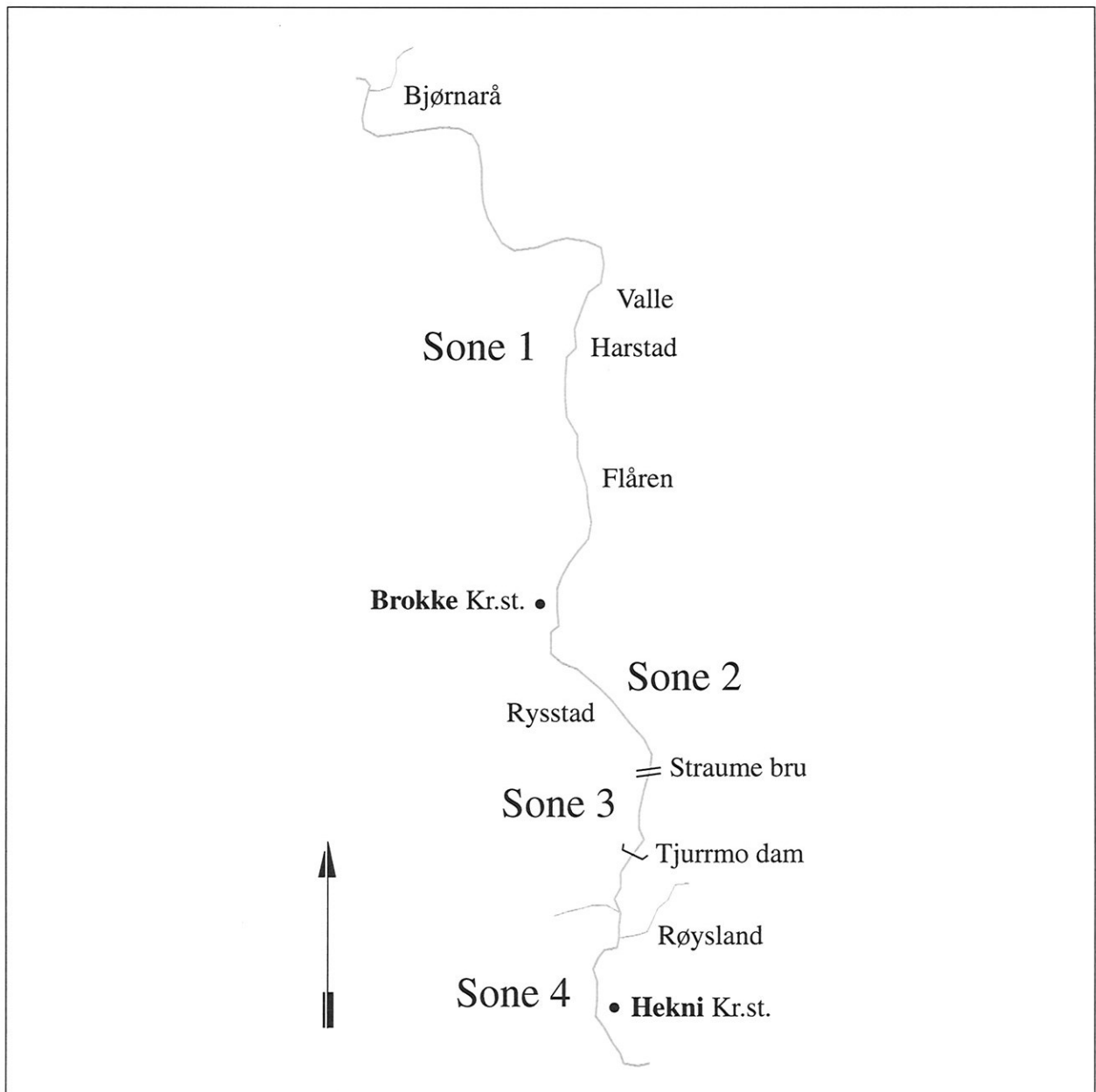


# Tiltaksplan for fjerning av krypsiv i Otra gjennom Valle kommune



**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  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Tiltaksplan for fjerning av krypsiv i Otra gjennom Valle kommune	Løpenr. (for bestilling) 4579-2002	Dato oktober 2002
	Prosjektnr. Undernr. O-21214	Sider Pris 54
Forfatter(e) Stein W. Johansen	Fagområde	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) VAFA Valle Fiskeadministrasjon	Oppdragsreferanse Torjus Uppstad
--	-------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Otra gjennom Valle kommune kan deles inn i følgende 4 vassdragsavsnitt som en følge av reguleringsinngrepene:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk; terskelbassengstrekning med minstevannføring</li> <li>2) Utløp Brokke kraftverk – Straume bru; nedstrøms utløp kraftverkstrekning med driftsvannføring</li> <li>3) Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk; gjennomstrømningsinnsjø med kort oppholdstid</li> <li>4) Tjurrmo – Røyselund; terskelbassengstrekning med minstevannføring</li> </ol> <p>For å kunne gjøre tiltak i et område er det en rekke forutsetninger som må ligge på plass.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) områdebeskrivelse med fysiske forutsetninger og muligheter</li> <li>2) utbredelse og omfang av problemvekst i det aktuelle området</li> <li>3) vurdering av egnet tiltak for det aktuelle området</li> </ol> <p>Alle de 4 vassdragsavsnitt har i dag forskjellige forhold mhp. hydrologi- og temperatur-regimer. Krypsiv har etablert seg i alle områdene og danner flere steder problemvekst. Omfang og utbredelse varierer imidlertid innenfor hvert område og det er behov for en mer detaljert oppdatert status på flere delstrekninger. På kort sikt vil mekanisk fjerning være det mest realistiske tiltaket for fjerning av krypsiv på samtlige strekninger med problemvekst. Manøvrering av vannstand sommer og vinter regnes på lang sikt å være et tiltak som vil kunne redusere krypsivveksten på samtlige strekninger med problemvekst etter at mekanisk fjerning er gjennomført.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Krypsiv</li> <li>2. Vegetasjonsfjerning</li> <li>3. Tiltaksplan</li> <li>4. Otra</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Juncus supinus</i></li> <li>2. Vegetation removal</li> <li>3. Action plan</li> <li>4. River Otra</li> </ol>
--	---

