

RAPPORT LNR 4188-2000

**Tiltak mot krypsiv i  
Nulandsvika i Selura,  
Flekkefjord**

Effekter av utlegging av  
skjellsand i 1997

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

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

Tittel Tiltak mot krypsiv i Nulandsvika i Selura, Flekkefjord. Effekter av utlegging av skjellsand i 1997	Løpenr. (for bestilling) 4188-2000	Dato 20.januar 2000
	Prosjektnr. Undernr. O-97242	Sider Pris 14
Forfatter(e) Tor Erik Brandrud	Fagområde kalking	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Vest-Agder, miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse Randi Semb
--	---------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Nulandsvika hadde som resten av Selura en kraftig tilgroing med krypsiv de første årene etter kalking (omkring 1990).</p> <p>Krypsivtilgroingen og en tilhørende betydelig akkumulering av bløtt mudder i Nulandsvika ut over på 1990-tallet medførte en sikkerhetsrisiko slik at badestranda ved campingplassen ble uegnet for bading.</p> <p>For å bøte på dette ble det i 1997 lagt ut to båtluss med skjellsand (1830 m<sup>3</sup>).</p> <p>Ut i fra vegetasjonsforhold og brukerinteresser er tiltaket så langt vurdert som vellykket.</p> <p>Skjellsanden danner et kompakt lag som (i) er egnet til å legge ut på løst mudder, (ii) vanskeliggjør re-etablering av krypsiv, (iii) gjør området igjen egnet for bading, og (iv) nøytraliserer surt vann i Nulandsvika.</p> <p>Det er imidlertid for tidlig å vurdere om det kan skje en re-etablering av krypsiv på lengre sikt.</p> <p>Det er ikke behov for ytterligere skjellsandutlegging som et avbøtende tiltak mot problemvekst av krypsiv.</p> <p>Tilliggende områder har også tidligere hatt mye planter og mudder.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selura</li> <li>2. Krypsiv</li> <li>3. Kalking</li> <li>4. Tiltak</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selura</li> <li>2. Juncus supinus</li> <li>3. Liming</li> <li>4. remedial actions</li> </ol>
---	---

Tor Erik Brandrud    Anne Lysche Solheim    Nils Roar Sæthun

Prosjektleder  
Tor Erik Brandrud

Forskningsleder  
Anne Lysche Solheim

Forskningsjef  
Nils Roar Sæthun

**Tiltak mot krypsiv i Nulandsvika i Selura,  
Flekkefjord.**

Effekter av utlegging av skjellsand i 1997

## Forord

Det foreliggende prosjektet er utført på oppdrag av miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder, som også har finansiert prosjektet. Kontaktperson hos Fylkesmannen har vært førstekonsulent Randi Semb som takkes for diverse informasjon. Videre takkes Tom Erik Nuland, Egenes camping for informasjon om utleggingen av skjellsand, samt om forholdene i vika, og biolog Ragnvald Andersen takkes for opplysninger om vegetasjonsforhold i Selura.

Feltarbeidet i tilknytning til prosjektet er utført av Stein W. Johansen samt undertegnede. Et tidligere feltarbeid i Nulandsvika i 1992 (i tilknytning til andre prosjekter) ble utført av Marit Mjelde og undertegnede.

Oslo, 1. juni 1999

*Tor Erik Brandrud*

---

## **Innhold**

<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>7</b>
<b>3. Vegetasjonsbeskrivelse</b>	<b>8</b>
<b>4. Tilgroingen med krypsiv i Selura</b>	<b>10</b>
4.1. Tidsutviklingen i Selura og Nulandsvika	10
4.2. Årsaker til krypsivtilgroing og tilmudring	11
<b>5. Situasjonen etter utleggingen av skjellsand i 1997</b>	<b>12</b>
<b>6. Vurdering av tiltaket</b>	<b>13</b>
<b>7. Behov for ytterligere tiltak og faglig oppfølging</b>	<b>13</b>
<b>8. Litteratur</b>	<b>14</b>

---

## Sammendrag

Nulandsvika hadde som resten av Selura en kraftig tilgroing med krypsiv de første årene etter kalking (omkring 1990).

Krypsivtilgroingen og en tilhørende betydelig akkumulering av bløtt mudder i Nulandsvika ut over på 1990-tallet medførte en sikkerhetsrisiko slik at badestranda ved campingplassen ble uegnet for bading.

For å bøte på dette ble det i 1997 lagt ut to båtlass med skjellsand (1830 m<sup>3</sup>).

Ut i fra vegetasjonsforhold og brukerinteresser er tiltaket så langt vurdert som vellykket.

Skjellsanden danner et kompakt lag som (i) er egnet til å legge ut på løst mudder, (ii) vanskeliggjør re-etablering av krypsiv, (iii) gjør området igjen egnet for bading, og (iv) nøytraliserer surt vann i Nulandsvika.

Det er imidlertid for tidlig å vurdere om det kan skje en re-etablering av krypsiv på lengre sikt.

Det er ikke behov for ytterligere skjellsandutlegging som et avbøtende tiltak mot problemvekst av krypsiv. Tilliggende områder har også tidligere hatt mye planter og mudder.

