

RAPPORT LNR 4050-99

Ny trase E39 over Selura
ved Flekkefjord. Effekter
på vannvegetasjon og
tilgroing

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 Ny trase E39 over Selura ved Flekkefjord. Effekter på vannvegetasjon og tilgroing.	Løpenr. (for bestilling) 4050-99	Dato 12.mai 1999
	Prosjektnr. Undemr. O-93143	Sider Pris 23
Forfatter(e) Tor Erik Brandrud Stein W. Johansen	Fagområde Samferdsel	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens Vegvesen Vest-Agder vegkontoret	Oppdragsreferanse Kjell Soltvedt
---	-------------------------------------

Sammendrag

Som følge av byggingen av ny trase E 39 over Selura ved Flekkefjord, har det i perioden 1992-1997 vært gjort undersøkelser omkring vannvegetasjon og tilgroing i Eidsvika og Svinevika for å kartlegge eventuelle effekter av anleggelsen av den nye vegtraseen. Undersøkelsen viser ingen negative effekter av den nye E 39 traseen over Svinevika og Eidsvika i Selura med hensyn på vannvegetasjon og tilgroing. I anleggsperioden ble det observert episoder med høy turbiditet og dårlig sikt i vannet både i Eidsvika og Svinevika. Dette kan ha ført til en tilbakegang av krypsiv i denne perioden. Sammenligner en forholdene i Eidsvika og Svinevika med vegetasjonsutvikling i andre deler av Selura, tyder det på at de generelle effekter av kalkingsvirksomheten har vært større enn de midlertidige effekter av vegfyllingene i anleggsperioden. På sikt forventes liten eller ingen negativ utvikling i Eidsvika og Svinevika med hensyn på vannvegetasjon og tilgroing som følge av E 39 traseen.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. E39 Selura 2. vegfylling 3. vannvegetasjon 4. krypsiv 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. E39 Selura 2. 3. makrophytes 4. Juncus supinus
--	---



Prosjektleder
Stein W. Johansen



Forskningsleder
ISBN 82-577-3654-6



Forskningsjef
Nils Roar Sællthun

Ny trasé E 39 over Selura ved Flekkefjord.

Effekter på vannvegetasjon og tilgroing.

Forord

Bakgrunnen for prosjektet var NIVAs rapport om "Konsekvenser av ny E-18 trase over innsjøen Selura ved Flekkefjord". I denne rapporten ble det konkludert med at avstengningen trolig ville kunne ha en effekt når det gjaldt økt tilgroing, spesielt i Svinevika. Dette førte til en henvendelse fra vegsjefen i Vest-Agder om utarbeidelse av et programforslag som innebar en oppfølging av tilgroingsutviklingen i Svinevika og Eidsvika.

Revidert programforslag fra NIVA datert 15.03.93 ble godkjent av vegsjefen i Vest-Agder i brev av 22.04.93. Programforslaget tok sikte på en undersøkelse over 3 år; 1993, 1994 og 1995 hvorav de to siste var ment å skulle dekke forholdene etter at vegfyllingene var ferdige. Ettersom anleggsarbeidene tok noe lenger tid enn forutsatt i programforslaget og at total ferdigstilling var på våren 1996, ble det etter samtale med vegsjefen enighet om at prosjektperioden kunne forlenges med feltregistreringer ut 1997 innenfor de opprinnelige kostnadsrammer.

Det ble i programforslaget presisert at undersøkelsene burde gå over minst en 3-års periode for eventuelt å kunne påvise noen trender i tilgroingshastighet i de to buktene som følge av avstengningen. Med de endringer som ble foretatt, fikk man en periode på hele 6 år som i utgangspunktet er et betydelig bedre vurderingsgrunnlag.

I hele prosjektperioden har det vært et meget godt samarbeid med vegkontoret. Spesielt John Pedersen takkes for ordningen med lån av båt til feltarbeidet. Selura fiske- og grunneierlag v/ Tor Nuland og Randi Semb ved Fylkesmannens Miljøvernavdeling takkes for opplysninger om kalkingsvirksomheten og pH-målinger i Selura.

Undersøkelsen er i sin helhet finansiert av Statens Vegvesen.

På NIVA har Stein W. Johansen vært prosjektleder og Tor Erik Brandrud medarbeider. Sammen har de stått for feltarbeid og rapportering.

Oslo, mai 1999

Stein W. Johansen

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Anleggsperioden	6
1.3 Klima og hydrologi i undersøkelsesperioden	6
1.3.1 Klima	6
1.3.2 Hydrologi	7
1.4 Vannkvalitet og kalking	7
2. Materiale og metoder	10
2.1 Materiale	10
2.2 Metoder	10
3. Resultater	11
3.1 Vegetasjonsbeskrivelse	11
3.2 Vegetasjonsendringer 1991-97	15
3.3 Endringer i krypsivbestander	15
3.3.1 Vekst og vitalitet av krypsivplanter	17
3.3.2 Andre vegetasjonsendringer	18
3.3.3 Sammenlikning med referanseområde (Nulandsvika)	18
4. Diskusjon	20
4.1 Årsaker til vegetasjonsendringene	20
4.1.1 Effekter av vegfylling og nedslamming	20
4.1.2 Effekter av kalking og klima	21
4.1.3 Effekter av andre mulige påvirkningsfaktorer	22
5. Konklusjon	22
6. Litteratur	23

Sammendrag

Byggingen av ny trase for E 39 over Selura har medført avsnøring av to bukter, Eidsvika og Svinevika. For å opprettholde en forsvarlig vannutskifting ble det valgt vegfylling med bruløsning i Eidsvika og to kulverter i Svinevika. Svinevika representerer utløpsområdet av Selura.

I perioden 1992-1997 har det vært gjort undersøkelser omkring vannvegetasjon og tilgroing i Eidsvika og Svinevika for å kartlegge eventuelle effekter av anleggelsen av den nye vegtraseen. I tillegg til feltregistreringer 1 til 2 ganger hvert år med nedtegnelser av endringer i vannvegetasjonen, er det innhentet data omkring kalkingsvirksomheten i Selura og pH-målinger i regi av Selura fiske og grunneierlag.

Eidsvika og Svinevika er karakterisert av en nokså variert vegetasjon. *Eidsvika* er dominert av en mosaikk-preget vegetasjon av botnegras og krypsiv, men de innerste delene har også et betydelig innslag av brasmegras-eng, matter av hornormose på dypt vann, og det er innslag bla. av tusenblad samt av flytebladsplantene gul nøkkerose og flótgras. I de ytre delene blir bunnen mer storsteinete, og vegetasjonen mer glissen, ofte bare med krypsiv.

Svinevika har tilsvarende vegetasjonsforhold, men her er dominansen av krypsiv større, og en kortskuddsvegetasjon av tjønngras, botnegras og stivt brasmegras dominerer i den nordvestlige delen. Utløpsområdet er preget av stabile, storvokste krypsivsåter som trolig er blitt mere dominerende de siste 10 årene, men som kan ha vært her lenge.

Vegetasjonsforandringene i Eidsvika og Svinevika har vært nokså like i perioden. Det har vært endringer hovedsakelig av to typer: Krypsiv og (hornormose bare i Eidsvika) gikk kraftig tilbake i 1994-95, mens andre vegetasjonselementer og særlig tusenblad har gått fram i samme periode. Den klart viktigste vegetasjonsendringen er tilbakegangen av krypsiv.

Kalkingsvirksomheten har ført til en generell bedring av vannkvaliteten i perioden. Spesielt perioden 1994-97 har hatt en vannkvalitet som har gjort forholdene bedre for antatt forsurende arter som f.eks. tusenblad og mindre gunstig for krypsiv.

Vegfyllingene har i liten grad direkte påvirket sårbare områder i Svinevika og Eidsvika. Alle de ulike vegetasjonsutformingene og artene som fantes tidligere er intakte, og har sine hovedforekomster godt *innenfor* veitraseen.

