av denne mosetypen igjen som lett eroderes. Yngre mosedusker av begge typer og eventuell nyetablert mose på steinsubstrat vil være mer motstandsdyktig mot løsriving flere år fremover. Den største erosjonen var i elvas midtparti i sandfylte tepper av levermose. Når disse er fjernet vil ny mose etablere seg og kunne stå og vokse i flere år før de er så fylt av sand at de mister sitt opprinnelige feste og med det lettere blir utsatt for erosjon igjen. Ut fra disse betraktninger vil en trolig kunne redusere mosedekningen ytterligere noen år ved å kjøre samme type flom, men at en må regne med å komme til et punkt hvor effekten blir mindre og at mosedekningen stabiliserer seg igjen og til og med kan øke noe igjen.

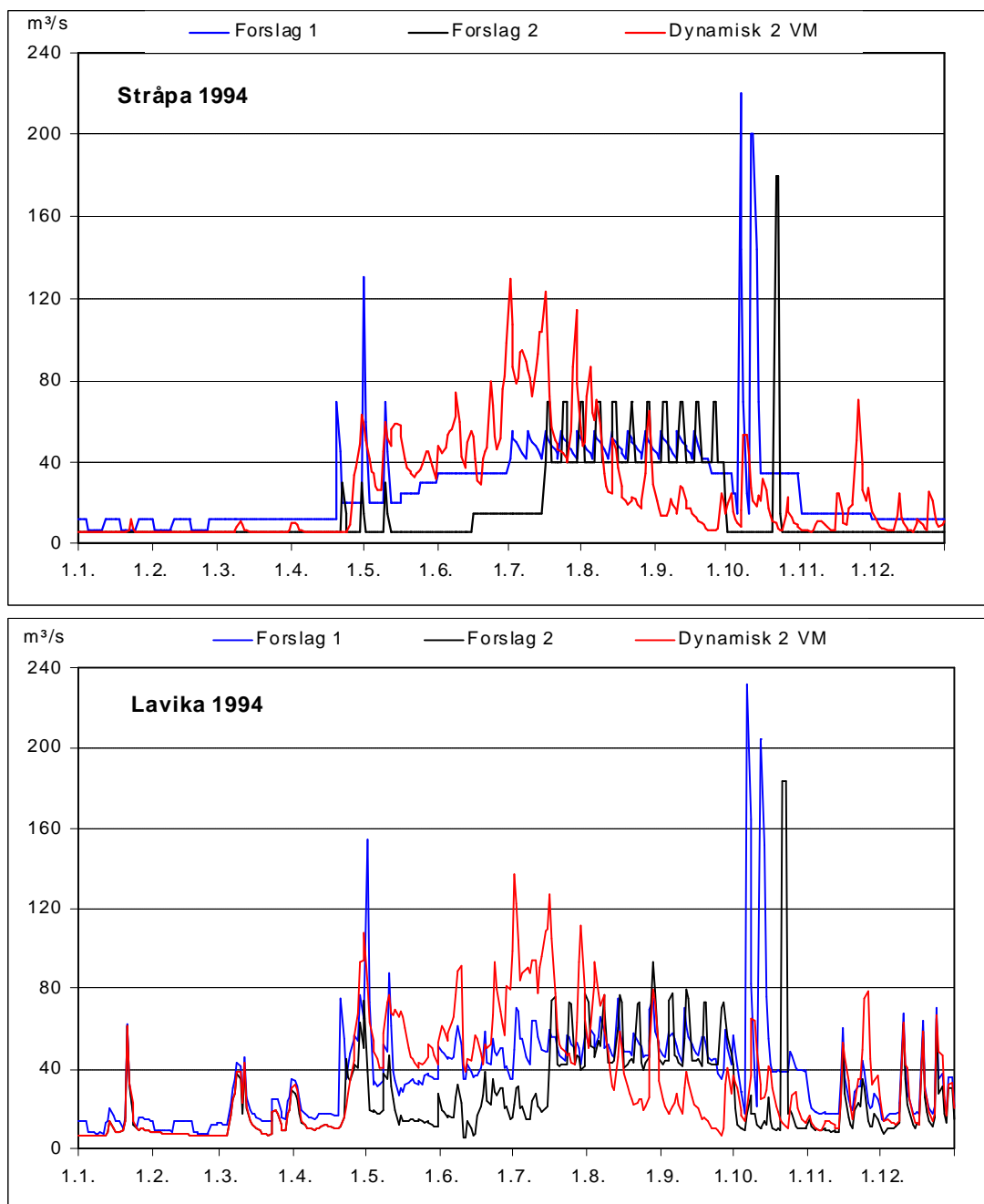
Et interessant spørsmål er også hvor det blir av sand og grus fraksjonene som tydeligvis er i bevegelse under den type flom som ble kjørt. Sammen med det faktum at dekningen av karplanter ikke gikk ned men holdt seg på et høyt nivå og økte litt i begge årene med flom, viser at flommen ikke har erodert så mye der disse plantene har størst utbredelse (ofte i mindre strømsterke partier langs land). Det viser også at sand og grus sedimenterer på mer stilleflytende strekninger etter flommer og at det etter hvert vil kunne bygges opp større arealer med godt substrat for karplanter også under dette alternativet til manøvreringsreglement. Dette til tross blir alternativ II med spyleflom å foretrekke dersom en på sikt ønsker en elv med mindre begroing.