# 1. Innledning

Krypsiv er en vannplante som omkring 1990 forårsaket massiv tilgroing i mange kalkede innsjøer på Sørvestlandet (Brandrud 1995, 1996a,b, Roelofs et al. 1994, 1996). Denne utviklingen skapte mange steder problemer for bruk av innsjøene. Tilgroingen er vurdert å være en kombinasjonseffekt av kraftig kalking og ekstremt klima med mye nedbør og kraftig reforsuring (jfr. Brandrud 1996, Roelofs et al. 1996).

Etter endel år med langt mindre reforsuring enn omkring 1990, er krypsivveksten igjen sterkt redusert, og mye av krypsivsåtene er nedvisnet og forsvunnet. Problemveksten i disse innsjøene kan derfor de fleste steder betraktes som et forbigående stadium, og det er antatt at sjansene for en ny, kraftig vekstøkning er liten i de innsjøene som har vært kalket lenge.

Nulandsvika i Selura ved Flekkefjord ser ut til å være en av de få lokalitetene som har hatt vedvarende brukerproblemer med krypsivtilgroing etter kalking. Nulandsvika fikk en særdeles kraftig tilgroing omkring 1989-91, bl.a. pga. at området er langgrunt og beskyttet. Disse forholdene har også gjort at de store bestandene med overflatematter har "holdt stand" til tross for dårlig vekst i den siste halvdel av 1990-tallet.

## **Fakta om problemlantene krypsiv**

*Krypsiv (Juncus supinus = J. bulbosus) er en flerårig, opp til 3 meter lang, grasaktig vannplante, med hovedutbredelse i kyststrøk. Ved siden av vasspest (Elodea canadensis), må arten betraktes som den viktigste problemlantene i norske vassdrag. I motsetning til vasspest er imidlertid krypsivet en nøysom, lite næringskrevende og meget vidt utbredt art.*

*Under spesielle omstendigheter kan "aggressive" vekstformer utvikles, med hurtigvoksende, rikt forgreinte skuddkjeder som i løpet av få år kan fylle hele vannvolumet og utvikle tette, sammenflettede overflatematter i gruntområder med dybde 0.5-2.5 m. I slike bestander blir sedimentet gradvis bløtere, mer organisk og dy-aktig, gjerne med oksygenmangel. Tilgroingen representerer et kortvarig eller langvarig stadium, selvom overflatemattene som regel går tilbake.*

*Planten har en bemerkelsesverdig evne til å slå seg opp i vassdrag som er påvirket av menneskelig aktivitet, enten denne kommer i form av reguleringsinngrep, forsuring eller kalking. Det er f.eks. dokumentert betydelig og sjenerende tilgroing av krypsiv på regulerte, stilleflytende elvestrekninger, særlig på Sørlandet.*

*Tilgroingen med krypsiv skaper problemer for bading, båttrafikk og utøvelse av fiske. Det er ikke påvist negative effekter på fiskebestanden, men stedvis vil imidlertid gyteområder kunne gro igjen og nedslammes.*

*Tilgroingen er uheldig økologisk fordi den fører til mer ensartede bunnforhold, og synes i visse sammenhenger å være irreversibel. De opprinnelige, internasjonalt sett sårbare biosamfunnene i våre oligotrofe innsjøer går tilbake og kan forsvinne ved kraftig krypsivframvekst, og det er fare for en utarming av flora og fauna.*

Karakteristisk for de massive og storvokste krypsivbestandene er at de akkumulerer mye løst organisk materiale, både dødt plantemateriale og mudder. I Nulandsvika har denne akkumuleringen vært særlig kraftig med anslagsvis opp til 40 cm mudderlag akkumulert i løpet av en tiårsperiode. Dette mudderet gir et *kvikksandaktig substrat* som suger seg fast hvis man forsøker å vade i det.

Akkumulering av organisk materiale har ført til en *sikkerhetsrisiko* ved bading, og ført til at badeplassen på vestsiden av campingplassen gradvis har blitt ubrukelig. For å bøte på denne uheldige, kalkingsinduserte utviklingen, er ulike tiltak blitt vurdert. Blant de mest aktuelle ble vurdert en slamsuging, men denne løsningen ble forkastet fordi det var snakk om svært store mengder mudder og plantemasse. Disse var lite ønskelig å deponere ut på dypere områder. Det viste seg også å være meget vanskelig å finne et landdeponi for disse massene (Randi Semb, pers. medd.). Tilslutt ble slamfjerning forkastet, og man valgte istedet å forsøke en utlegging av skjellsand.

Det ble brukt to båtlass med skjellsand, omtrent tilsvarende 200 billass (1830 m<sup>3</sup>; Tom Erik Nuland, pers. medd.). Skjellsanda ble utlagt med gravemaskin. Det første båtlasset ble lagt oppå krypsivbestandene. Dette førte til opptyting av mudder/plantemateriale og ujevn pålegging. For å bøte på dette ble det lagt på et forholdsvis tykt lag. Det er også anlagt tre små kulper her. Før det andre lasset ble lagt på (nord for det første), ble krypsivmudderet først skavet av og ført utover. Deretter ble det lagt på et ca. 1 m tykt lag med skjellsand. Tilslutt ble det øverste laget av skjellsand skavet av og pålagt videre utover. I dette området (lengst nord på den grunne plattformen) er det lagt på skjellsand helt ut til 1,5 meters dybde, dvs. helt ut til kanten av "marbakken".