Konklusjon:

Undersøkelsen i perioden 1992-1997 viser ingen negative effekter av den nye E 39 traseen over Svinevika og Eidsvika i Selura med hensyn på vannvegetasjon og tilgroing. I anleggsperioden ble det observert episoder med høy turbiditet og dårlig sikt i vannet både i Eidsvika og Svinevika. Dette kan ha ført til en tilbakegang av krypsiv i denne perioden. Sammenligner en forholdene i Eidsvika og Svinevika med vegetasjonsutvikling i andre deler av Selura, tyder det på at de generelle effekter av kalkingsvirksomheten har vært større enn de midlertidige effekter av vegfyllingene i anleggsperioden. På sikt forventes liten eller ingen negativ utvikling i Eidsvika og Svinevika med hensyn på vannvegetasjon og tilgroing som følge av E 39 traseen.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med at Statens Vegvesen v/ Vest-Agder vegkontor planla ny trase for E 39 over utløpspartiet i innsjøen Selura ved Flekkefjord, ble NIVA engasjert for å utrede konsekvenser av inngrepet. To bukter, Eidsvika og Svinevika, sistnevnte med utløpsområdet av Selura, ble berørt med nye vegfyllinger. I Eidsvika skulle det bygges en brøløsning, mens en i Svinevika skulle anlegge to kulverter for å opprettholde vannutskiftingen. Konsekvensutredningen konkluderte med at til tross for mulig redusert vannutskifting i de to buktene, ville vannkvaliteten neppe bli forringet fordi begge buktene var i utgangspunktet lite belastet med fosfortilførsler som kunne tenkes å gi problemer. Det ble imidlertid antydnet en viss usikkerhet i forbindelse med krypsivtilgroing i de to buktene spesielt i Svinevika, med bakgrunn i den noe ekspansive utvikling denne planten hadde hatt de senere år. Det ble derfor anbefalt en oppfølging som skulle kartlegge den generelle utvikling av krypsiv og annen vegetasjon i de to buktene ettersom anleggsperioden skred frem. Oppfølgingen skulle bygge videre på den innledende undersøkelsen i 1992 (Hindar m.fl. 1992).

1.2 Anleggsperioden

Ved første feltrunde i slutten av juli 1993 var anleggsarbeidene godt i gang og det var gode observasjonsforhold i både Eidsvika og Svinevika. I 1994 ble hoveddelen av anleggsarbeidet med vegfyllingene utført. Det ble anlagt midlertidige fyllinger over begge buktene noe som medførte en periode med svært turbid vann og dårlig sikt. Våren 1994 ble det opparbeidet badebasseng i Svinevika og en god del sand ble lagt ut. Begge kulvertene i Svinevika ble montert høsten 1994, mens brua over Eidsvika ble påbegynt mot slutten av året. Brua over Eidsvika ble ferdig på våren 1995. Samtidig ble den midlertidige fyllingen fjernet og det ble igjen åpnet for full vannutskifting. Fra dette tidspunkt sto anlegget ferdig med hensyn på de nye fysiske forhold en kan forvente i fremtiden som følge av vegfyllingene. I 1995 ble det også gjort videre opparbeidinger nord i Svinevika med grøntareal og utvidet badebasseng. I undersøkelsesperioden har derfor overflatearealet av Svinevika blitt noe redusert. Hele anlegget ble ferdigstilt sommeren 1996.

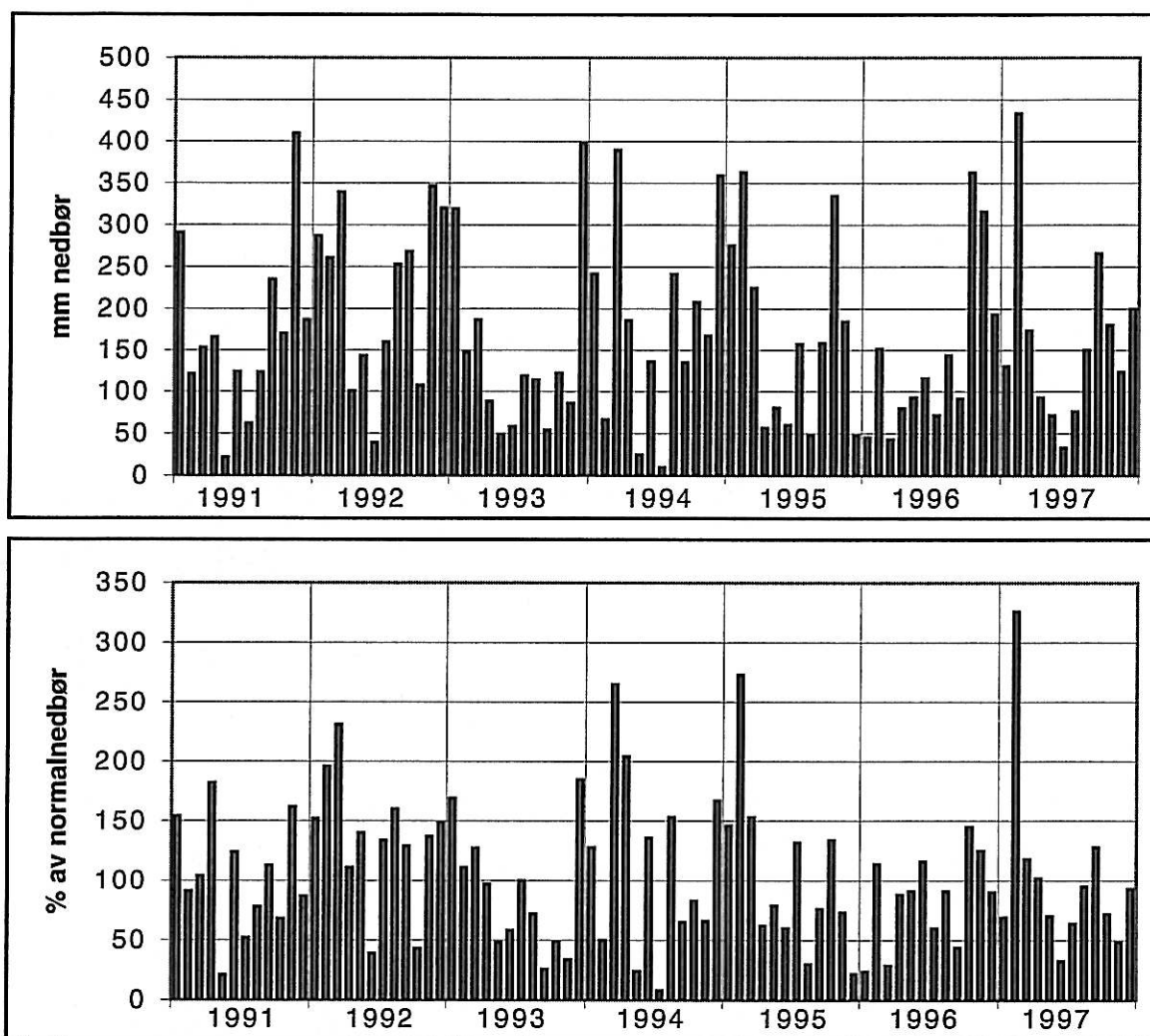
1.3 Klima og hydrologi i undersøkelsesperioden

1.3.1 Klima

En viktig parameter i forbindelse med vegetasjonsundersøkelser og tidsutvikling, er de klimatiske forhold. I tabell 1 og figur 1 er fremstilt nedbørsdata fra den nærmeste målestasjon 4265 Flekkefjord for perioden 1991-1997. Bare 1992 hadde betydelige nedbørmengder over det normale og det eneste året med større nedbørmengder enn normalt i vekstperioden for krypsiv (mai-august). Årene 1993 og 1996 var spesielt tørre år.

Tabell 1. Årsnedbør på målestasjon 4265 Flekkefjord i perioden 1991-1997.

år:	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
mm nedbør	2063	2633	1749	2201	2024	1670	1926
% av normalnedbør	105	134	89	112	103	85	98



Figur 1. Månedsnedbør og % nedbør av normalen (1961-1990) i perioden 1991-1997. Data fra DNMI-stasjon 4265 Flekkefjord.

1.3.2 Hydrologi

Selura er delvis regulert med en dam i utløpet fra gammelt av. Hensikten med dammen har vært å nytte vannet til industriformål. Det finnes ikke noe enhetlig manøvreringsreglement for Selura pr. i dag. I perioder kan Selura ha lavere vannstand enn normalt pga. regulert nedtapping. I undersøkelsesperioden 1992-1997 har vi observert en vannstandsvariasjon på ca. 0,5m i perioden mai-september (jmf. tabell 6 s.15).

1.4 Vannkvalitet og kalking

Vannkvaliteten i Selura har vært preget av forsuring som følge av den generelle sur nedbør påvirkningen på Sør- og Sørvest-landet i lengere tid. Som en følge av dette startet kalking av Nulandsbekken allerede i 1980 (Andersen 1990). I 1985 ble den første mer omfattende kalkingen av Selura gjennomført. Det ble det året brukt 100 tonn CaCO_3 (Andersen 1990). I perioden med våre undersøkelser i Eidsvika og Svinevika har det vært en til dels betydelig kalking. I tabell 2 er satt opp en grov oversikt over total mengde kalk som er brukt i perioden 1991-1998. Kalkingen har vesentlig foregått i Nulandsvika, langs Selandslandet, Aurevika og området Glendrangevika, Lilledrange- og

Storedrangevika. Nulandsvika ble ikke kalket i 1996 og 1997. I perioden 1996-1998 er også Netlandsvannet kalket. Denne kalkingsvirksomheten har gitt tydelige utslag på vannkvaliteten i Selura.