4.5 Vurdering av Statkrafts 3 forslag til nytt manøvreringsreglement

Statkraft har utarbeidet tre skisseforslag til nytt reglement, bl.a. som grunnlag for beregninger av effekter på for eksempel vanntemperaturforhold. To av forslagene er "tradisjonelle", med basis i faste minstevannføringsverdier til ulike tider av året mens det tredje er tilsigsstyrt. Det siste forslaget er kalt *Dynamisk 2 VM*, som viser til at det er en skalering av observerte vannføringer ved de to uregulerte vannmerkene 36.13 Grimsvatn og 48.5 Reinsnosvatn som blir brukt til å beregne den naturlige vannføringen ut av Suldalsvatn.

Naturlig, uregulert vannføring er funnet som $Q_{nat} = 8,41 * Q_{48,5} + 7,68 * Q_{36,13}$. Dette gir for perioden 1931 – 65 en korrelasjon på 0,94 med virkelig observerte vannføringer (Magnell m.fl. 2004).

I **Figur 36** er vannføringene i 1994, som var et år med midlere vannføringsforhold, oppe og nede i Suldalslågen vist med de tre skisseforlagene. I korte trekk gjelder følgende for de tre forslagene:



Figur 36. Eksempler på vannføringer oppe og nede i Suldalslågen i 1994 med tre skisseforslag til nytt reglement.

Forslag 1

- Om vinteren 12 m³/s med mulighet for å gå ned til 7 m³/s i til sammen 4 uker
- Tre ”smoltutgangsflokker” 20. april, 1. mai og 10. mai, med 20 m³/s mellom
- Økende minstevannføringer fra 20 til 30 m³/s ut mai, konstant 35 m³/s i juni
- Fra 1. juli til 20. september pendling rundt 48 m³/s
- Avtakende til 15 m³/s 5. oktober
- Spyleflokker 6. og 11. til 12. oktober, med reduksjon til 15 m³/s mellom de to
- 35 m³/s resten av oktober, 15 m³/s i november og 12 m³/s fra desember

Forslag 2 (basert på pre-smolt modellen)

- Generelt 6 m³/s fra 1. oktober til 15. juni
- Tre små ”smoltutgangsflokker” 22. april, 30. april og 10. mai
- 15 m³/s 16. juni til 15. juli, deretter pendling rundt 49 m³/s til ut september
- Spyleflom 21. og 22. oktober

Dynamisk 2 VM (tilsigsstyrt)

- 23 % av naturlig vannføring i det viste forslaget
- Nedre beskrankning på 6 m³/s
- Øvre beskrankning på 250 m³/s

Nedenfor følger kommentarer til hvert av forslagene i forhold til mulige effekter på begroingsutvikling i Suldalslågen.