  
Stein W. Johansen  
Prosjektleder

  
Dag Berge  
Forskningsleder

  
Nils Roar Sælthun  
Forskningsjef

## Forord

Etter en henvendelse fra VAFA (Valle Fiskeadministrasjon) v/ Torjus Uppstad 07.01.02, ble det på NIVA utarbeidet et prosjektforslag på Tiltaksplan for fjerning av krypsiv i Valle kommune datert 17.01.02.. Prosjektet skulle gjennomføres innenfor tidsrammen 1. juni 2002 og det skulle basere seg på allerede eksisterende materiale (tidligere rapporter). På grunn av dårlige forhold mhp. befaring av krypsiv-lokaliteter i mai-juni, ble befaring av vassdraget utsatt til 26. juni. Det fremkom da behov for ytterligere utvidelse av tidsrammen for oppdraget og rapporteringsfristen ble utsatt til 1. september.

På NIVA har Stein W. Johansen vært prosjektleder og stått for utarbeidelsen av foreliggende rapport. Vi takker Torjus Uppstad og VAFA for godt samarbeid og tilrettelegging av bakgrunnsmateriale og opplysninger i forbindelse med arbeidet. Torjus Uppstad og Tom Arild Homme takkes for en godt planlagt feltbefaring i juni.

Fra regulantene i Otra har vi fått nyttig informasjon og bakgrunnsmateriale fra Lars Damsgård (Agder Energi) og Reidar Ove Mork og Torleiv Bjørgum (Otra Kraft).

Oslo, 1.september 2002

*Stein W. Johansen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Områdebeskrivelse</b>	<b>8</b>
2.1 Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk	9
2.2 Utløp Brokke kraftverk – Straume bru	12
2.3 Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk	14
2.4 Tjurrmo – Røysland	16
2.5 Klimatiske forhold	17
<b>3. Krypsiv</b>	<b>19</b>
3.1 Beskrivelse av planten	19
3.1.1 Generelt	19
3.1.2 Lengdevekst	20
3.2 Geografisk utbredelse i Norge	21
3.3 Generelle miljøkrav	21
3.3.1 Klima, hydrologi og substrat	21
3.3.2 Vannkjemi	22
3.4 Krypsiv i Otra i Valle kommune	23
3.4.1 Utbredelse av krypsiv i de ulike vassdragsavsnitt	23
<b>4. Mulige tiltak mot krypsiv</b>	<b>26</b>
4.1 Tiltak mot problemvekst	26
4.1.1 Forslag til tiltaksplan generelt	27
4.2 Mekanisk fjerning med slåmaskin	27
4.2.1 Erfaringer fra Mandalselva	28
4.2.2 Erfaringer fra Otra	29
4.2.3 Konklusjoner	30
4.3 Rensking med gravemaskin og hjullaster (Aksjon Venneslafjord 1997)	30
4.4 Manuell rensking	30
4.5 Manipulering med vannføring – innfrysing og spyleflommer	31
4.5.1 Erfaringer fra Otra	32
<b>5. Tiltaksplan for fjerning av krypsiv</b>	<b>32</b>
5.1 Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk	33
5.1.1 Mekanisk fjerning	34
5.1.2 Manøvrering av vannstand sommer og vinter.	36
5.2 Utløp Brokke kraftverk – Straume bru	36
5.2.1 Mekanisk fjerning	37
5.2.2 Manøvrering av vannstand sommer og vinter	39
5.3 Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk	39
5.4 Tjurrmo – Røysland	41
5.5 Generelle forutsetninger for å kunne utføre tiltak i vassdrag	41



<b>6. Tilbud fra Nomelands Anleggsmaskiner A/S</b>	<b>42</b>
<b>7. Litteratur</b>	<b>43</b>
<b>Vedlegg A. Befaringsnotat 26. juni 2002</b>	<b>46</b>
<b>Vedlegg B. Dybdekart terskelbassenger</b>	<b>48</b>
<b>Vedlegg C. Vegetasjonskart for terskelbassenger</b>	<b>49</b>
<b>Vedlegg D. Vegetasjonskart nedstrøms Brokke</b>	<b>51</b>
<b>Vedlegg E. Tilbud fra Nomelands Anleggsmaskiner A/S</b>	<b>52</b>