Tabell 2. Kalking av Selura i perioden 1991-1998. (Opplysninger fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling og Selura fiske- og grunneierlag).

År:	måned:	Total forbruk kalk (tonn)
1991	august	135
1992	september	130
1993	august	127
1994	oktober	134
1995	september	142
1996	august	110
1997	august	110
1998	september	100

Det har pågått en viss overvåking av vannkvaliteten i Selura i forbindelse med kalkingen. I tabell 3 er satt opp enkeltmålinger av pH og alkalinitet i utløpet av Selura i perioden 1994-1998. Tallene viser en svakt sur stabil og god vannkvalitet (pH 5,9-6,5) og bekrefter at kalkingen har virket. Selura fiske- og grunneierlag har regelmessig en gang i måneden gjort målinger av pH på flere lokaliteter i Selura og i flere av innløpsbekkene siden kalkingen startet. I figur 2 er satt opp pH-målinger i Nulandsvika, Eidsvika og utløp Selura (nær Svinevika) i perioden 1991-1997.

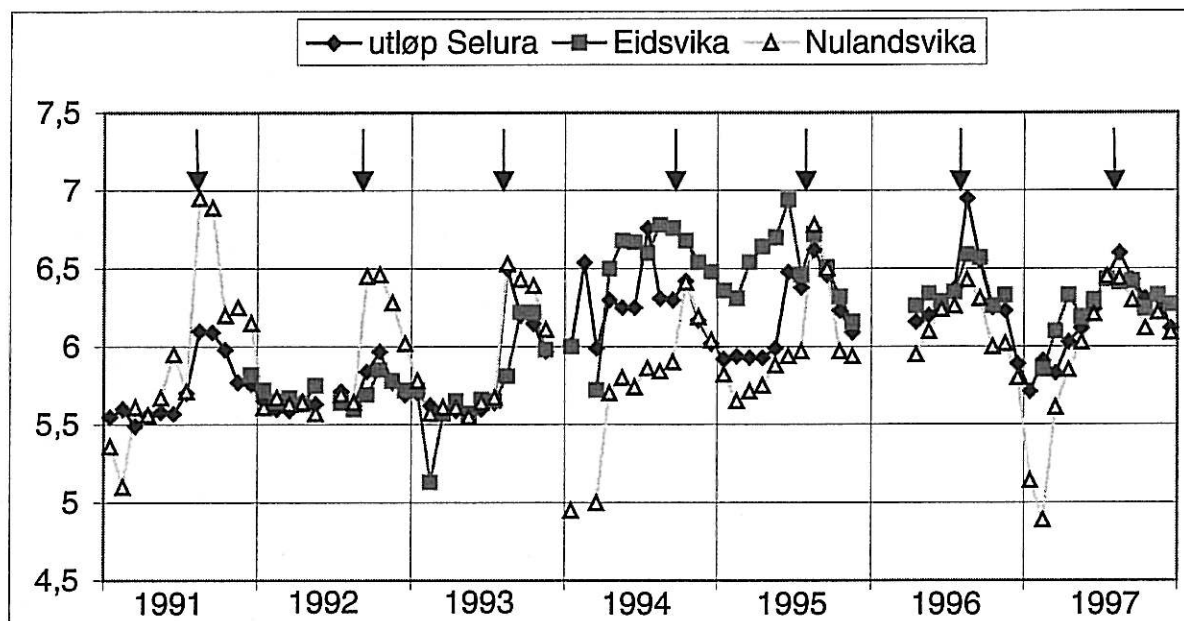
Tabell 3. pH og alkalinitet målt i utløpet av Selura i perioden 1994-1998. (Data fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling).

dato:	pH	alk. $\mu\text{ekv/l}$
06.06.94	6,45	38
24.10.94	6,35	40
28.05.95	5,90	16
01.10.95	6,45	38
29.04.96	6,05	29
høst-96	6,41	40
vår-97	5,94	23
høst-97	6,27	38
11.05.98	6,35	54

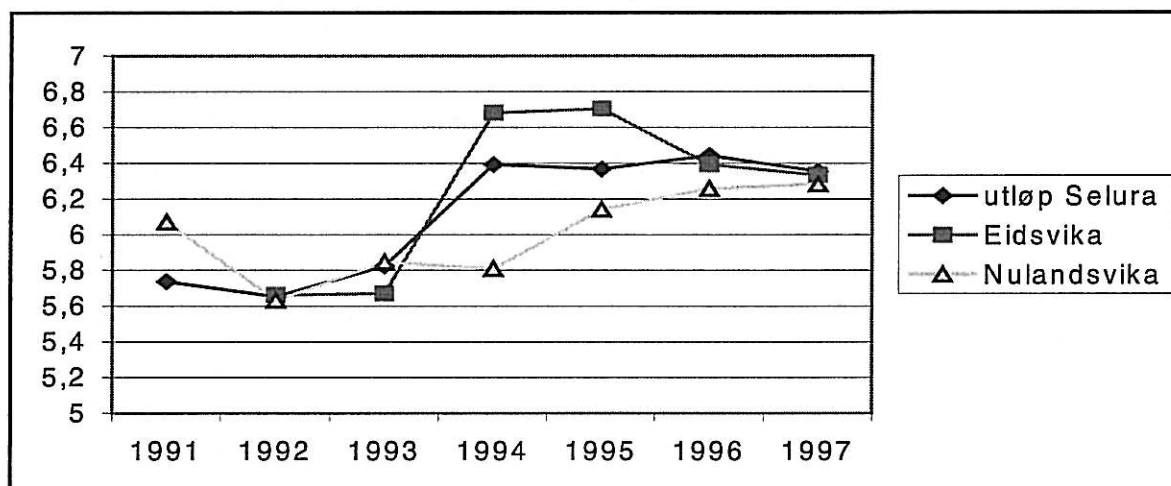
Basert på pH-målinger en gang pr. måned i perioden 1991-1997, er det et klart mønster i Selura med lave verdier om vinteren og tidlig vår og en gradvis stigning utover sommersesongen. Kalkingen har alle år gitt et markert utslag i pH. Etter kalking har pH gått ned mot relativt lave vinterverdier igjen hvert år.

Ser en perioden under ett har det skjedd en markert endring i pH-nivået. Etter 1993-sesongen har en kommet opp i et generelt høyere pH-nivå spesielt i Eidsvika og utløp Selura. Fra å ha ligget godt under pH 6 i perioden 1991-1993, synes det normale å være pH godt over 6 i perioden fra 1994. I forhold til plantevekst og spesielt vekst av krypsiv, er denne endringen viktig. Ser en på pH i vekstsesongen (mai-august) har denne endret seg markert i perioden og viser klart dårligere vekstbetingelser for krypsiv i årene 1994-1997 i forhold til perioden 1991-1993 (figur 3). Endringer i pH i vekstsesongen (høyere pH gir mindre CO₂ tilgjengelig i vannfasen noe som gir dårlig vekst), må derfor regnes som

en betydelig faktor å ta hensyn til ved vurderingen av tidsutvikling av krypsiv i både Eidsvika og Svinevika.



Figur 2. pH-målinger i Nulandsvika, Eidsvika og utløp Selura i perioden 1991-1997. Tidspunkt for kalking er markert med piler. (Data fra Selura fiske- og grunneierlag).



Figur 3. Midlere pH i vekstsesongen for krypsiv (mai-august) i Nulandsvika, Eidsvika og utløp Selura i perioden 1991-1997. (Grunnlagsdata fra Selura fiske- og grunneierlag).

Et viktig trekk i pH-utviklingen (figur 2 og 3) er forskjellen mellom Eidsvika og Svinevika (utløp Selura) i perioden april 1994 til juni 1995. I denne perioden var det til dels stor forskjell mellom de to buktene med en betydelig høyere pH i Eidsvika. Dette kan være et direkte resultat av den midlertidige vegfyllingen i Eidsvika som ble gravd opp våren 1995. I dette tidsrommet har vannkvaliteten vært forskjellig i de to buktene med klart dårligst vannkvalitet for krypsiv-vekst i Eidsvika. I hele perioden før og etter dette har det vært tilnærmet lik vannkvalitet i Eidsvika og Svinevika basert på pH-målingene fra Selura fiske og grunneierlag.

2. Materiale og metoder

2.1 Materiale

Feltregistreringene i Eidsvika og Svinevika startet i 1993 etter den innledende kartleggingen i mai 1992 og ble avsluttet i august 1997. Anleggsarbeidene hadde da vært ferdig i vel to år. Undersøkellesperioden dekker tiden før anleggstart, anleggsperioden og de første årene etter at anlegget sto ferdig. I tabell 4 er satt opp en oversikt over tidspunkter for feltregistreringer.

Tabell 4. Tidspunkt for feltregistreringer i Selura.