Målsetningen med dette prosjektet har vært å dokumentere tilstanden i Nulandsvika etter gjennomføringen av tiltaket med skjellsandutlegging, spesielt med hensyn på mulige straks-effekter på krypsivveksten, samt å dokumentere tilstanden i området i underkant av ett år etter at tiltaket ble gjennomført.

## 2. Materiale og metoder

Skjellsand ble lagt ut i Nulandsvika i slutten av juli 1997. Vegetasjonsundersøkelser med undervannsfotografering ble foretatt 11. august 1997, og det er også foretatt en begrenset registrering 2. juni 1998. Undersøkelsene er foretatt i den østre delen av Nulandsvika, fra Egenes sør til Nuland. Før tiltaket er det foretatt årlige observasjoner og innhenting av krypsivprøver f.o.m. våren 1992. Høsten 1992 ble det foretatt en nøyaktig registrering.

På den undersøkte lokaliteten er det foretatt registrering av artsdiversitet og dominansforhold hos makrovegetasjonen (karplanter og vannmoser) etter en semikvantitativ skala. Videre er det samlet inn populasjonsprøver av krypsiv. Måling av lengden av årsskudd på krypsiv er basert på de 10 lengste årsskuddene. Lokalitetene er undersøkt ved vading og med bruk av vannkikkert og kasterive. Navnsettingen følger Lid & Lid (1994).

For å registrere i detalj utviklingen av tilliggende krypsivbestander etter kalking er det foretatt undervannsfotografering (11.08.1997). Det er benyttet NIKONOS V kamerahus med 15 mm NIKKOR UW objektiv og IKLITE 205 undervannsblikt. Utstyret er påmontert en ramme som gir bildeareal 30x40 cm (0.12 m<sup>2</sup>). Det er fotografert 38 bilder randomisert i gruntområdet innenfor 50 m fra skjellsanden.



### 3. Vegetasjonsbeskrivelse

Vegetasjonsbeskrivelsen dekker den østlige delen av Nulandsvika, dvs. fra Egenes camping og sør til Nuland.

Nulandsvika er preget av en tett vegetasjon av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*). Plantene danner kompakte såter som når opp i vannflaten og danner overflatematter i gruntområdene nesten fra land og ut til 1,5-2 meters dybde. Planten dominerer også i dybdesonen 2-3(-4) m, men her med mer lavvokste såter. Overflatemattene har i undersøkelsesperioden dekket 60-70% av grunntarealet i nordøst (ved badeplassen). Krypsiv er en probleplante i mange områder, og planten og dens problemvekst er nærmere omtalt i kap. 1.

Imellom krypsivsåtene er det enger med kortskuddsvegetasjon av botnegras (*Lobelia dortmanna*), tjønngras (*Littorella uniflora*) og stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*). Stivt brasmegras overtar ofte i "marbakken" utenfor krypsivsåtene i dybdesonen 2,5-4 m. Botnegraset trives gjerne i grunnere områder, men er observert helt ut til 3 meters dybde.

Ved utløpet av Nulandsbekken er det noe gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), og innerst et smalt "siv"belte med flaskestarr (*Carex rostrata*), elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) og takrør (*Phragmites australis*). Vest for dette er det en bukt med et tett takrørbelte. Takrørbestandene har økt noe i omfang det siste tiåret. Strandområdene innerst her har trolig vært mer åpne og beitede tidligere.