”Forslag 1”:

Dette forslaget kommer nærmest opp til de vannføringsregimer som er kjørt i perioden 1998-2003. Likevel er det lagt inn en del endringer som trolig vil kunne påvirke begroingsforholdene mer enn det vi har sett til nå i forsøksperioden. Basisen på minstevannføringen er lagt på 12 m³/s men med en svak pendling i januar-februar mellom 7 og 12 m³/s. I perioden med stabil 12 m³/s vil forholdene være som før og vil gi gode forhold for begroing over store områder av elva. Pendlingen ned til 7 m³/s vil kunne gi muligheter for redusert temperatur i elva og man vil få periodisk tørrlagt arealer som i dag er permanent vanndekket mellom 7 og 12 m³/s. Dette vil trolig øke stressfaktoren på de flerårige begroingssamfunn med innfrysing, isdannelse og erosjon som resultat. Her vil vær og vind i vinterperioden (fuktige milde kontra tørre kalde vintre) være helt avgjørende for hvilken effekt som oppnås. En spyleflom på 130 m³/s i begynnelsen av mai vil være gunstig med tanke på opprensning, mens den påfølgende perioden frem til oktober vil være ”stabil” i begroingssammenheng og følgelig gi minst like gode vekstvilkår som reglementene fra perioden 1998-2003. En tilsynelatende ytterligere nedskalering av vannvolumet i denne perioden vil også kunne medføre økt temperatur og dermed økt vekst for moser og karplanter. 2 spyleflokker i oktober vil helt klart ha en større opprenskende og eroderende effekt enn 1 som nå er kjørt i inneværende forsøksperiode. Et viktig trekk er også at de følger hverandre raskt og at startnivået er satt såpass lavt som 15 m³/s. Dette forventes å kunne gi større erosjon i substratet og dermed også ha en større opprenskende effekt på begroingen. Dette forslaget synes totalt sett å ivareta behovet for stabilitet i systemet på en bedre måte enn vannføringsregimene fra prøveperioden. Dermed kan en forvente en utvikling mot mindre begroing på permanent vanndekket areal og spesielt i dagens vanndekete sone mellom 7 og 12 m³/s vil det kunne skje store endringer. En ytterligere nedskalering av årsvolumet for slipp fra Suldalsosen i forhold til dagens situasjon vil trolig også ha den effekt at tilgroing med terrestrisk vegetasjon på breddene vil tilta i større grad og at dagens elveløp vil snevres inn.

”Forslag 2”:

Dette forslaget avviker mye fra tidligere vannføringsregimer og spesielt lengden av perioden med minstevannføring og størrelsen på denne på 6 m³/s gjør at man har beveget seg svært langt bort fra den opprinnelige Suldalslågen. Hele elva er nedskalert til et nytt nivå hvor nye likevekter må innstilles.

Vinterstid vil minstevannføring på 6 m³/s kunne ha de samme effekter som nevnt ovenfor med lavere temperatur, innfrysing, isdannelse og erosjon som resultat. Imidlertid er nå minstevannføringsperioden trukket mer inn i vekstsesongen for flerårig vegetasjon i begge ender, både i vår/forsommerperioden og høsten fra begynnelsen av oktober. Dette vil skape gunstige forhold for moser og karplanter og vil trolig skape en nye sterkt begrodd elveseng på permanent vanddekket areal under 6 m³/s nivå etter en tid. En spyleflom på høsten på 180 m³/s vil klart ha en opprenskende effekt og spesielt med start på nivå minstevannføring. Det er imidlertid vanskelig å forestille seg hvor effektivt denne type flom vil renske opp i det nye elveleiet tilpasset 6 m³/s minstevannføring.

Dette forslaget med så lav minstevannføring over et lengere tidsrom vil i større grad enn forslag 1 føre til en tilgroing med terrestrisk vegetasjon på deler av dagens bredder over nivå minstevannføring og elva vil gå i retning av å bli en liten elv i et "overdimensjonert" elveleie. Hvor raskt denne prosessen vil gå er vanskelig å si da igjen klima vil spille en avgjørende rolle.

"Dynamisk 2VM":

Et dynamisk reglement vil i utgangspunktet gi den største variasjon i vannføring og i så henseende være det mest naturlige å bygge på. I tilfellet Suldalslågen vil det imidlertid ikke virke naturlig fra dag 1 sett i forhold til dagens situasjon med et elveleie tilpasset en generelt mye større vannføring og en begroing tilpasset reguleringspåvirkning siden 1967. I tillegg er det påtenkt "avvik" fra full dynamikk ved å legge inn en minstevannføring på 6 m³/s. Dette avviket vil trolig igjen gi grunnlag for å få en begrodd elveseng under nivå 6 m³/s over større arealer i elva. Forventet variasjon i vannføringen over dette nivået vil imidlertid være større enn dagens situasjon ved Suldalsosen og vil på sikt kunne føre til noe mindre begroing på periodisk tørrlagt areal i elvas øvre deler. Til tross for en større variasjon i vannføring ut fra Suldalsvatn, virker det som om flommer av dagens spyleflom-størrelse (200 m³/s) kan bli sjeldne. Behovet for slike flommer i fremtiden etter at et dynamisk reglement har vært kjørt en stund, er også noe usikkert i og med at man starter med dynamisk manøvrering oppå dagens etablerte begroingssituasjon som er tilpasset 12 m³/s absolutt minstevannføring.