---

## Sammendrag

Valle Fiskeadministrasjon VAFA har lenge vært opptatt av krypsivproblemene i Valle og har nå engasjert NIVA for å få utarbeidet en tiltaksplan for fjerning av krypsiv innenfor kommunen. Tiltaksplanen skal i det alt vesentlige basere seg på tidligere dokumentasjon (rapporter og notater) fra vassdraget og den erfaring man har så langt med krypsiv i Sørlandsvassdragene. Arbeidet med tiltaksplanen er lagt opp etter følgende mønster: En beskrivelse av de ulike vassdragsavsnitt og de rådene fysiske forhold som er basis for forståelsen av hvordan krypsiv har utviklet seg over tid og hva en kan forvente i fremtiden etter eventuelt gjennomførte tiltak. Deretter er det tatt med en generell del om krypsiv og en oppdatert status over hvordan krypsiv i dag opptrer på de ulike vassdragsavsnitt i Otra gjennom Valle kommune. En oppsummering av tidligere gjennomførte tiltak i Otra og Mandalselva er tatt med før et forslag til tiltaksplan for de ulike vassdragsavsnitt i Otra gjennom Valle kommune er skissert.

Otra gjennom Valle kommune kan deles inn i følgende 4 vassdragsavsnitt som en følge av reguleringsinngrepene:

- 1) Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk; terskelbassengstrekning med minstevannføring
- 2) Utløp Brokke kraftverk – Straume bru; nedstrøms utløp kraftverkstrekning med driftsvannføring
- 3) Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk; gjennomstrømningsinnsjø med kort oppholdstid
- 4) Tjurrmo – Røyselund; terskelbassengstrekning med minstevannføring

For å kunne gjøre tiltak i et område er det en rekke forutsetninger som må ligge på plass.

- 1) områdebeskrivelse med fysiske forutsetninger og muligheter
- 2) utbredelse og omfang av problemvekst i det aktuelle området
- 3) vurdering av egnet tiltak for det aktuelle området

Alle de 4 vassdragsavsnitt har i dag forskjellige forhold mhp. hydrologi- og temperatur-regimer. Krypsiv har etablert seg i alle områdene og danner flere steder problemvekst. Omfang og utbredelse varierer imidlertid innenfor hvert område og det er behov for en mer detaljert oppdatert status på flere delstrekninger. På kort sikt vil mekanisk fjerning være det mest realistiske tiltaket for fjerning av krypsiv på samtlige strekninger med problemvekst. En forutsetning for valg av riktig metode og utstyr samt en vellykket opprensning, er en plan for hvert område med data om dyp, substratforhold, strømforhold og utbredelseskart for krypsiv. Alt dette er pr. i dag ikke tilgjengelig for noen områder, men enkelte områder har mer bakgrunnsdata enn andre og kan derfor prioriteres. Det anbefales at alle manglende data samles inn og kartlegges for de aktuelle problemvekstområder hvor det ønskes utført tiltak.

Manøvrering av vannstand sommer og vinter regnes på lang sikt å være et tiltak som vil kunne redusere krypsivveksten på samtlige strekninger med problemvekst etter at mekanisk fjerning er gjennomført. Pr. i dag kan en ikke regulere vannstanden i terskelbassengene oppstrøms Brokke eller nedstrøms Tjurrmo dam. Disse må i så fall bygges om med tappeluker, forbitappekanaler eller liknende. For strekningen nedstrøms Brokke og inntaksmagasinet til Hekni er det teoretisk mulig å regulere vannføring og vannstand i stor grad. En er i dette tilfellet avhengig av et samarbeid med regulanten som har muligheten til å manøvrere vassdraget innenfor fastsatte manøvreringsreglement. Det anbefales derfor å ta kontakt med regulanten å foreslå at det blir laget en oversikt over hvilke muligheter man i praksis har til å oppnå vannstandsvariasjoner. En slik oversikt bør inneholde følgende momenter:

- Årstid (hvilke perioder av året er det mest realistisk å kunne foreslå ønsket manøvrering)
  - Hvilke kombinasjoner av manøvrering er teknisk mulig å gjennomføre
  - Hvor lange perioder (timer, dager, uker) kan de forskjellige manøvreringer gå uten endring
- En slik oversikt blir viktig for videre arbeid med krypsivbekjempelse i dette området i fremtiden.

# 1. Innledning

Otra gjennom Valle kommune er sterkt preget av reguleringsinngrep i forbindelse med kraftproduksjon (Skomedal 2000). Anleggsarbeidene i forbindelse med Brokke kraftverk ble påbegynt i 1962 og i 1964 ble de to første aggregatene satt i drift. Aggregat 3 ble satt i drift i 1965, mens det siste aggregatet (4) ble satt i drift i 1977. Etableringen av Brokke kraftverk medførte sterkt redusert vannføring på strekningen Bykle – Brokke, og det ble i 1964 påbegynt bygging av en rekke terskler i området. Den siste terskelen på strekningen Bjørnarå – Brokke sto ferdig i 1983. Anleggsarbeidene i forbindelse med Hekni kraftverk startet våren 1992 og kraftproduksjonen startet høsten 1996. Det ble bygget et inntaksmagasin i selve Otra med en terskelbassengstrekning mellom inntaksdammen og utløpet av elvekraftverket. Dette er det foreløpig siste byggeprosjektet som har endret forholdene i OTRAS elvestreng gjennom Valle kommune.