År:	dato:	kommentarer:
1992	7. mai	innledende observasjoner, førtilstand
1993	30. juli	anleggsarbeidene godt i gang. Situasjonen mye lik 1992.
1994	20. juni	turbid vann, liten sikt som følge av anleggsarbeidene, dårlige forhold
1994	4. august	turbid vann, liten sikt som følge av anleggsarbeidene, dårlige forhold
1995	5. mai	anleggsarbeidene tilnærmet ferdig, noe turbid vann i Eidsvika
1995	13. september	gode observasjonsforhold, anleggsarbeidene tilnærmet ferdig
1996	9. mai	gode observasjonsforhold
1996	2. oktober	gode observasjonsforhold
1997	11. august	gode observasjonsforhold

2.2 Metoder

For å kartlegge forholdene omkring utbredelse og omfang av krypsiv og annen vegetasjon, er det benyttet båt i de fleste tilfeller både i Eidsvika og Svinevika. Det er benyttet vannkikkert og kasterive for å studere vegetasjonen på noe dypere vann. Det er gjort nedtegnelser over antall observerte arter og artenes mengdemessige forekomst etter en semikvantitativ skala. Det er også nedtegnet skisser over utbredelsen av de dominerende vegetasjonselementer.

For å måle tilvekst av krypsiv er det tatt populasjonsprøver på bestemte lokaliteter både i Eidsvika, Svinevika og Nulandsvika (som referanse) hvert år for å dokumentere år til år variasjon. De 10 lengste årsskudd i hver prøve er målt til nærmeste cm og middelerverdier er beregnet.

3. Resultater

3.1 Vegetasjonsbeskrivelse

Selura er preget av fast sand, grus eller steinbunn med relativt lite organisk materiale. Vannvegetasjonen består mest av kortskuddsplanter som botnegras (*Lobelia dortmanna*) og brasmegras-arter (*Isoetes* spp.) (Tabell 5). Dette er typiske trekk for de fleste ionefattige og næringsfattige klarvannsinnsjøer på Sørvestlandet. Unntaket fra dette mønsteret er de mest beskyttede buktene som har noe mer organisk materiale, og bl.a. betydelig innslag av flytebladsvegetasjon av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), stedvis også en dypvannsvegetasjon av hornormose (*Sphagnum auriculatum*; ned til ca. 6 m).

Etter at man begynte å kalke har det særlig langs buktene også vokst fram en meget kraftig langskuddsvegetasjon dominert av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) (Tabell 5). Denne blir nærmere behandlet i kpt. 3.2 om vegetasjonsendringer.

Selura er videre karakterisert av en forholdsvis høy artsrikdom av vannplanter. Det er registrert 16 karplanter her (Tabell 5), og det er et meget høyt artsantall til å være en ione- og næringsfattig, forsuret innsjø (jfr. Brandrud 1995). Mye av forklaringen er trolig at Selura er en stor innsjø (jfr. Rørslett 1991), med mange og varierte bukter/viker, dvs. det er en stor habitat-variasjon innenfor innsjøen. Hele 6 forsuringfølsomme arter (5 karplanter) er funnet, og dette er også et usedvanlig høyt antall for denne regionen. Noen av artene kan ha kommet til etter kalking, men siden alle artene ble registrert allerede i 1992, kun 7 år etter start kalking i større målestokk, er det sannsynlig at de fleste har hatt små restforekomster på spesielt gunstige steder også før kalking (se kpt. 4.1.2).

Kortskuddsvegetasjonen i Selura er gjerne dominert av botnegras (*Lobelia dortmanna*), eventuelt i blanding med tjønngras (*Littorella uniflora*) og stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*). Der det ikke er for steinete og ikke for bratt danner botnegraset enger av rosettplanter i dybdesonen 0,5-2 m, men ofte også helt ned til 2,5-3 m. Det er ellers sjelden å finne denne planten ned til så store dyp, og disse dypvannsforekomstene skyldes nok det ekstremt klare vannet i innsjøen (siktedyp 16 m i 1993 i Eidsvika). Tjønngras dominerer stedvis i de helt grunne områdene, men går forøvrig like dypt som botnegraset. På litt beskyttede steder (f.eks. Eidsvika, Nulandsvika) blir gjerne botnegrasengene avløst av tette enger med stivt brasmegras på dypere vann (ned til 4 m). Dette er trolig meget stabile og gamle plantebestander. På litt mer organisk substrat forekommer også mykt brasmegras (*Isoetes echinospora*) i ulike dybdesoner.

Eidsvika og Svinevika er karakterisert av en nokså variert vegetasjon (figur 4 og 5).

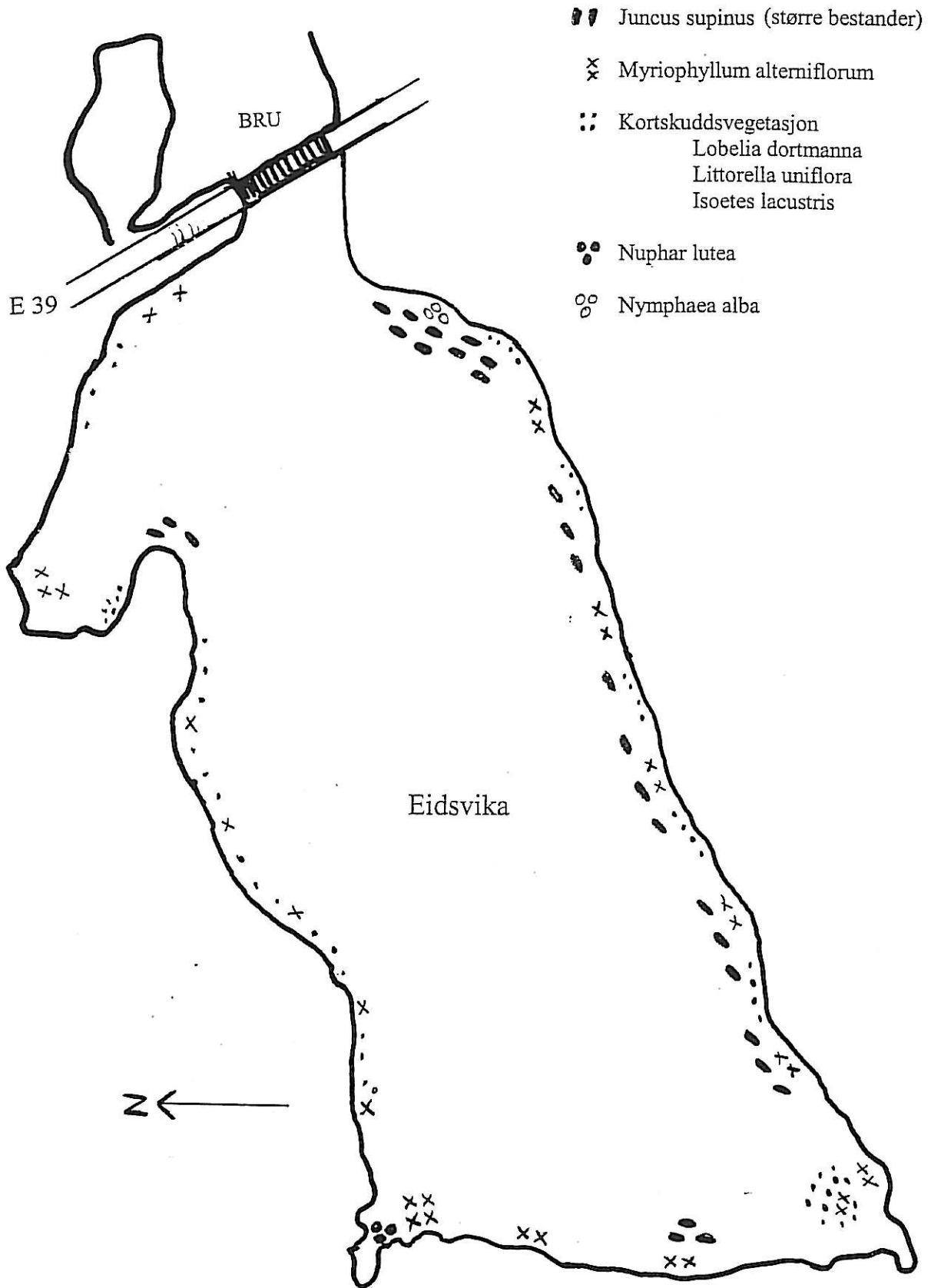
Eidsvika er dominert av en mosaikk-preget vegetasjon av botnegras og krypsiv, men de innerste delene har også et betydelig innslag av brasmegras-eng, matter av hornormose (*Sphagnum auriculatum*) på dypt vann, og det er innslag bla. av tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) samt av flytebladsplantene gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) og flótgras (*Sparganium angustifolium*). I de ytre delene blir bunnen mer storsteinete, og vegetasjonen mer glissen, ofte bare med krypsiv.