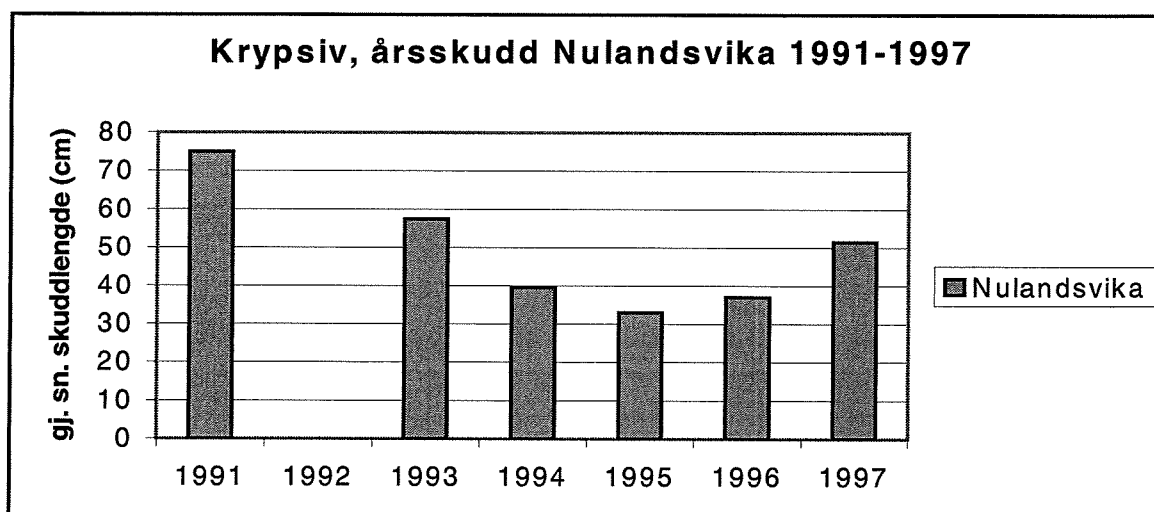
Ved utløpet av bekken er det også et større parti med horntorvmose (*Sphagnum auriculatum*)-matter som går fra strandnivå og ut til ca. 2 m. Her er det også en meget kraftig akkumulering av bløtt, organisk materiale (opp til 2 meters mektighet). Her ble det i 1992 foretatt målinger av sediment-porevann, og det ble registrert meget høye verdier av karbondioksid og ammonium, noe som gir grunnlag for meget kraftig vekst av både horntorvmose og krypsiv. De store torvmose-forekomstene har imidlertid fått redusert vitalitet de seineste årene, trolig først og fremst pga. redusert tilgang på karbondioksid (pga. vedvarende kalking og lite reforsuring i perioden).

I de seinere årene er det også dukket opp flere forsuringfølsomme arter i Nulandsvika, både tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) og storblærerot (*Utricularia vulgaris*). Disse er trolig naturlig hjemmehørende i bukta, men forsvant under forsuringen på 1970-80-tallet, og er nå re-etablert pga. kalkingen og forbedret vannkvalitet.

Vegetasjonsforholdene har store likhetstrekk med de andre undersøkte buktene i Selura, og arts mangfoldet er også av samme størrelsesorden (Tabell 1). Tilsammen har Selura en høy artsdiversitet av vannplanter (16 karplanter), sammenliknet med andre, ione- og næringsfattige, forsurede "bløtvannsinnsjøer" på Sør- og Vestlandet.

**Tabell 1.** Vannplanter registrert i Selura 1992-97. Mengdeangivelse referer til 1997 (i parentes mengde i 1992). (Etter Brandrud & Johansen 1999). Mengde angitt etter følgende skala: 1: sjelden; 2: spredt; 3: vanlig; 4: lokalt dominerende; 5: dominerer store deler av lokaliteten. Dominerende arter indikert i fet stil. \*Forsuringsfølsomme arter.

	Nulands vika	Eidsv. indre	Eidsv. ytre	Svinev. søndre	Svinev. nordre	Store drange	Lille drange
<b>KORTSKUDDSPLANTER:</b>							
buntsivaks <i>Eleocharis multicaulis</i> *	2	-	-	-	-	(2)	(-)
mykt brasmegras <i>Isoetes echinospora</i>	3(2)	3(2)	-	1	2	(2)	(3)
<b>stivt brasmegras <i>Isoetes lacustris</i></b>	<b>4</b>	<b>4(3)</b>	2	2	3(2)	(2)	(4)
tjønngras <i>Littorella uniflora</i>	3	2(1)	3(2)	1	3	(3)	(4)
botnegras <i>Lobelia dortmanna</i>	4	3 (2)	4(3)	3(2)	3	(3)	(3)
evjesoleie <i>Ranunculus reptans</i>	-	-	2	-	-	(-)	(-)
<b>LANGSKUDDSPLANTER:</b>							
hesterumpe <i>Hippuris vulgaris</i> *	-	-	-	-	-	(-)	(2)
<b>krypsiv <i>Juncus supinus = bulbosus</i></b>	<b>4(5)</b>	2(4)	<b>4(5)</b>	<b>4(5)</b>	2(3)	(3)	(4)
tusenblad <i>Myriophyllum alterniflorum</i> *	2(-)	3(2)	2(-)	-	2(-)	(-)	(-)
gyttjeblererot <i>Utricularia intermedia</i>	-	-	-	-	-	(2)	(-)
småblærerot <i>Utricularia minor</i>	-2)	-	-	2	-	(-)	(-)
storblærerot <i>Utricularia vulgaris</i> *	2(-)	1(-)	-	1(-)	1(-)	(-)	(2)
<b>FLYTEBLADSPLANTER:</b>							
hvit nøkkerose <i>Nymphaea alba</i>	-	-	2	1	-	(-)	(-)
gul nøkkerose <i>Nuphar lutea</i>	2	2	2	-	-	(3)	(5)
kysttjønna <i>Potamogeton polygonif.</i> *	-	-	1(-)	-	-	(-)	(2)
flótgras <i>Sparganium angustifolium</i>	-	2(1)	1	-	-	(2)	(2)
<b>VANNMOSER:</b>							
vranklo <i>Drepanocladus exannulatus</i> *	-	2(1)	-	-	-	(-)	(-)
horntormose <i>Sphagnum auriculatum</i>	3(4)	1(4)	-	-	-	(2)	(5)
Sum vannplanter/karplanter (tot. 18/16)	11/10	11/9	10	8	7	10/9	11/10



**Figur 1.** Nulandsvika. Lengden av årsskudd av krypsiv i perioden 1991-1997. Basert på gjennomsnitt av de 10 lengste innsamlete årsskuddene.