Krypsiv har helt siden midt på 70-tallet vært et fremtredende vegetasjonselement i Valle. Allerede i forbindelse med resipient-undersøkelsene fra 1976-1977 ble det påvist til dels betydelige forekomster av krypsiv spesielt nedstrøms Brokke (Rørslett m.fl. 1981). Senere ble det også fokusert på krypsiv i terskelbassengene i Valle (Boman m.fl. 1984). Omfanget av krypsiv syntes bare å øke på og det ble satt igang undersøkelser spesielt på krypsiv og mulige tiltak for bekjempelse i området nedstrøms Brokke (Rørslett 1987) og i terskelbassengene (Rørslett m.fl. 1990). I perioden 1991-1996 ble det prøvd ut tiltak i de samme områdene med innfrysing (Rørslett 1991) og høsting i form av mudring/klipping (Rørslett 1997, Johansen m.fl. 2000). De siste undersøkelser omkring krypsiv innenfor kommunen er gjort på den nye terskelbasseng-strekningen nedstrøms inntaksdammen til Hekni kraftverk i 1999 og 2001 (Gravem 2000 og 2002).

Krypsiv er viet oppmerksomhet i boken til Otteraaens Brugseierforenings 100 års jubileum og blir der beskrevet å være et økende problem i hele vassdraget (Skomedal 2000). I forbindelse med søknaden om fornyelse av vassdragskonsesjonene fra 1912 og 1942, mener Valle kommune at Otteraaens Brugseierforening må pålegges å sørge for opprensning av vassdraget med jevne mellomrom. I innstillingen fra NVE heter det at årsakene til begroingen er uklar, men at det er grunn til å tro at endringene i vannføringen som følge av reguleringene, kan være en medvirkende årsak. I forslaget til vilkår for ny reguleringskonsesjon foreslår NVE i punkt 11: "Konsesjonæren kan pålegges å delta i undersøkelser og tiltak for å redusere begroingen i vassdraget".

Valle Fiskeadministrasjon VAFA har lenge vært opptatt av krypsivproblemene i Valle og har nå engasjert NIVA for å få utarbeidet en tiltaksplan for fjerning av krypsiv innenfor kommunen. Tiltaksplanen skal i det alt vesentlige basere seg på tidligere dokumentasjon (rapporter og notater) fra vassdraget og den erfaring man har så langt med krypsiv i Sørlandsvassdragene. I 2002 etableres et større prosjekt "Krypsivprosjektet på Sørlandet" som har som målsetning å arbeide videre med årsaksforhold og tiltak mot problemvekst av krypsiv. Resultatene fra dette prosjektet vil trolig bringe kunnskapene om krypsiv et skritt videre og spesielt eventuelle nye erfaringer med tiltak mot krypsiv vil være viktig også å dra nytte av i Otra gjennom Valle. Dette prosjektet har i første omgang en tidsramme på 5 år og det har ikke kommet resultater fra prosjektet til nå som kan anvendes i denne tiltaksplanen.

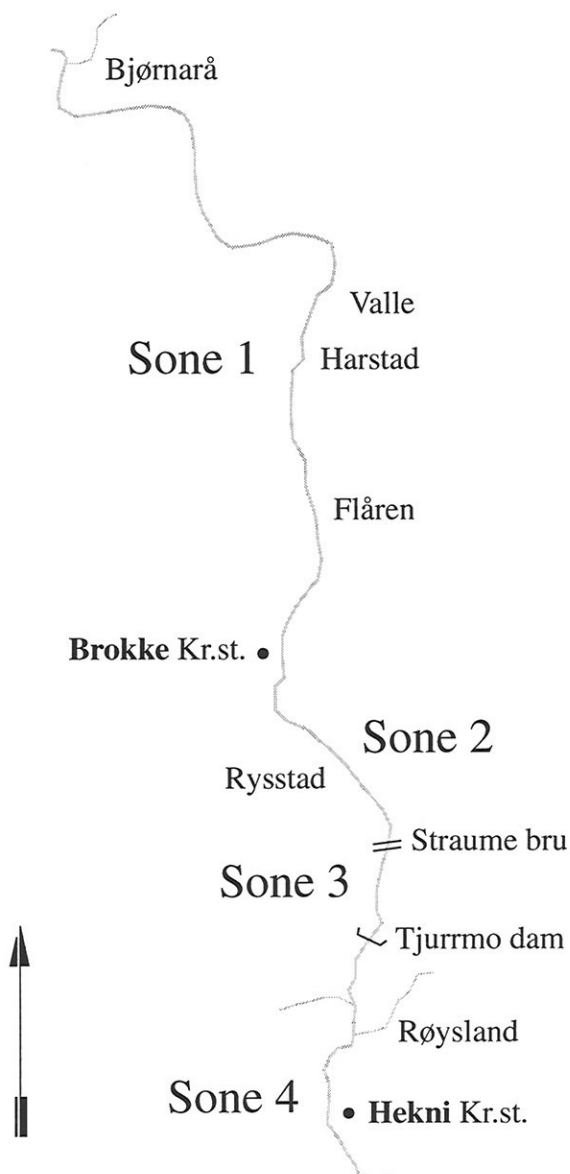
Arbeidet med tiltaksplanen er lagt opp etter følgende mønster: En beskrivelse av de ulike vassdragsavsnitt og de rådene fysiske forhold som er basis for forståelsen av hvordan krypsiv har utviklet seg over tid og hva en kan forvente i fremtiden etter eventuelt gjennomførte tiltak. Deretter er det tatt med en generell del om krypsiv og en oppdatert status over hvordan krypsiv i dag opptrer på de ulike vassdragsavsnitt i Otra gjennom Valle kommune. En oppsummering av tidligere gjennomførte tiltak i Otra og Mandalselva er tatt med før et forslag til tiltaksplan for de ulike vassdragsavsnitt i Otra gjennom Valle kommune er skissert.