Svinevika har tilsvarende vegetasjonsforhold, men her er dominansen av krypsiv større, og en kortskuddsvegetasjon av tjønngras, botnegras og stivt brasmegras dominerer i den nordvestlige delen. Utløpsområdet er preget av stabile, storvokste krypsivsåter som trolig er blitt mere dominerende de siste 10 årene, men som kan ha vært her lenge.

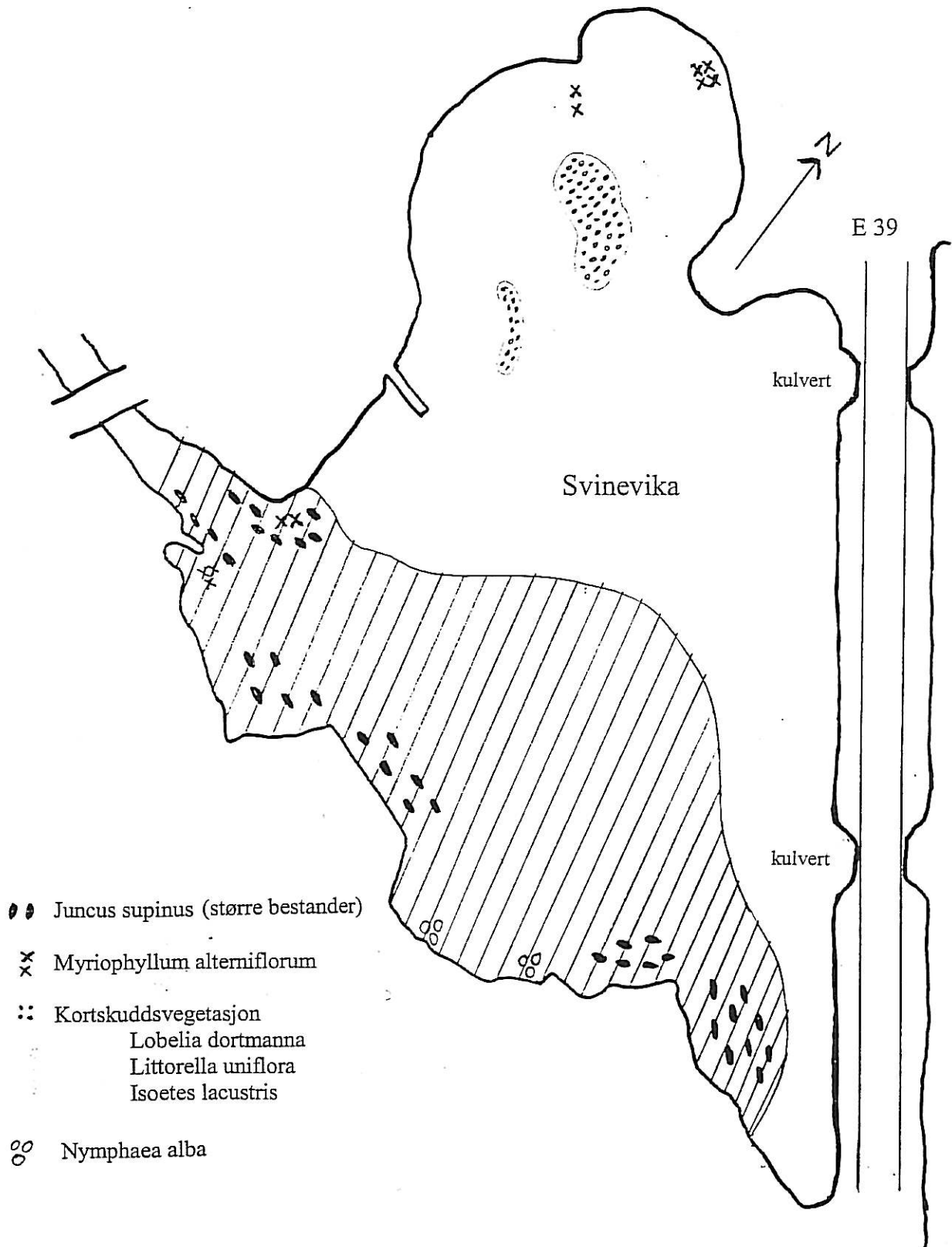
Da undersøkelsene begynte våren 1992 ble det kun registrert én forsuringfølsom karplante i Eidsvika/Svinevika (tusenblad; jfr. Hindar m. fl. 1992), men etterhvert er det blitt registrert flere arter, og disse har hatt en gradvis økende utbredelse (se kpt. 3.3.2).

Tabell 5. Vannplanter registrert i Selura 1992-97. Mengdeangivelse referer til 1997 (i parentes mengde i 1992). 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. Forsuringfølsomme arter angitt med stjerne. (Svinevika søndre inkluderer utløpsområdet; nordre = nord for brygga. Storedrange = den midtre bukta).

	Eidsv. indre	Eidsv. ytre	Svinev. søndre	Svinev. nordre	Nulands vika	Store drange	Lille drange
KORTSKUDDSPLANTER:							
buntsivaks <i>Eleocharis multicaulis</i> *	-	-	-	-	2	(2)	(-)
mykt brasmegras <i>Isoetes echinospora</i>	3(2)	-	1	2	3(2)	(2)	(3)
stivt brasmegras <i>Isoetes lacustris</i>	4(3)	2	2	3(2)	4	(2)	(4)
tjønngras <i>Littorella uniflora</i>	2(1)	3(2)	1	3	3	(3)	(4)
botnegras <i>Lobelia dortmanna</i>	3 (2)	4(3)	3(2)	3	4	(3)	(3)
evjesoleie <i>Ranunculus reptans</i>	-	2	-	-	-	(-)	(-)
LANGSKUDDSPLANTER:							
hesterumpe <i>Hippuris vulgaris</i> *	-	-	-	-	-	(-)	(2)
krypsiv <i>Juncus supinus = bulbosus</i>	2(4)	4(5)	4(5)	2(3)	4(5)	(3)	(4)
tusenblad <i>Myriophyllum alterniflorum</i> *	3(2)	2(-)	-	2(-)	2(-)	(-)	(-)
gyttjeblererot <i>Utricularia intermedia</i>	-	-	-	-	-	(2)	(-)
småblererot <i>Utricularia minor</i>	-	-	2	-	-2(2)	(-)	(-)
storblererot <i>Utricularia vulgaris</i> *	1(-)	-	1(-)	1(-)	2(-)	(-)	(2)
FLYTEBLADSPLANTER:							
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)
VANNMOSER:							
vranklo <i>Drepanocladus exannulatus</i> *	2(1)	-	-	-	-	(-)	(-)
horntorvmose <i>Sphagnum auriculatum</i>	1(4)	-	-	-	3(4)	(2)	(5)
Sum vannplanter/karplanter (tot. 18/16)	11/9	10	8	7	11/10	10/9	11/10



Figur 4. Skisse av Eidsvika. Dominerende vegetasjonselementer er tegnet inn på bakgrunn av de siste feltobservasjoner 11.08.97.



Figur 5. Skisse av Svinevika. Dominerende vegetasjonselementer er tegnet inn på bakgrunn av de siste feltobservasjoner 11.08.97. Større skravert felt viser område med kortvokste krypsivbestander.

3.2 Vegetasjonsendringer 1991-97

Vegetasjonsforandringene i Eidsvika og Svinevika har vært nokså like, og de to lokalitetene er derfor slått sammen i tabell 6 som viser i grove trekk tidsendringene 1991-97. Tabell 6 viser at det har vært endringer hovedsakelig av to typer: Krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) og horntorvmose (*Sphagnum auriculatum*; bare i Eidsvika) gikk kraftig tilbake i 1994-95, mens andre vegetasjonselementer og særlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) har gått fram i samme periode.

Tabell 6. Oversikt over de viktigste vegetasjonsendringene i perioden 1991-97. (Situasjonen i 1991 er basert på observasjoner våren 1992.) Videre er angitt variasjon i enkelte nøkkelparametre gjennom samme periode.

(+) svak økning, + økning, ++ sterk økning, ÷ tilbakegang, ⇄ sterk tilbakegang, 0 ingen endring.

	kryp siv	torv mose	kortsk. veg.	tusen blad	annen veg.	is dekke	vann stand*	sommer nedbør
1991	++	+	(÷)					330 mm
1992	(+)	(+)	(÷)	0	0	intet	?	595 mm
1993	(÷)	(÷)	0	(+)	0	lite	13 cm	340 mm
1994	---	---	(+)	+	+	normalt	16 cm	410 mm
1995	---	---	+	++	+	normalt	22 cm	345 mm
1996	(÷)	(÷)	+	(+)	+	mye	0 cm	425 mm
1997	(+)	0	0	(+)	0	normalt	6 cm	330 mm

*vannstand vår 1995-96: ca. 45 cm (dvs. 10 cm under nederste trinn i betongtrapp innerst i Eidsvika).