Behovet for eventuelle kunstige flommer i tillegg til den dynamiske manøvrering må også sees i lys av viktige prosesser som sedimenttransport og sedimentasjon. Dette gjelder forøvrig i forhold til alle forslagsalternativene. Dersom vannføringsregimene ikke klarer å transportere ut uorganisk materiale i form av sand og fingrus vil dette hope seg opp og gi grunnlag for større vekst av karplanter som krypsiv og klovasshår som har røtter ned i sedimentet (også levermoseputer fylt med finsand). Denne situasjonen synes i dag å være tilfelle i elvas midtparti.

5. Anbefalinger i forhold til nytt manøvreringsreglement

På bakgrunn av konklusjoner trukket ut fra resultatene oppnådd med de ulike alternativer med manøvrering av Suldalslågen i perioden 1998-2003, er det noen viktige elementer som bør trekkes frem i forbindelse med utforming av nytt manøvreringsreglement:

- Både vannføringsforhold, temperaturforhold og vannkvalitet har i hele perioden 1998-2003 vært gunstige for vekst av både flerårig vegetasjon og grønnalger i Suldalslågen.
- Vårflommene (150 m³/s) slik de ble manøvrert, klarte ikke å renske opp mer enn ny tilvekst resten av vekstsesongen.
- Bare spyleflommene i 2001 og 2002 har hatt en målbar begrensende effekt på veksten i det flerårige mosesamfunnet i form av erosjon og dermed reduksjon i dekningsgrad.

- Både høy og lav vannføring i mai og juni medførte ingen stor forekomst av grønnalger. Høstflommen spyle effektivt ut grønnalger og reduserer muligheten for stor vinteroverlevelse og tidlig oppblomstring påfølgende vår.
- Lav vannføring i perioden mai - juli synes å kunne fremme tilvekst av terrestrisk vegetasjon på periodisk tørrlagt areal.

Av de to vannføringsregimene testet i perioden, synes Alt. II (perioden 2001-2002) å ivareta den viktigste funksjonen, dvs. en spyleflom om høsten. Dette for å tynne ut og renske opp i tilgrodde områder på permanent vanddekket areal i forhold til dagens minstevannføring. For å hindre og bremse en sakte men sikker tilgroing med terrestrisk vegetasjon av det nåværende periodisk tørrlagte areal i forhold til minstevannføring på 12 m³/s, bør det også vurderes å bruke vår forsommer-vannføringene fra Alt. I (perioden 1998-2000).

Dersom en tar hensyn til de nye reglementsforslag som fremkom høsten 2003 (kap. 4.5), kan også følgende momenter brukes ved utformingen av reglement med hensyn på å begrense begroing:

- **Størst mulig dynamikk ønskelig.**
- Vinterperioden: dynamisk reglement. Best uten begrensning i minstevannføring på 6 m³/s.
- Vår/ forsommer: starte med spyleflom for å renske opp i elveleiet og for om mulig ”snu og vende” på substratet. Deretter må vann-nivået tilpasses etter hvordan en ønsker breddene skal se ut (jmf. terrestrisk tilgroing ved for lavt vannlinjenivå i forhold til dagens minstevannføring og sommervannføring).
- Sommerperioden: Dette vil være den viktigste vekstperioden og det vil gro godt på alt vanddekt areal.
- Høstperioden: Spyleflom helt nødvendig før en går over til dynamisk reglement inn i vinterperioden.

6. Litteratur

Bogen, J., Bremnes, T., Bønsnes, T., Heggenes, J., Johansen, S.W. og Saltveit, S.J. 2002. Fiskehabitat i Suldalslågen. En studie av sedimentasjonsdynamikk, begroing, habitattilbud og habitatbruk hos fisk. Statusrapport for 1998-2000. - Suldalslågen Miljørapport nr. 14, 82 sider.