## 2. Områdebeskrivelse

Otra gjennom Valle kommune kan deles inn i følgende 4 vassdragsavsnitt som en følge av reguleringsinngrepene:

- 1) Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk
- 2) Utløp Brokke kraftverk – Straume bru
- 3) Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk
- 4) Tjurrmo – Røysland

I det følgende gis det en oversikt over de ulike vassdragsavsnitt og hvilke forhold som der er viktige for krypsiv-situasjonen. Spesielt viktig er det å illustrere endringer og tidsutvikling i de hydrologiske forhold.



**Figur 1.** Kart over Otra gjennom Valle kommune. De 4 vassdragsavsnitt er markert.

## 2.1 Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk

Strekningen Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk er ca. 27 km og det er bygd 25 større og mindre terskler i dette området. Mellom Bjørnarå og terskelen ved Flåren er det et fall på 127 meter. I tabell 1 er satt opp en oversikt over tersklene som er anlagt i forskjellige perioder. De første tersklene ble anlagt i 1964 som betong-konstruksjoner. Senere i 1968-1969 ble en serie nye terskler anlagt, vesentlig betong-konstruksjoner, mens de siste ble bygget i 1983. Av de 25 tersklene er 17 betong- og 8 løsmasse-terskler. Tersklene danner vannspeil av ulik størrelse og vil i praksis være en serie med mer eller mindre små innsjøer i hovedvannstrengen, såkalte terskelbassenger. Det er pr. i dag ingen fysisk mulighet til å regulere vannstanden i terskelbassengene i form av tappeluker eller liknende. Fram til nå er det bare dybdekart for 3 av terskelbassengene; Svortie, Harstad og Flåren (Boman m.fl. 1984).

**Tabell 1.** Terskler bygd i Otra på strekningen Bjørnarå – Flåren. (Kilde I/S Øvre Otra). Fra Rørslett m.fl. 1990.

Nr.	Navn	Konstruksjon	Vannspeil kote NVE	Vannspeil lengde (m)	Bredde overløp (m)	Byggeår
1	Bjørnarå	Betong	401,4	400	53	1969
2	Reimarmoen I	Løsmasse	377,4	700	75	1983
3	Reimarmoen II	Løsmasse	375,8	370	70	1983
4	Edanfossen (5 stk.)	Betong	374,0	300	45	1983
5	Vormeviki	Betong	367,5	640	95	1964
6	Sandens åre	Betong	366,0	520	128	1964
7	Brokka	Betong	356,5	300	63	1969
8	Hagefoss (3 stk.)	Betong	353,1	1100	250	1964
9	Løyland II	Løsmasse	343,7	650	100	1983
10	Løyland I	Løsmasse	343,3	450	90	1983
11	Svortie	Betong	341,8	900	62	1964
12	Kallefoss (3 stk.)	Betong	338,5	340	61	1969
13	Einangmoen	Løsmasse	334,5	1800	125	1968
14	Homme-Dale vest	Betong	333,5	800	35	1969
15	Homme-Dale øst*	Betong	333,5	800	40	1969
16	Grimestrond	Betong	325,4	330	75	1969
17	Skjenøy nord	Betong	323,6	50	17	1968
18	Jore	Løsmasse	-	250	120	1977
19	Skjenøy sør	Betong	-	70	30	-
20	Deknøy	Løsmasse	-	50	35	-
21	Prestefoss*	Betong	307,1	800	100	1968
22	Valle (øvre)	Løsmasse	302,6	400	142	1968
23	Harstad	Betong	301,7	1800	55	1969
24	Hallandsfoss**	Betong	295,4	200	30	1982
25	Flåren*	Betong	274,7	5200	13	1964