Den klart viktigste vegetasjonsendringen er tilbakegangen av krypsiv, som derfor vil bli fokusert i det følgende.

3.3 Endringer i krypsivbestander

Krypsivbestandene i Selura har variert betydelig på 1990-tallet. Omkring 1989-90 skjedde det en meget kraftig framvekst og tilgroing av krypsiv, som i perioden (1989-)1990-1993 dannet kraftige sårer med overflatematter. Krypsivet hadde tidligere hatt en nokså beskjeden opptreden i Selura, men koloniserte nå hele dybdesonen 0,5-4 m med tette, høyvokste bestander. Grunnere enn ca. 2,5(-2) m nådde disse krypsivsåtene opp til overflaten, hvor de dannet sammenfiltrede, frodige overflatematter. På skrånende bredder dannet disse såtene med overflatematter gjerne en smal, mer eller mindre sammenhengende brem langs land, mens arten i større gruntområder som Svinevika, Lilledrange, og Nulandsvika ved Egenes dannet større sammenhengende, kompakte vegetasjonsområder. Denne tilgroingen ble vurdert som økologisk uheldig og generende for bruk av Selura (Hindar m. fl. 1992). Tilsvarende problemvekst med krypsiv ble forøvrig observert i samme tidsrom i en rekke andre, kalkede innsjøer i Kvinesdal-Egersund-området (Brandrud 1995).

Tilgroingen stagnerte imidlertid raskt, og i 1994 forsvant overflatemattene de fleste steder i Selura.

Fakta om probleplanten 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 probleplanten 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, sammenfiltrede 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.

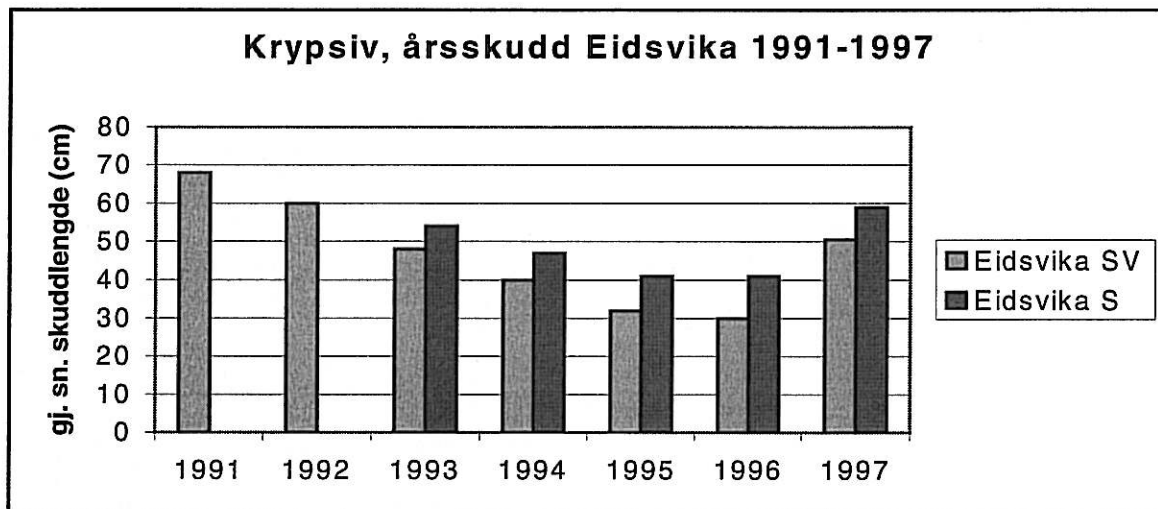
Den samme tidsutviklingen gjelder også for Eidsvika og Svinevika. Buktene hadde mer eller mindre sammenhengende krypsivbestander og mye overflatematter på våren 1992 (Hindar m. fl. 1992). Situasjonen var uforandret sommeren 1993, men det ble registrert lite ny tilvekst i bestandene og mye av plantematerialet i såtene virket lite vitalt. Mye av overflatemattene forsvant vinteren 1993-94, og de gjenværende undervannssåtene var i stor grad visne. Svært mye av det nedvisnete forsvant med is og bølger, slik at den opprinnelige vegetasjonen som hadde vært tildekket ble eksponert.

I *Eidsvika* har det fra 1994 vært lite krypsiv, og innerst i vika er planten nesten fraværende. Arten har stedvis greid seg bra i en smal sone helt inne på grunna (særlig på sørsiden). Den opprinnelig dominerende vegetasjonen, særlig kortskuddsvegetasjon av botnegras (*Lobelia dortmanna*) og (innerst) brasmegrasarter (*Isoetes* spp.) dekker nå minst like store arealer som krypsivet.

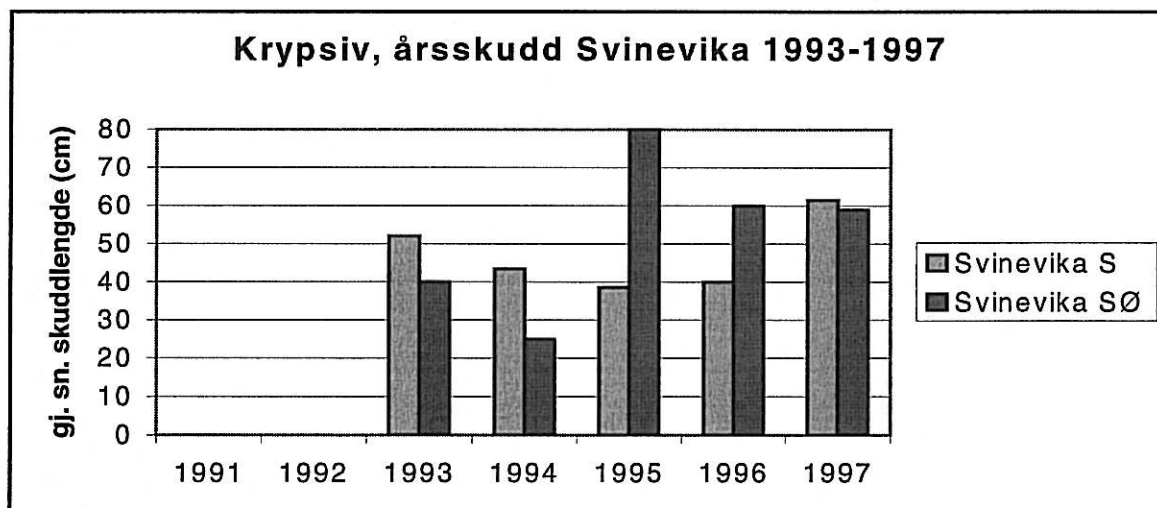
I *Svinevika* er det langt mer krypsiv intakt. Selv om overflatemattene er borte, dominerer planten hele bunnarealet grunnere enn 3 m i utløpsområdet og på sørsiden av bukta. Men stort sett dreier det seg om kortvokste bestander, bortsett fra selve utløpsområdet. I en steinete bukt på sørøstsiden ut mot vegfyllingen ble det registrert et 15-talls unge krypsivsåter med overflatematter i 1992-93. I 1994 etter anleggsperioden med vegen var disse såtene helt nedvisnet og delvis forsvunnet. Siden er disse såtene gradvis re-etablert og hadde pr. 1997 omtrent samme omfang som i 1992-93, men med bare svake antydninger til overflatematter.

3.3.1 Vekst og vitalitet av krypsivplanter

Det er tatt årlige prøver av de lengste årsskuddene og målt vekst og vitalitet på krypsiv i perioden 1992-97. Våren 1992 ble det tatt prøver av årsskudd fra 1991. Disse var mange, kraftige og frodige, opp til 70 cm lange i Eidsvika (Fig. 6). En vurdering av de kraftige, flerårige krypsivsåtene på den tiden tilsier at 1989-1990 skuddene var omkring 80-90 cm lange. I (1993-)1994-96 var krypsivskuddene derimot tynne, kortvokste og få, opp til 30-40 cm lange (Fig. 6 og 7). Dette regnes som en meget beskjeden krypsivvekst i innsjøer.



Figur 6. Eidsvika. Lengden av årsskudd av krypsiv i perioden 1991-1997.



Figur 7. Svinevika. Lengden av årsskudd av krypsiv i perioden 1993-1997.

I 1997 hadde krypsivveksten tatt seg noe opp (Fig. 6 og 7). Men fortsatt ble det registrert få årsskudd, og forholdsvis beskjedne skuddlengder på opp til 50-60 cm. Disse vil neppe bidra til noen ny, kraftig såtevekst. En regner med at årsskuddene må være mer enn 80 cm lange for å kunne danne såter som greier å vokse helt opp i overflata og danne kompakte overflatematter (Brandrud 1996).