Johansen, S.W. 1995.

Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen. Mose og algebegroing. Flompåvirkning og gjengroing etter rensking. - LFS-rapport nr. 15, Høvik, 74 sider.

Johansen, S.W. 1997a.

Begroingsundersøkelser i Suldalslågen. Tidsutvikling, effekter av tiltak og utspyling av organisk materiale. - LFS-rapport nr. 37, 96 sider.

Johansen, S.W. 1997b.

Krypsiv i Suldalslågen 1997. Status for utbredelse og omfang før kalking. - NIVA-rapport O-97116, l.pnr.3757-97, 22 sider.

- Johansen, S.W. og Lindstrøm, E.-A. 2001.
Suldalslågen. Begroingsundersøkelser i forbindelse med nytt prøvereglement og kalkingsovervåkning i perioden 1998-2003. Årsrapport 2000. – IN: Suldalslågen Miljørapport nr. 10, Årsrapporter 2000-biologiske forhold, Statkraft SF.
- Johansen, S.W., Lindstrøm, E.-A. og Larsen, J. 2003.
Suldalslågen. Begroingsundersøkelser i forbindelse med nytt prøvereglement og kalkingsovervåkning i perioden 1998-2003. Årsrapport 2002. – IN: Suldalslågen Miljørapport nr. 24, Årsrapporter 2002-biologiske forhold, Statkraft SF.
- Johansen, S.W. og Rørslett, B. 1988.
Begroing og tilslamming i Suldalsvassdraget. Rapportet for virksomhet i 1987. NIVA-rapport E-87712, 6 sider.
- Lillehammer, A. 1964.
Bunn- og drivfaunaen, dens betydning som føde for yngel av laks og ørret i Suldalslågen og Storelva. - Hovedfagsoppgave i zoologi, Universitetet i Oslo, 75 sider.
- Lindstrøm, E.-A., Brettum, P., Johansen, S.W. & Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Tålegenser for forsuring – effekter av kalking. Norsk Institutt for vannforskning, NIVA, O-21252. Naturens tålegrenser rapp-nr. XX. (i trykk).
- Magnell, J.-P., Sandsbråten, K. og Kvambekk, Å.S. 2004. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget. Sluttrapport prøvereglement. - Suldalslågen-Miljørapport, 38, 100 s.
- Rørslett, B.; Johansen, S.W.; Blakar, I.A. 1989.
Biologiske effekter i Suldalsvassdraget fra Ulla-Førre utbyggingen. Problemidentifisering og tiltak. NIVA-rapport O-88050, (lprn.2235), 172 sider.
- Rørslett, B. og Skulberg, O.M. 1975.
Høyere vegetasjon og vassdragsregulering i Suldalslågen. - NIVA-rapport O-181/71, 16 sider.
- Skulberg, O.M. 1981.
Foreløpige observasjoner av begroingsforhold i Suldalslågen 1981. Ulla-Førre regulerings skjønn. – NIVA-rapport O-80114, 16 pp.
- Skulberg, O.M. 1986.
Ulla-Førre regulerings skjønn. Sakkyndig uttalelse om begroingsforhold og vannkvalitet i Suldalslågen. - NIVA-rapport O-80114, lprn.1852, 59 sider.
- Skulberg, O.M. 1987.
Suldalslågen 1986. NIVA, notat 2+8 sider.
- Stevenson, A.C., Juggins, S., Birks, H.J.B., Anderson, D.S., Battarbee, R.W., Berge, F., Davis, R.B., Flower, R.J., Haworth, E.Y., Jones, V.J., Kingston, J.C., Kreiser, A.M., Line, J.M., Munro, M.A.R. & Renberg, I., 1991.
The Surface Waters Acidification Project Paleolimnology Programme: Modern Diatom/Lake-Water Chemistry Data-Set. Ensis, London.

7. Vedlegg

7.1 Primærdata kalkingsovervåkning 2003

Vedlegg B1. Begroingsorganismer i Suldalslågen 23.-24. september 2003.