## 4. Tilgroingen med krypsiv i Selura

### 4.1. Tidsutviklingen i Selura og Nulandsvika

Omkring 1990 skjedde det en *meget kraftig framvekst og tilgroing av krypsiv* i Selura, og spesielt var denne framveksten markert og arealdekkende i Nulandsvika. Ifølge lokalkjente ble tilgroingen i Selura først lagt merke til i 1988 (Ragnvald Andersen, pers. medd.), og fra 1989-1990 dannet planten kraftige såter med overflatematter mange steder. De første undersøkelsene våre av krypsivtilgroingen i 1992, indikerte at plantesåtene var unge, ca. 3-5 år (jfr. Hindar m. fl. 1992), noe som understøtter de lokale observasjonene om en framvekst helt på slutten av 1980-tallet.

Før 1988 var innsjøen ifølge Ragnvald Andersen (som har jevnlig benyttet innsjøen i undervisnings-sammenheng) dominert av kortskuddsvegetasjon av botnegras og brasmegras. Krypsivet hadde tidligere hatt en nokså beskjeden opptreden i Selura, men koloniserte pr. 1992 tilnærmet hele dybdesonen 0,5-4 m med tette, høyvokste bestander.

På grunnlag av observasjoner i Nulandsvika i 1992, er det god grunn til å anta at også denne bukta hadde helt dominans av botnegras-tjønngress-stivt brasmegras vegetasjon *før* tilgroingen med krypsiv. Det ble observert intakt kortskuddsvegetasjon både innenfor, innimellom og utenfor krypsivsåtene, og det ble også observert intakte planter av botnegras og brasmegras under krypsivsåtene når disse ble dradd opp.

Etter 1992 har arealdekkingen av krypsiv forandret seg lite i Nulandsvika. Grunnere enn ca. 1,5-2 m når krypsivsåtene opp til overflaten, hvor de danner sammenfiltrede, frodige overflatematter. Overflatemattene har i hele perioden dekket 60-70% av gruntarealene grunnere enn 2 m, – vel og merke ved lav sommervannstand. En heving av vannstanden på 20-30 cm fører til at disse mattene kommer under overflaten. I juni 1998 var arealet av overflatemattene redusert, noe som ihvertfall delvis skyldes høyere vannstand. Men det kan også hende at dette representerer ”begynnelsen på slutten” for overflatebestandene i Nulandsvika. Det har skjedd en viss fortetning av krypsiv imellom de store såtene, men fortsatt er det endel ”hull” med intakt kortskuddsvegetasjon.

Selvom arealdekkingen ikke er endret, har det skjedd en markert *reduksjon i vitaliteten* av krypsivet fra 1993-94. Særlig i 1995-96 var veksten meget dårlig, og det meste av plantemassen i krypsivsåtene så ut til å være inaktivt og i ferd med å visne ned. Imidlertid har overflatemattene hele tiden greid å opprettholde en frodig vekst med 5-10 cm lange, grønne, tett sammenfiltrede overvannskudd. Disse friske overflatemattene har stort sett greid å holde såtene med visne undervannskudd på plass, slik at plantemassen ikke har blitt ført bort fra de store grunnene av bølger eller isgang. Dette døde plantematerialet, kombinert med en betydelig mudderakkumulering har ført til *økt dannelse av et bløtt, nærmest kvikksandaktig substrat*. Basert på observasjoner fra områder som tidligere hadde fast bunn, antas denne akkumuleringen å være ca. 20-40 cm.

I 1997 ble det registrert en svak økning i kortskuddsvegetasjon av botnegras, tjønngress og stivt brasmegras, som ser ut til å overvokse de visne krypsivplantene imellom såtene.

Det har vært tatt prøver av årsskudd av krypsiv i Nulandsvika i hele undersøkelsesperioden. Årsveksten av krypsiv var kraftig i 1991 (basert på prøver våren 1992), og dette var det siste ledd i en serie på 3-4 år med sannsynligvis meget langvokste og kraftige årsskudd, som gav opphav til de massive bestandene i Nulandsvika. Siden har veksten stagnert betydelig, med få, og småvokste årsskudd f.o.m. 1994 (fig. 1). Årsveksten av krypsiv viser nøyaktig samme mønster her som i Eidsvika/Svinevika (jfr. Brandrud & Johansen 1999).

Nulandsvika ser i grove trekk ut til å ha hatt den samme vegetasjonsutvikling som andre deler av Selura i undersøkelsesperioden. Det har skjedd en tilbakegang av forsurningsbegunstigete arter, og en framvekst av forsurningsfølsomme arter. Men forandringene er ikke så markerte i Nulandsvika som f.eks. i Eidsvika og Svinevika (Brandrud & Johansen 1999). At overflatemattene av krypsiv har greid seg bedre i Nulandsvika skyldes trolig topografiske forhold, med brede grunner som ligger mer beskyttet for bølger og isgang. At undervannsbestandene av torvmose har greid seg bedre i Nulandsvika kan tyde på bedre tilgang på karbondioksid pga. nærhet til bekk.