Tidsutviklingen har vært meget lik i Eidsvika og i Svinevika. Førstnevnte skiller seg imidlertid ved å ha hatt en særlig stor tilbakegang av krypsiv i de indre delene. Her har det også vært særlig dårlig vitalitet på plantene de seineste årene, nesten uten nye årsskudd. Mengde og vitalitet av krypsiv øker noe utover i bukta.

I Svinevika er situasjonen omvendt, her er det intakte krypsivsåter helt innerst mot bekkeutløpet. Her har de strømpåvirkede krypsivbestandene vært stabile hele undersøkelsesperioden (ikke prøvetatt). Bestandene i sørøst, nærmest vegfyllingen, hadde nesten ingen vekst under anleggsperioden i 1994, og manglet helt vertikale skudd. De gamle, visne skuddsåtene var stort sett forsvunnet, med bare basale planterosetter igjen. Disse fikk imidlertid en revitalisering i 1995, med noen svært lange årsskudd (Fig. 7). I 1996-97 var igjen denne veksten normalisert.

3.3.2 Andre vegetasjonsendringer

Kortskuddsvegetasjon: Denne vegetasjonen dominert av botnegras, brasmegras og tjønngras representerer den viktigste, opprinnelige vegetasjonen i Selura. I 1992-1993 opptrådte denne vegetasjonen stort sett i åpninger i mellom og innenfor/utenfor krypsivsåtene. Fra 1994 hadde denne vegetasjonen større arealdekning pga. tilbakegang av krypsiv (Tabell 6). Disse "nye" feltene bestod trolig mest av gamle planter som hadde overlevd under krypsivsåtene, men generelt førte krypsivavgangen til en revitalisering av kortskuddsvegetasjonen.

I gruntområdene og delvis over vann-nivå ble det registrert en framvekst av nye bestander med tjønngras (*Littorella uniflora*), særlig langs Eidsvika. Dette skyldes trolig delvis lav vannstand i perioden, og dermed gunstige vekstvilkår i strandsonen.

Langskuddsvegetasjon: Flere antatt forsuringfølsomme arter har hatt en framvekst i undersøkelsesperioden. Særlig har dette vært påtagelig for tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), men det er også registrert nyetableringer av arter som storblærerot (*Utricularia vulgaris*) og kysttjønnaaks (*Potamogeton polygonifolius*; - denne regnes til flytebladsplantene).

Tusenblad ble registrert med en liten forekomst innerst i Eidsvika våren 1992 (Hindar m. fl. 1992). Denne bestanden var noe mer vital men lite endret i 1993. Fra og med 1994 har imidlertid denne bestanden vokst kraftig, og planten har gradvis spredd seg til store deler av Eidsvika. Den har også etablert seg med et større bestand på nordsiden av Svinevika.

Torvmose: Undervannsbestander av horn-torvmose (*Sphagnum auriculatum*) var meget frodige innerst i Eidsvika våren 1992 (Hindar m. fl. 1992) og disse var relativt intakte fram til høsten 1993. Deretter visnet disse raskt ned, og det er usikkert om arten fortsatt finnes med levende skudd i undersøkelsesområdet pr. 1997.

3.3.3 Sammenlikning med referanseområde (Nulandsvika)

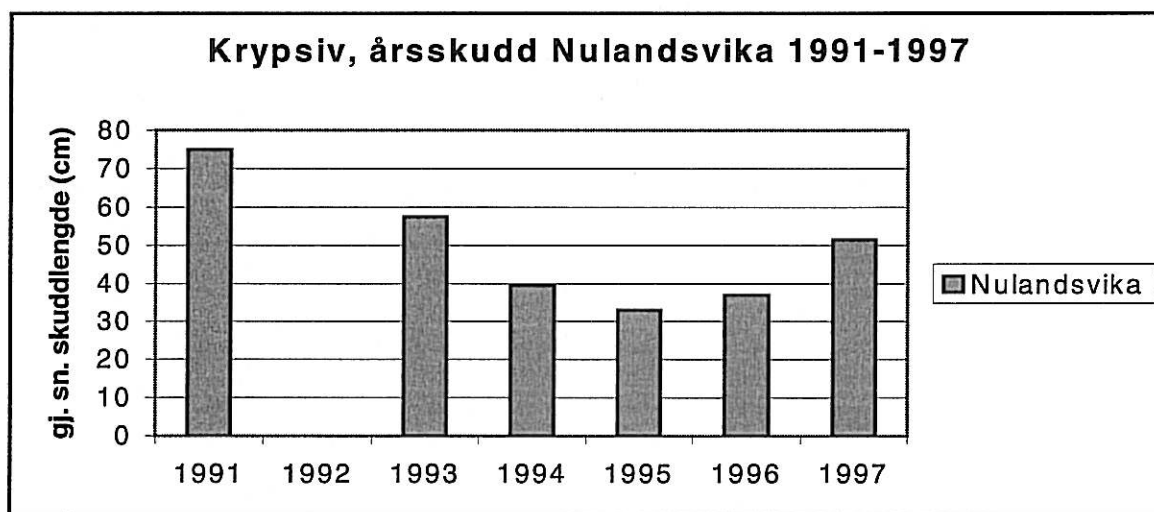
I tillegg til undersøkelsene i Eidsvika/Svinevika er det foretatt årlige registreringer i Nulandsvika fra 1992 (inkl. årsskudd av krypsiv fra 1991). Nulandsvika representerer et referanseområde i f. t. vegbyggingen, dvs. det forteller oss vegetasjonsutviklingen i et område av Selura som kan sammenliknes med Eidsvika/Svinevika, og som *ikke* er påvirket av anleggingen av den nye E 39 traséen.

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.

Som i Eidsvika og Svinevika, har det skjedd en markert reduksjon i vitaliteten av krypsivet fra 1993-94 (fig. 8). Særlig i 1995-96 var veksten meget dårlig, og nesten uten årsskudd. Det meste av plantemassen i krypsivsåtene så ut til å være inaktivt og i ferd med å visne ned. Imidlertid har oveflate-mattene på de store grunnene i Nulandsvika hele tiden greid å opprettholde en frodig vekst med 5-10 cm lange, grønne, tett sammenfildrede overvannskudd. Disse friske overflatemattene har stort sett greid å holde såtene med visne undervannsskudd 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 i vika. Denne akkumuleringen har ført til en sikkerhetsrisiko ved bading på badeplassen på vestsiden av campingplassen. For å bøte på dette, er det foretatt en utlegging av skjellsand på badeplassen (Brandrud 1999b).

Det har vært tatt prøver av årsskudd av krypsiv i Nulandsvika i hele undersøkelsesperioden (fig. 8). Vekstutviklingen er bemerkelsesverdig lik utviklingen i Eidsvika (fig. 6). 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. 8).

Likheten mellom krypsivutviklingen i "referanseområdet" Nulandsvika i f. t. Eidsvika og Svinevika gir en klar indikasjon på at det er den generelle vannkvalitetsutviklingen i Selura (med tørre somre, mindre sur nedbør samt kalking) som har styrt vekst og vitalitet av krypsiv i undersøkelsesperioden, og at anleggingen av E 39 har hatt liten påvirkning.



Figur 8. Nulandsvika. Lengden av årsskudd av krypsiv i perioden 1991-1997.

4. Diskusjon

4.1 Årsaker til vegetasjonsendringene

De omfattende vegetasjonsendringene med "vekst og fall" av krypsiv i perioden 1991-97 gjelder for hele Selura, og de største endringene skjedde *før* anleggsarbeidene med E 39 ble satt igang. Hovedtrekkene i de vegetasjonsendringene som er registrert i Eidsvika og Svinevika kan derfor ikke ha noen sammenheng med anleggelsen av den nye vegtraséen. Den voldsomme framveksten av krypsiv omkring 1990, - med påfølgende sammenbrudd ser derimot ut til å ha med kalkingen av Selura å gjøre (se kpt. 4.1.2).

4.1.1 Effekter av vegfylling og nedslamming

Vegfyllingene har i liten grad direkte påvirket sårbare områder i Svinevika og Eidsvika. Alle de ulike vegetasjonsutformingene og artene som fantes tidligere er intakte, og har sine hovedforekomster godt *innenfor* veitraseen.

Anleggsarbeidene i 1994 førte imidlertid til en lengre periode med nedslamming og turbid vann med svært dårlig sikt, særlig i Svinevika. I Svinevika hadde denne partikkelforurensningen en *merkbar, men kortvarig effekt på vegetasjonen*, særlig på den såkalte langskuddsvegetasjonen dominert av krypsiv. Krypsiv-vegetasjonen virket helt nedvisnet, nesten uten årsskudd i hele Svinevika i august 1994 og mai 1995. Særlig var denne effekten påtagelig i den sørøstre delen ut mot vegfyllingen. Trolig er de meget dårlige lysforholdene i vannet i Svinevika i vekstsesongen 1994 hovedårsaken til denne tilbakegangen.