\* fisketrapp

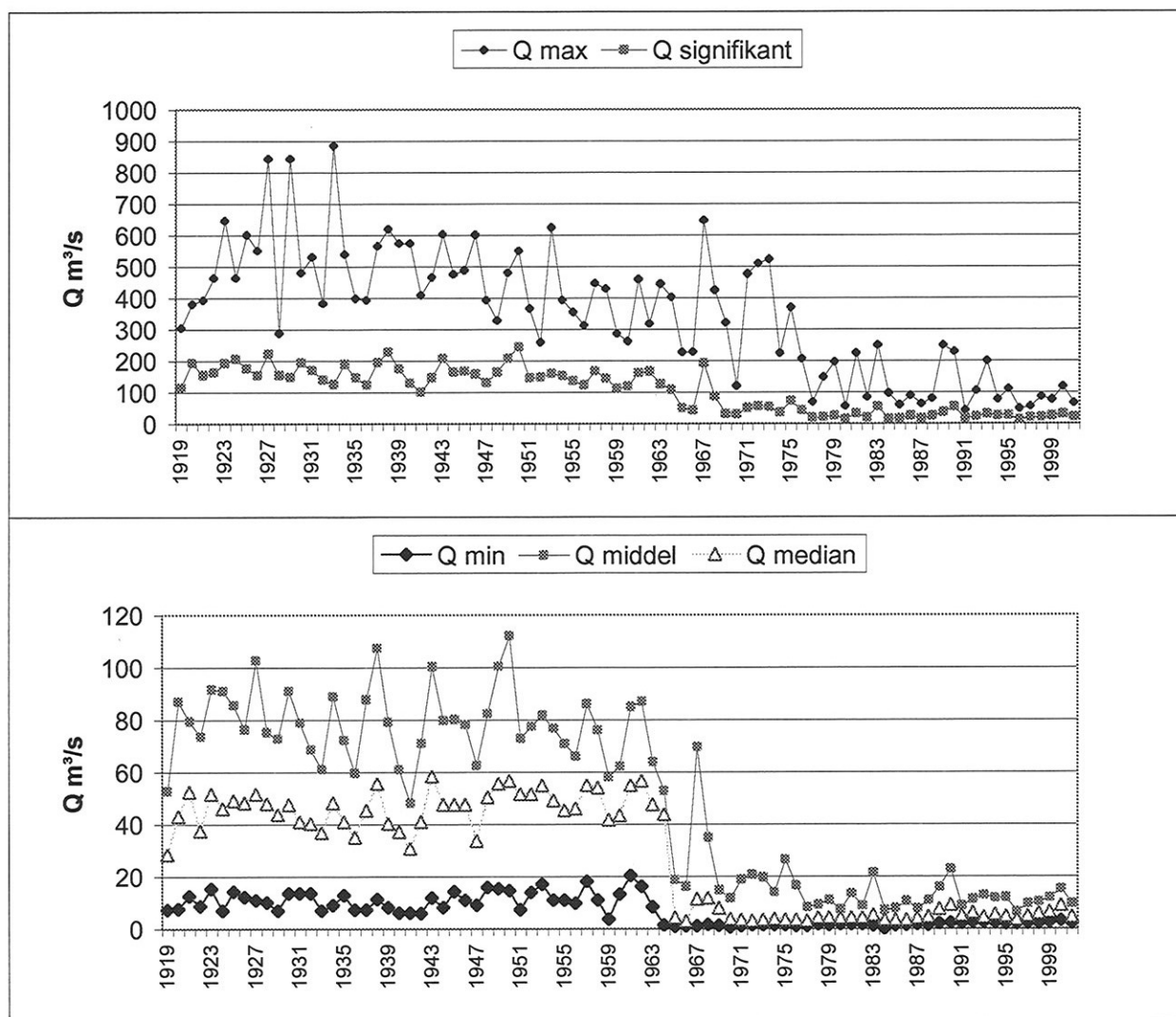
\*\* måleterskel og ny plassering av VM 21.22 Hallandsfossen Valle (tidligere VM 536-0 Valle).

### Hydrologiske forhold.

Vannføringen i Otra på strekningen Bjørnarå – Brokke kraftverk er i dag bestemt av et pålegg om minstevannføring ved Bykil på 0,2 m<sup>3</sup>/s hele året og ved Hallandsfossen i Valle; 3 m<sup>3</sup>/s om sommeren og 2 m<sup>3</sup>/s om vinteren. Sommerperioden defineres som fra snøsmeltingen tar til og fram til 15. oktober. I tillegg kommer avrenningen fra det uregulerte restfeltet fra Bykil og ned til Brokke. De