## 4.2. Årsaker til krypsivtilgroing og tilmudring

### Effekter av kalking og klima

Kraftig og problematisk tilgroing med krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) ble observert i Selura såvel som i en rekke andre innsjøer omkring 1990 i (Kvinesdal-)Flekkefjord-Egersund området (jfr. Roelofs m.fl. 1994, Brandrud 1995, 1996a,b). Kraftig tilgroing opptrådte bare i kraftig kalkede innsjøer, og krypsivbestandene som skjøt opp var yngre enn tidsrommet innsjøene hadde vært kalket. Med andre ord, *alt tyder på at kalkingen hadde forårsaket denne tilveksten*, riktignok sannsynligvis godt hjulpet av et ekstremt klima de første årene på 1990-tallet med mye nedbør og høy grad av refsurning (Brandrud 1995, 1996a,b).

Tilgroing av krypsiv i innsjøer ser primært ut til å skyldes en økning/overmetting av CO<sub>2</sub> som vanligvis er begrensende vekstfaktor for denne vannplanten (Roelofs m. fl. 1994, 1996). Kalkingen representerer en betydelig tilførsel av uorganisk karbon som ved pH<6.0 fører til dannelse av CO<sub>2</sub>. Vekstforsøk indikerer at *refsurning* av innsjøene mellom kalkingene må til for aggressiv/problematisk vekst av krypsiv. Mye tilsig av surt vann fører i møtet med en ny kalkdose til økt produksjon av CO<sub>2</sub>, jfr. effekten av å dryppe saltsyre på kalkstein. Pga. ekstremt klima med mye nedbør var refsuringen særlig høy i årene omkring 1990.

Vekstsesongene 1993-97 har derimot vært preget av lite nedbør. Det er i samme periode målt stabil, høy pH i de kalkede innsjøene i området og meget lave CO<sub>2</sub>-verdier (jfr. Lucassen et al. 1996). Disse forholdene førte til generelt dårlige vekstforhold for krypsiv i området i perioden, noe som visuelt kunne observeres ved en markert tilbakegang av overflate-matter av krypsiv i de kalkede innsjøene med problemvekst i hele Flekkefjord-Sokndals området.

Årskuddene av krypsiv i Selura ble samlet i (slutten av) august. God vekst ble bare registrert i 1991. Årene f.o.m. 1993 som hadde dårlig krypsivvekst hadde meget lav nedbør i vekstsesongen (mai-august: 340-425 mm, i snitt ca. 100 mm pr. måned, jfr. Brandrud & Johansen 1999). I perioden har også innsjøen vært årlig kalket, og pH og alkalinitet har dermed gradvis stabilisert seg på et høyt nivå, med gradvis mindre og mindre CO<sub>2</sub> tilgjengelig. Også andre CO<sub>2</sub>-planter som horntorvmose (*Sphagnum auriculatum*) har gått tilbake siden 1992.

En stabil, høy pH og alkalinitet er sannsynligvis også hovedforklaringen på den markerte framveksten av enkelte forsurningsfølsomme arter, særlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) i perioden. Trolig vil dette mønsteret; framvekst av tusenblad, og tilbakegang av krypsiv og torvmose, etterhvert gå igjen i mange av de kalkede innsjøene i området.

Undersøkelsene i Selura er en av meget få, veldokumenterte tidsserier m.h.p. vegetasjonsutvikling etter kalking i innsjøer. Tidsserien indikerer en gradvis måloppnåelse; en re-etablering av en antatt opprinnelig flora med forsurningsfølsomme arter, og en tilbakegang av CO<sub>2</sub>-planter som krypsiv som skapte problemer under den første fasen av kalking.

**Effekter av lav sommervannstand**

Selura er noe regulert, og sommer-vannstanden har vært holdt lav i hele undersøkelsesperioden. Dette sammen med de varme somrene i perioden betyr at vannplantene har hatt gode vekstvilkår m.h.p. lys og temperatur. Dette kan være én av årsakene (sammen med kalkingen og påfølgende god vannkvalitet) til at endel vannplanter har gått noe fram i perioden.

Den lave vannstanden har nok også gitt overflatemattene av krypsiv i Nulandsvika ekstra gode muligheter for å overleve. Overflatemattene har imidlertid ikke greid seg i andre deler av Selura. Bortfallet av disse skyldes trolig en kombinasjon av dårlig vitalitet, innfrysing og isgang vinteren 1993-94. Situasjonen i Nulandsvika skiller seg fra resten av Selura ved at krypsivet her står på brede, langrunne banker der bølger og is får mindre tak enn i andre krypsivområder.