Da de store krypsivbestandene i Svinevika i stor grad er et nytt, og uønsket fenomen, kan denne straks-effekten av veg-byggingen neppe sees på som negativt, særlig fordi det ikke er registrert noen negativ effekt på den øvrige vegetasjon. Forøvrig har krypsivvegetasjonen raskt tatt seg opp igjen til det nivået den pr. idag har ellers i Selura (dvs. moderate bestander). Krypsivet har ennå ikke vist tegn til etablering i de grunne områdene av vegfyllingen, eller omkring kulvertene.

Det er foreløpig *ikke* registrert noen større, langsiktige effekter av vegbyggingen. I de tre årene som er undersøkt etter at traseen var på plass, har utviklingen i vegetasjonsforholdene i Eidsvika og Svinevika skilt seg lite fra utviklingen i Selura forøvrig. En har sett en tydelig og forventet effekt av kalkingen, bl.a. med re-etablering av forsuringfølsomme arter særlig i Eidsvika (kpt. 3.2).

I Svinevika har det skjedd en viss økning i vegetasjonstetthet og noe nyetablering i buktene i nord og sørøst, dvs. inn mot vegfyllingen. Disse områdene har fått mer karakter av beskyttede bakevjer etter anleggelsen av vegen. Endringene er imidlertid foreløpig ubetydelige, og pr. idag ser det ut til at disse områdene vil få en liten grad av tilgroing, og ihvertfall vil denne tilgroingen gå meget langsomt, bl.a. pga. nokså ugunstige bunnforhold (steinbunn).

I Eidsvika har det ikke skjedd forandringer som med rimelighet kan tilskrives anleggelsen av E 39. Bukta har fått en redusert vannutskifting pga. vegfyllingene, men dette har så langt ikke gitt seg utslag i endret siktedyp, og det har heller ikke ført til noen generell tilgroing i vann- og sumpvegetasjonen. De tilgjengelige pH-målinger fra Eidsvika og utløp Selura tyder dessuten på at en eventuell redusert vannutskifting i Eidsvika ikke har medført noen betydelig endring i vannkvalitet i forhold til resten av Selura.

4.1.2 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). 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 gunstig klima de første årene på 1990-tallet med mye nedbør og høy grad av refsuring (Brandrud 1996, 1999).

Aggressiv vekst og tilgroing av krypsiv ser primært ut til å skyldes en økning/overmetting av karbondioksid 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 karbondioksid. Vekstforsøk indikerer at *refsuring* av innsjøene mellom kalkingene er en nødvendig faktor for aggressiv/problematisk vekst av krypsiv. Mye tilsig av surt vann fører i møtet med en ny kalkdose til økt produksjon av karbondioksid, 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 (jfr. Fig. 1). Det er i samme periode målt stabil, høy pH i de kalkede innsjøene i området og meget lave CO₂-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. pH-målingene i Selura indikerer at de samme forhold har vært gjeldende der.

Årskuddene av krypsiv i Selura ble samlet i (slutten av) august. Normalt god vekst ble bare registrert i 1992. Dette året var det eneste som hadde over normalt med nedbør i vekstsesongen t.o.m. august (595 mm). Normalnedbør i vekstsesongen mai-august ligger på 479 mm. De påfølgende årene hadde meget lav nedbør i vekstsesongen fram til undersøkelsestidspunktet (mai-august: 330-425 mm, dvs. i snitt ca. 100 mm pr. måned). Av disse årene var det bare 1994 som hadde én periode med betydelig nedbør (august), men det kan virke som dette ikke har vært nok til å forårsake nevneverdig refsuring. I perioden har også innsjøen vært årlig kalket, og pH og alkalinitet har dermed gradvis stabilisert seg på et høyt nivå, spesielt etter 1993, med dermed gradvis mindre og mindre CO₂ tilgjengelig. Også andre CO₂-planter som horntorvmose (*Sphagnum auriculatum*) har gått sterkt tilbake siden 1992 (Eidsvika).

En stabil, høy pH og alkalinitet er sannsynligvis også hovedforklaringen på den markerte framveksten av enkelte forsuringfølsomme arter, særlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) i perioden. Tusenblad hadde bare en meget liten forekomst innerst i Eidsvika våren 1992 (Hindar m. fl. 1992), mens den pr. 1997 fantes mer eller mindre langs hele vest- og sørsiden av Eidsvika, samt på flere steder i Svinevika. Arten som krever en viss alkalinitet, og trolig er avhengig av en viss tilgang på bikarbonat (som karbonkilde), har vist en omvendt tidsutvikling i forhold til de alkalinitetsskyende CO₂-plantene krypsiv og horntorvmose i Eidsvika/Svinevika. Trolig vil dette mønsteret; framvekst av tusenblad, og tilbakegang av krypsiv og torvmose, etterhvert gå igjen i mange av de kalkede innsjøene i området.

Eidsvika/Svinevika er en av meget få, veldokumenterte tidsserier m.h.p. vegetasjonsutvikling etter kalking i innsjøer. Tidserien indikerer en gradvis måloppnåelse; en re-etablering av en antatt opprinnelig flora med forsuringfølsomme arter, og en tilbakegang av CO₂-planter som krypsiv som skapte problemer under den første fasen av kalking.

4.1.3 Effekter av andre mulige påvirkningsfaktorer

Det er lagt ut sand i forbindelse med badeplasser både i Eidsvika og i Svinevika i undersøkelsesperioden. Særlig i Svinevika er det foretatt forholdsvis omfattende tilrettelegging i tilknytning til badeplassen i den vestligste delen av vika. Krypsivet har i ytterst liten grad innvadert de "nye" sandområdene etter at badeplassen ble anlagt i 1994. Dette skyldes nok den generelt svært dårlige veksten av krypsivet i Svinevika 1993-1997. Hvis vi (mot formodning) skulle få en ny periode med aggressiv krypsivvekst slik det var omkring 1990, vil denne planten kunne representere et betydelig tilgroingsproblem på badeplassen (jfr. bl.a. forholdene i Nulandsbukta, se kpt. 3.3.3).

Selura er noe regulert, og sommer-vannstanden har vært holdt lav i hele undersøkelsesperioden. Dette sammen med det gunstige sommerklimaet 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 ekstra gode muligheter for å overleve. Et eksempel på dette er overflatemattene i Nulandsbukta som i noen grad har overlevd hele undersøkelsesperioden til tross for tilnærmet ingen vekst i skuddmassen under disse såtene. 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.

5. Konklusjon

Undersøkelsen i perioden 1992-1997 viser ingen negative effekter av den nye E 39 traseen over Svinevika og Eidsvika i Selura med hensyn på vannvegetasjon og tilgroing. I anleggsperioden ble det observert episoder med høy turbiditet og dårlig sikt i vannet både i Eidsvika og Svinevika. Dette kan ha ført til en tilbakegang av krypsiv i denne perioden. Sammenligner en forholdene i Eidsvika og Svinevika med vegetasjonsutvikling i andre deler av Selura tyder det på at de generelle effekter av kalkingsvirksomheten har vært større enn de midlertidige effekter av vegfyllingene i anleggsperioden. På sikt forventes liten eller ingen negativ utvikling i Eidsvika og Svinevika med hensyn på vannvegetasjon og tilgroing som følge av E 39 traseen.

6. Litteratur

- Andersen, R. 1990.
Selura-prosjektet: Effekt av kalking på fiskebestander. - Notat.
- Brandrud, T.E. 1995. Effekter av kalking på vannvegetasjon og krypsivvekst. [i:] Direktoratet for naturforvaltning. FoU-virksomhet kalking. Årsrapporter 1994. DN-notat 1995-9: 151-167. Trondheim.
- Brandrud, T.E. 1996. Vegetasjonsproblemer i ferskvann etter kalking. [i:] Halvorsen, G. (red.) Konsekvenser av kalking i skog og vatn. Bø i Telemark 14.-15. november 1995. Seminarrapport. Norsk Limnologiforening, rapp.: 96-105.
- Brandrud, T.E. 1999. Effekter av kalking på vannvegetasjon. En kunnskapsstatus. NIVA-rapp. (under trykking).
- Brandrud, T.E. 1999b. Tiltak mot krypsiv i Nulandsvika i Selura, Flekkefjord. Effekter av utlegging av skjellsand i 1997. NIVA-rapp. (under trykking).
- Hindar, Atle; Tjomsland, Torulf ; Brandrud, Tor Erik ; Johansen, Stein W. 1992.
Konsekvenser av ny E 18 trasè over innsjøen Selura ved Flekkefjord. - NIVA-rapport O-92021 (OR-2768), 29 sider.
- 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. 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquat. Bot.* 39: 173-193.