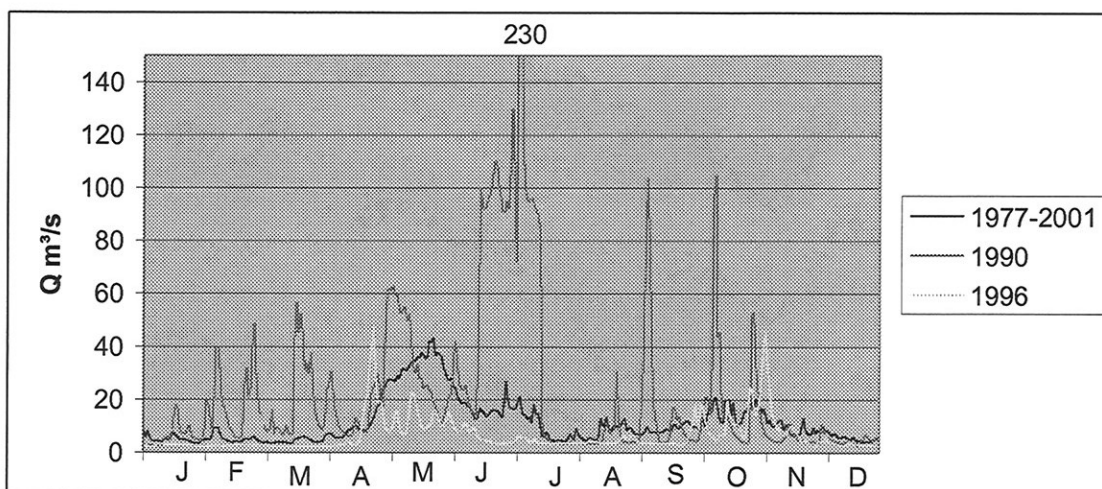
hydrologiske forhold på terskelbasseng-strekningen ble grundig gjennomgått av Rørslett m.fl. (1990). Her skal bare kort kommenteres de viktigste trekk i utviklingen fremstilt i figur 2. Før Brokke-reguleringen kunne det gå flommer opp mot 885 m<sup>3</sup>/s gjennom Valle, samtidig som det enkelte år var maks flomvann-føring på dagens nivåer (eks. ca. 250 m<sup>3</sup>/s i årene 1952, 1983 og 1989). Hyppigheten av store vannføringer har imidlertid gått betydelig ned, noe som klart fremgår av kurven for middelvann-føringer for året. Før Brokke (1919-1963) lå denne på 78 m<sup>3</sup>/s, mens den nå (1977-2001) har gått ned til 11 m<sup>3</sup>/s. Tilsvarende har signifikant vannføring gått ned fra 162 til 25 m<sup>3</sup>/s, som klart indikerer redusert transportevne av suspendert materiale på dette elveavsnittet.

Vannføring fordelt over året er illustrert i figur 3. I tørre år som 1996 vil vannføringen gjennom Valle i lange perioder ligge nær minstevannføringen, mens i våte år som 1990 kan regnflommer forårsake et mer variert avrenningsmønster over store deler av året. Perioden juli-september synes å være den gunstigste perioden med minst vannføring for å utføre tiltak mot krypsiv i sommerhalvåret.



**Figur 2.** Tidsutvikling for vannføringsparametre ved Valle (VM 21.22 Hallandsfossen Valle) for perioden 1919-2001. Årlige maksimum, minimum, middel og median-vannføringer samt beregnet signifikant vannføring. Signifikant vannføring er pr. definisjon middelverdien av de 1/3 største vannføringer i løpet av et år. (Data fra NVE og Brokke driftsentral).



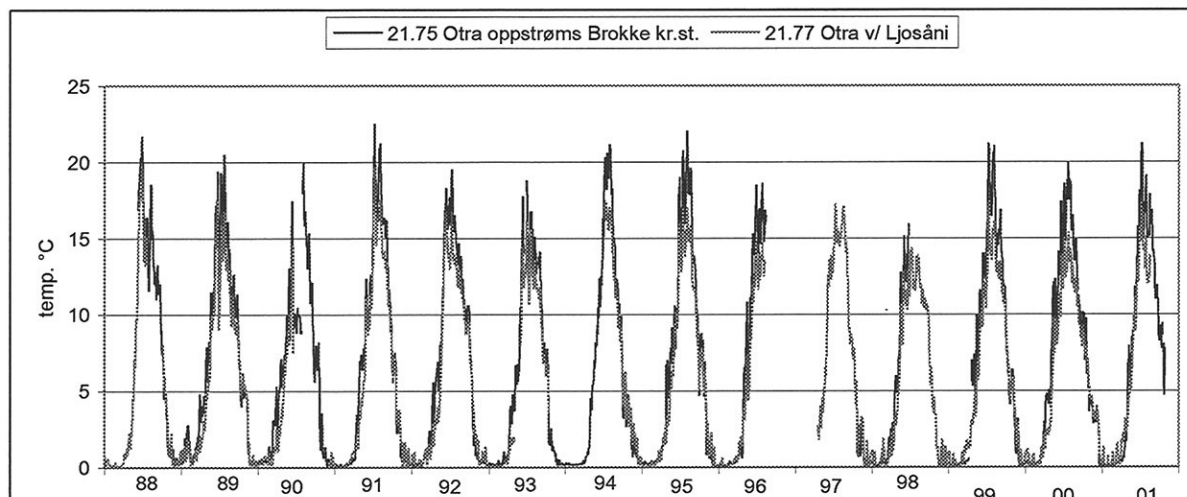


**Figur 3.** Døgnmiddelvannføring for årene 1996 (tørt år), 1990 (vått år) og perioden 1977-2001 ved Valle (VM 21.22 Hallandsfossen Valle) etter Brokke-reguleringen. (Data fra NVE og Brokke driftsentral).