	KSU OV2	KSU OV6	KSU OV8	KSU OV10	KSU OV18	KSU TJØ	KSU STE	KSU MOS	KSU FOS
	2003 23.09	2003 23.09	2003 23.09	2003 23.09	2003 23.09	2003 23.09	2003 23.09	2003 23.09	2003 23.09
KSU OV2 = Suldalslågen, Stråpa									
KSU OV6 = Suldalslågen, Lindum									
KSU OV8 = Suldalslågen, Gadeland									
KSU OV10 = Suldalslågen, Kvæstad									
KSU OV18 = Suldalslågen, Tjelmane									
KSU TJØ = sidevassdrag til Suldalslågen, Tjøstheimsåna									
KSU STE = sidevassdrag til Suldalslågen, Steinsåna									
KSU MOS = sidevassdrag til Suldalslågen, Mosåna									
KSU FOS = sidevassdrag til Suldalslågen, Fossåna									
	FF- verdi								
Cyanobakterier (Cyanophyceae)									
Calothrix ramenskii	0,75						xx		
Calothrix spp.	0,5					x	x	x	x
Chamaesiphon rostafinskii (c.v.elongata)	0,75	xx	x			x			
Clastidium setigerum	0,75	x	xx	x	x			xx	
Coleodesmium sagarmathae	0,5		3	15	x	xxx	10	x	5
Cyanophanon mirabile	0,5	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	xxx
Dichothrix orsiniana	0,75							30	
Gloeocapsopsis magma		x							
Homoeothrix grenet (gulbrun hul skjede)		50	xx	7	xxx				
Homoeothrix varians	0,5					x			xxx
Nostoc spp.	1								x
Phormidium hetropolare	1							xx	
Phormidium spp.						xxx		x	1
Pseudoscytonema spp		x							
Schizothrix sp1 (1-2u.gulbrun skjede)			xx						
Schizothrix spp.		x		x		x		x	
Scytonema mirabile								x	
Scytonematopsis starmach		x							x
Stigonema mamillosum	0,25	30	15	20	70	2	1	1	5
Stigonema minutum	0,25	xx							1
Stigonema multipartitum								5	
Tolypothrix distorta	1								x
Uidentifiserte coccale blågrønnalger		xx				xx	xxx	xx	5
Uidentifiserte trichale blågrønnalger								xx	xxx
Antall taksa - Cyanobakterier	11	7	6	5	9	5	14	9	5
Grønnalger (Chlorophyceae)									
Binuclearia tectorum		x	x	xx	x				xx
Bulbochaete spp.	0,5	10	15	10	2	x	xxx	1	1
cf. Zygonium 20-27µ (sammen med Zygo sp3)	0,25	60	xxx	xx	xxx			xxx	x
Chaetophorales 3-5µ giftigrønn							3	1	xx
Chaetophorales ubestemt						xxx			10
Closterium spp.		x	x			x			
Cosmarium spp.				x	x	x			
Draparnaldia glomerata	0,75					xxx			2
Hormidium rivulare	0,25		x	x	x	x	10	x	1
Microspora amoena	1				x	x			
Microspora palustris		x	xx	x	x				x
Microspora palustris var minor									x
Microspora wittrocki			1	xx					
Mougeotia a (6-12u)		xx	x	x	x	x	xx	x	
Mougeotia a/b (10-18u)		xx		x		x			
Mougeotia spp.									x
Mougeotiopsis calospora									x
Oedogonium a (5-11u)		x	xx	x	x	x			x
Oedogonium a/b (19-21µ)	0,25	xx		x					
Oedogonium b (13-18u)	0,25				x				x
Oedogonium c (23-28u)	0,75		xx		x			x	x
Oedogonium d (29-32u)	1			xxx	xx	2			
Penium		x	x	xx	x				x
Spirogyra a (20-42u,1K,L)	0,75		x						
Teilingia granulata	0,75				x	x			
Uidentifiserte trådformede grønnalger						xx			
Zygnema b (22-25u)			1	xx	1	1			
Zygonium sp3 (16-20u)					x	x			
Antall taksa - Grønnalger	10	13	14	16	15	4	6	14	6

Tegnforklaring: Tallene angir prosentvis dekning på lokaliteten av makroskopisk synlige organismer. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig

Vedlegg B1 fortsetter. Begroingsorganismer i Suldalslågen 23.-24. september 2003.