## 5. Situasjonen etter utleggingen av skjellsand i 1997

Området ble undersøkt 2 uker etter utleggingen av skjellsanden (11.08.1997), samt forsommeren året etter (02.06.1998). Pr. juni 1998 var skjellsandområdet fortsatt fast og fint å vade over. Det var fortsatt en ganske skarp grense mellom skjellsanden og krypsivbankene utenfor. Men man trår igjennom og ned i kvikksandaktig bløtt substrat allerede litt innenfor kanten av skjellsandområdet.

Den eneste, men til gjengjeld svært tydelige straks-effekten av skjellsandutleggingen, var framveksten av tykke, grågrønne algefiltmatter overalt på skjellsanden pr. juni 1998. Endel algefilt ble observert på bunnen også ute i krypsivområdene omkring. I august 1997 ble det ikke observert algefiltlag, og det var tydelig at filten var utviklet i løpet av vinterhalvåret. Fenomenet antas å kunne være forårsaket av surt vann som kommer inn over skjellsandområdet og som fører til kraftig utvikling av karbondioksid. I august 1997 ble det forøvrig observert store, irrgønne algeskyer fra grunna og langt ut i "marbakken" (ned til 4-5 m).

Krypsivbestandene virket noe nedslitt i en smal 1-2 meters sone langs skjellsanden, utenfor dette var bestandene intakte rett etter utlegging. Det var også rester av krypsivbestander i enkelte kulper i skjellsandområdet. I juni 1998 var disse fortsatt relativt vitale, med grønne rosettblader og små årsskudd. I 1998 ble det observert endel drivmateriale av krypsiv inne på skjellsanden, men det ser ikke ut til at disse plantene greier å etablere seg. I 1998 ble det forøvrig observert enkelte nyetablerte planter av tjønngras (*Littorella uniflora*) såvidt inne på skjellsandområdet.

Krypsivbestandene ellers i Nulandsvika virket lite påvirket av skjellsandutleggingen. Overflatemattene var i august 1997 like grønnfriske og vitale som tidligere, mens undervannsbestandene var lite vitale. Det ble observert endel friske undervannsskudd fra sidene av sätene, og disse årsskuddene hadde bedre vitalitet enn foregående år (fig. 1). Disse skuddene hadde imidlertid neppe rukket å bli påvirket av utleggingen. I juni 1998 var situasjonen lite endret, med vitale overflateskudd, og gjennomgående lite vitale undervannsskudd, og bare få årsskudd (ennå ikke utvokste).

## 6. Vurdering av tiltaket

Tiltaket må så langt vurderes som vellykket, og representerer sannsynligvis en enklere og bedre løsning enn å fjerne de store mengdene med slam som er akkumulert i bukta.

Skjellsanden danner et kompakt lag med endel gunstige egenskaper:

1. Egnet for å legge ut og spre over det løse mudderet.
2. Synes å vanskeliggjøre re-etablering av krypsiv eller annen vegetasjon (bortsett fra algefiltmatter).
3. Gjør området igjen mulig å bruke som badeplass.
4. Nøytraliserer surt vann i Nulandsvika.

Det første båtlasset med skjellsand ble lagt ut i et ganske tykt lag på grunna (ca 10(-15) m bred sone innerst i vika i sørøst). Det andre lasset ble gradvis skjøvet utover i et tynt lag (men tykt nok til å bære gravemaskinen). Dette tynne, men kompakte laget har vist seg å være tykt nok til å hindre gjennomvoksning, og det er mulig at man skulle kunne skyve endel av massen fra det første lasset noe lengre utover i den sørligste delen av badeplassen.

Grensen mellom skjellsand og "kvikksand" bør markeres tydelig med gjerdestaur e.l., samt skilting.

Det er ennå for tidlig å vurdere hvilken grad og med eventuelt hvilken hastighet krypsivet greier å re-etablere seg i skjellsandområdet. Sannsynligvis vil denne eventuelle re-etableringen skje ved innvoksning og mudderpåleiring fra kantene, og vil gå sakte. Samtidig vil denne lett kunne motvirkes av badeaktivitet (slitasje) og sporadisk opprenskning.

Det er ennå mer usikkert hvilken påvirkning skjellsandutleggingen vil ha på de tilliggende krypsivområdene. Sannsynligvis er disse på tilbakegang pga. en lite egnet, stabilt lite sur vannkvalitet, og skjellsanden vil kunne påvirke i samme retning. I alle fall er det ikke registrert en eksplosiv vekst rett etter utlegging, selvom det i denne perioden trolig kan ha vært produsert endel karbondioksid i møtet mellom skjellsand og surt vann. I perioder med kraftig reforsuring kan kontaktsonen mot skjellsanden virke som en blandsone med høy karbondioksid produksjon og dermed eventuell kraftig krypsivvekst.

## 7. Behov for ytterligere tiltak og faglig oppfølging

Det er et ønske lokalt om utlegging av mer skjellsand. Dette vil kunne utbedre og utvide badeplassen til campingplassen, og er således attraktivt brukermessig. Vi kan imidlertid ikke se at det er behov for dette som et avbøtende tiltak i forhold til problemveksten av krypsiv.