	KSU OV2	KSU OV6	KSU OV8	KSU OV10	KSU OV18	KSU TJØ	KSU STE	KSU MOS	KSU FOS
KSU OV2 = Suldalslågen, Stråpa									
KSU OV6 = Suldalslågen, Lindum									
KSU OV8 = Suldalslågen, Gadeland									
KSU OV10 = Suldalslågen, Kvæstad									
KSU OV18 = Suldalslågen, Tjelmane									
KSU TJØ = sidevassdrag til Suldalslågen, Tjøstheimsåna									
KSU STE = sidevassdrag til Suldalslågen, Steinsåna	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003
KSU MOS = sidevassdrag til Suldalslågen, Mosåna	23.09	23.09	23.09	23.09	23.09	23.09	23.09	23.09	23.09
KSU FOS = sidevassdrag til Suldalslågen, Fossåna									

FF- verdi

Kiselalger (Bacillariophyceae)											
Gomphonema angustatum	0,25	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx
Tabellaria flocculosa		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Antall taksa - Kiselalger											
Rødalger (Rhodophyceae)											
Audouinella hermannii	0,5									5	
Batrachospermum spp.				1						10	
Lemanea spp.	0,75							5	5		
Antall taksa - Rødalger		0	0	1	0	0	0	1	3	0	
Nedbrytere (Saprophyta)											
Jern/mangan bakterier, aggregater								xx	xx		
Jern/mangan bakterier, trådformede		xx		x							
Sopp, hyfer uidentifiserte			x								
Vorticella spp.						x					
Antall taksa - Nedbrytere		1	1	1	0	1	0	1	1	0	

Tegnforklaring: Tallene angir prosentvis dekning på lokaliteten av makroskopisk synlige organismer. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig

Vedlegg B2. Prosentvis forekomst av kiselalger i Suldalslågen 23.-24. september 2003.