Skjellsanden er lagt ut i de områdene som har vært mest benyttet og er mest egnet til badestrand. Samtidig representerer dette de områdene som sannsynligvis var mest forandret pga. krypsiv-tilgroingen. Her var det tidligere mye fast bunn med sand og grus og lite mudder, mens det gradvis er akkumulert bløtt, organisk mudder det siste tiåret. Dette området representerer en overgangssone mellom den eksponerte odden lengre nord (uten krypsiv, og med fast bunn), og de mest beskyttede områdene innerst i vika (mot veien).

De sistnevnte områdene, dvs. *utenfor og sønnenfor* skjellsanden har også tidligere vært preget av bløtt substrat. Disse beskyttede områdene har åpenbart svært lenge hatt en akkumulering av organisk

substrat, noe som bl.a. en gammel forekomst av gul nøkkerose indikerer. Her ble det målt opp til 1 m tykt, bløtt mudderlag ved undersøkelsen i 1997, og i de 8-10 årene krypsivet har hatt kompakte bestander her, er det neppe akkumulert mer enn 20-40 cm med løst mudder. Det er aldri registrert større mektighet av akkumulert mudder i slike nye krypsivbestander (jfr. f.eks. Rørslett m.fl. 1990). Det faktum at den opprinnelige kortskuddsvegetasjonen av botnegras og stivt brasmegras stedvis er intakt, indikerer også en forholdsvis begrenset akkumulering. Disse plantene ville ha "druknet" i mudder hvis akkumuleringen hadde vært 0,5-1 m i løpet av 10 år.

*Konklusjon:* De svært tykke mudderlagene i området utenfor skjellsanden og langs veien indikerer at sediment-forholdene i bukta delvis er et resultat av en mer langsiktig akkumulering, samt en ny, aksellerert akkumulering pga. krypsivtilgroingen. En utlegging av skjellsand her vil kun berøre områder som også tidligere har vært uegnet for bading eller annen bruk, og man kan neppe si at krypsivtilgroingen har endret bruksverdien her. Dermed virker det også urimelig at forvaltningsmyndighetene skal ha et ansvar for å støtte slike tiltak videre. Som nevnt tidligere burde det imidlertid være mulig å skyve skjellsanden noe lengre utover i den søndre delen.

En viss grad av regelmessig overvåking av vegetasjonsutviklingen etter skjellsandutleggingen er ønskelig. Det foreslås en svært enkel toårig registrering. Dette for å kunne vurdere måloppnåelse, og spesielt vurdere grad av re-etablering, samt utvikling av tilliggende krypsivbestander. Først etter 3-5 års tid er det mulig å kunne vurdere hvorvidt tiltaket har vært vellykket eller ikke.

## 8. Litteratur

- Brandrud, T.E. 1995. Effekter av kalking på vannvegetasjon og krypsivvekst. [i:] Storeng, A.B. FoU-virksomhet kalking. Årsrapporter 1994. Direktoratet for naturforvaltning notat 1995-9: 151-167. Trondheim.
- Brandrud, T.E. 1996. Effekter av kalking på sediment og bunnvegetasjon. Årsrapp. 1995 til Direktoratet for naturforvaltning (upubl.)
- Brandrud, T.E. 1996b. Vegetasjonsproblemer i ferskvann etter kalking. [i:] Halvorsen, G. (red.) Konsekvenser av kalking i skog og vatn. Bø i Telemark 14.-15. november 1995. Seminarrapport. Norsk Limnologiforening, rapp.: 96-105.
- Brandrud, T. E. & Johansen, S.W. 1999. Ny trasé E18 over Selura ved Flekkefjord. Effekter på vannvegetasjon og tilgroing. NIVA-rapp. 4050-99, 23 sider.
- Hindar, A., Tjomsland, T., Brandrud, T.E. & Johansen, S.W. 1992. Konsekvenser av ny E 18 trasé over innsjøen Selura ved Flekkefjord. NIVA-rapp. 2768.
- Lid, J. & Lid, D.T. 1994. Norsk flora. 6. utg. Det Norske Samlaget, Oslo.
- Lucassen, E.C.H.E.T., Oonk, M.M.A., Roelofs, J.G.M. & Brandrud, T.E. 1996. The effect of acidification, liming and reacidification on water quality, sediment characteristics and macrophyte development of SE and SW Norwegian soft-water lakes. Univ. Nijmegen Dept. Ecology rep. 417, Nijmegen.
- Roelofs, J.G.M., Brandrud, T.E. & Smolders, A.J.P. 1994. Massive expansion of *Juncus bulbosus* L. after liming of acidified SW Norwegian lakes. Aquatic Botany 48: 187-202.
- Roelofs, J.G.M., Smolders, A.J.P., Brandrud, T.E. & Bobbink, R. 1996. The effect of acidification, liming and reacidification of macrophyte development, water quality and sediment characteristics of soft-water lakes. [in:] Grennfelt et al. Proceedings "Acid Reign '95" Vol. 2. Water, Air & Soil Pollution 85: 967-972.
- Rørslett, B., Brandrud, T.E. & Johansen, S.W. 1990. Tilgroing i terskelbasseng i Otra ved Valle. Problemanalyse og forslag om tiltak. NIVA-rapp. 2442.