Kiselalger - latinsk navn	Rubin-kode	pH-opt.	KSU OV-2	KSU OV-6	KSU OV-8	KSU OV-10	KSU OV-18	KSU TJØ	KSU FOS	KSU STE	KSU MOS	KSU FOS
Achnanthes kriegeri	ACHN KRI	6,5	0,71	.	0,20	0,80	1,69	.	.	0,21	6,37	.
Achnanthes marginulata	ACHN MAR	5,2	.	0,45	0,20	0,40	.	.	.	.	0,21	.
Achnanthes minutissima	ACHN MIN	6,3	20,52	9,40	11,54	33,53	29,88	.	.	41,67	19,75	.
Achnantes scotica	ACHN SCO	5,6	.	.	.	0,40	.	.	.	.	.	.
Brachysira brebissoni	ANOM BRA	5,3	.	.	.	.	.	.	.	0,21	.	.
Brachysira styriaca	ANOM BRA	5,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Brachysira vitrea	ANOM VIT	5,9	9,67	4,70	5,87	1,40	1,69	2,58	.	14,38	0,85	.
Cyclotella kuetzingiana agg.	CYCL KUE	6,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cyclotella spp.	CYCLOTEZ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cymbella descripta	CYMB DES	6,4	0,24	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cymbella hebridica	CYMB HEB	5,1	.	0,22	0,40	.	.	.	.	0,42	.	.
Cymbella lunata	CYMB GRA	5,7	.	0,45	2,02	1,20	0,48	.	.	0,42	.	.
Cymbella microcephala	CYMB MIC	6,3	0,71	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cymbella minuta	CYMB VEN	6,1	1,18	0,89	0,20	0,40	0,24	.	.	1,25	0,42	.
Cymbella perpusilla	CYMB PER	5,2	.	0,22	.	0,40	.	.	.	.	.	.
Cymbella sileciaca	CYMB SIL	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cymbella spp.	CYMBELLZ	.	0,24	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Diatoma mesodon	DIAT MES	.	.	.	.	.	0,24	.	.	0,21	.	.
Eunotia curvata	EUNO LUN	5,5	1,65	1,57	7,69	8,78	1,69	0,26	2,69	.	3,18	2,69
Eunotia curvata v. subarcuata	EU CU;SU	5,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia denticulata	EUNO DEN	5,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia exigua	EUNO EXI	5,1	0,24	.	2,23	1,60	.	5,15	1,79	0,21	0,21	1,79
Eunotia exigua v.2	EUNO EX2	5,1	.	.	0,40	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia exgracilis	EUNO EXG	5,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia cf. glacialis	EUNO GLA	.	.	.	.	2,79	.	.	.	.	.	.
Eunotia iatriensis	EUNO IAT	5,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia incisa	EUNO INC	5,1	0,94	.	.	1,60	0,48	18,56	11,21	0,42	1,06	11,21
Eunotia meisteri	EUNO MEI	5,2	.	.	2,63	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia minutissima	EUNO MIN	5,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia muscicola v. tridentula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,21	.
Eunotia naegelii	EUNO NAE	5	3,30	12,75	15,38	8,98	0,96	0,52	.	0,83	.	.
Eunotia nyamanniana	EUNO NYA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia parallella	EUNO PAR	5,1	.	.	.	.	0,24	.	.	.	.	.
Eunotia paludosa	EUNO PAL	5,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia pectinalis	EUNO PEC	5,5	.	.	.	0,80	.	.	.	.	.	.
Eunotia pectinalis v. minor	EU PE;MI	5,4	.	.	.	.	.	0,77	.	.	.	.
Eunotia pectinalis v. minor f. impressa	EU PE;IM	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia praeurpta	EUNO PRA	5,4	.	.	.	.	.	0,26	.	.	0,42	.
Eunotia rhomboidea	EUNO RHO	5,1	.	.	1,21	0,80	0,96	1,80	.	3,54	2,34	.
Eunotia sp.13 (minutissima)	EUNO 13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia spp.	EUNOTIAZ	.	1,89	0,45	0,81	0,60	0,72	1,55	.	1,67	0,42	.
Eunotia tenella	EUNO TEN	5,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia vanheurckii	EUNO FAB	5,1	.	2,91	6,48	2,00	2,89	.	.	5,42	0,42	.
Fragilaria capucina v. gracilis cf.	SY RU;FA	6,2	0,71	.	.	.	.	.	.	15,21	.	.
Fragilaria capucina v. perminuta	som rumpens?	6,4	0,71	3,80	5,06	.	16,39	.	.	.	9,34	.
Fragilaria capucina	FRAG CAP	6,2	.	.	.	.	4,82	.	.	.	5,52	.
Fragilaria capucina var. rumpens	FR CA;RU	6,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragilria nanana	FRAG NAA	6,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Frustulia rhomboides v. r.	FR RH;SA	5,2	0,71	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Frustulia rhomboides v. saxonica	FRUS RHO	5,1	0,47	1,79	1,21	0,40	0,96	.	1,12	0,83	0,42	1,12
Frustulia rhomboides v. viridula	FRUS RHO	5,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gomphonema gracile	GOMP GRA	5,8	.	0,45	1,42	1,00	12,53	.	.	.	.	.
Gomphonema parvulum v. parvulum	GOMP PAR	6,2	.	.	.	.	0,96	.	.	0,42	0,21	.
Gomphonema spp.	GOMPHONZ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Navicula angusta	NAVI ANG	5,6	.	0,22	.	1,20	0,24	.	.	.	.	.
Navicula bremensis	NAVI BRE	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Navicula bryophila v. bryophila	NAVI BRY	5,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Navicula hoefleri	NAVI SUT	5,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Navicula leptostriata	NAVI KRA	5,3	.	.	.	.	.	.	0,45	.	.	0,45
Peronia fibula	PERO FIB	5,3	9,91	8,50	13,77	8,18	0,96	.	.	.	0,85	.
Pinnularia abaujensis v. linearis	PI AB;LI	5,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinnularia biceps var. biceps	PINN INT	5,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinnularia microstauron	PINN MIC	5,4	0,24	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinnularia rupestris	PINN RUP	4,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinnularia spp.	PINNULAZ	.	.	.	.	0,40	.	.	.	.	0,42	.
Stenopterobia sigmatella	STEN INT	5,3	.	.	.	.	.	.	.	0,42	.	.
Surirella spp.	SURIRELZ	.	0,24	.	0,20	0,80	.	.	.	.	.	.
Tabellaria flocculosa v flocc	TABE FLO	5,4	45,91	46,76	17,61	20,76	20,48	68,56	82,74	11,88	46,28	82,74
Tabellaria flocculosa agg.	TABE FLA	6,1	.	2,46	1,82	.	.	.	.	.	0,42	.
Tabellaria quadriseptata	TABE QUA	4,9	.	1,34	0,40	.	.	.	.	.	.	.
Unknown	Unknown	.	0,47	0,67	1,21	0,80	0,48	.	.	0,42	0,64	.
Totalt			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100