#### Vanntemperatur.

Otra er kjent som en kald elv (Skomedal 1986), men det foreligger ingen temperaturmålinger fra området før Brokke ble satt i drift. Sammenligninger med tilstanden før utbyggingene på 1960-tallet vil dermed bli noe usikre. I perioden 1985-1988 ble det lagt ut loggere på 5 stasjoner i Otra til erstatning for manuelle målinger som startet i perioden 1973-1975 (Rørslett m.fl. 1990). Således finnes det brukbar dokumentasjon på hvordan temperaturforholdene er i dag på de ulike vassdragsavsnitt selv om stabiliteten og kontinuiteten på logger-dataene er noe variabel.

Figur 4 viser tidsserie med døgnmiddeltemperatur på stasjonen ved Ljosåni og oppstrøms utløp Brokke kraftverk som regnes representativ for terskelbasseng-strekningen Bjørnara - Brokke. Det fremkommer en stor naturlig årsvariasjon med minimumstemperaturer nær 0 °C om vinteren og varierende maksimumstemperaturer om sommeren. Vintertemperaturer nær 0 °C medfører regelmessig isdannelse på denne strekningen hver vinter, men lengden av isperioden og tykkelsen på isen varierer mye. Dette er en viktig faktor mhp. krypsiv-vekst, men det finnes ikke nøyaktige registreringer av isomfang. Generelt skjer det en oppvarming av vannet fra Bjørnara til Brokke slik at det nederste terskelbasseng Flåren kan oppnå 300-400 døgngrader mer enn de øverste nærmest Ljosåni. Om sommeren kan temperaturen i terskelbassengene bli over 20 °C som er betydelig høyere enn det en kan oppnå nedstrøms Brokke.



**Figur 4.** Tidsserie for vanntemperatur i perioden 1988-2001 representativ for terskelbasseng-strekningen Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk. Døgnmiddeltemperaturer ved stasjonene 21.75 Otra oppstrøms utløp Brokke kraftverk og 21.77 Otra ved Ljosåni. (Data fra NVE.)

**Tabell 2.** Døgngradsummer og maks døgnmiddeltemperatur på stasjonene 21.75 Otra oppstrøms utløp Brokke kraftverk og 21.77 Otra ved Ljosåni for enkelte år med komplette datasett. (Data fra NVE.)

År:	Ljosåni døgngader	Ovf. Brokke døgngader	Differanse døgngader	Ljosåni maks temp.	Ovf. Brokke maks temp.	Differanse maks temp.
1989	2122	2469	347	17,6	20,5	2,9
1991	2070	2353	283	19,7	22,5	2,8
1992	2003	2315	312	16,7	19,6	2,9
1995	2026	2355	329	17,0	22,1	5,1
2000	2192	2618	426	15,4	19,9	4,5

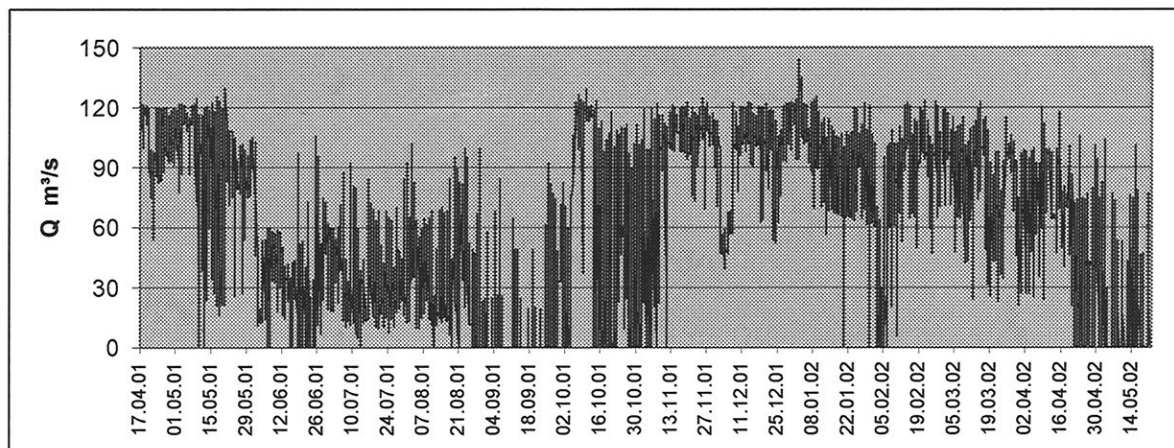
## 2.2 Utløp Brokke kraftverk – Straume bru

Strekningen omfatter utløp Brokke kraftverk ved Nomeland til Straume bru, ca. 7 km elvestreng. Elva har et fall på om lag 3 m fra Nomeland og ned til Rysstad (ca. 2 km). Derfra er fallet mindre, omkring 0,3 m ved vannføring 80 m<sup>3</sup>/s, ned mot Straume bru (ca. 5 km). Den stilleflytende strekningen, Rysstad – Straume, er i tidligere rapporter omtalt som "Straumefjorden" (Rørslett 1987). Brokke kraftverk ble satt i drift i 1964 slik at strekningen må betegnes som en typisk nedstrøms utløp kraftverk-strekning fra dette tidspunkt. Etter at inntaksdammen til Hekni kraftverk ved Tjurmo ble bygd, ble median vannstand ved Rysstad beregnet å øke med 0,25 m (Rørslett 1987).

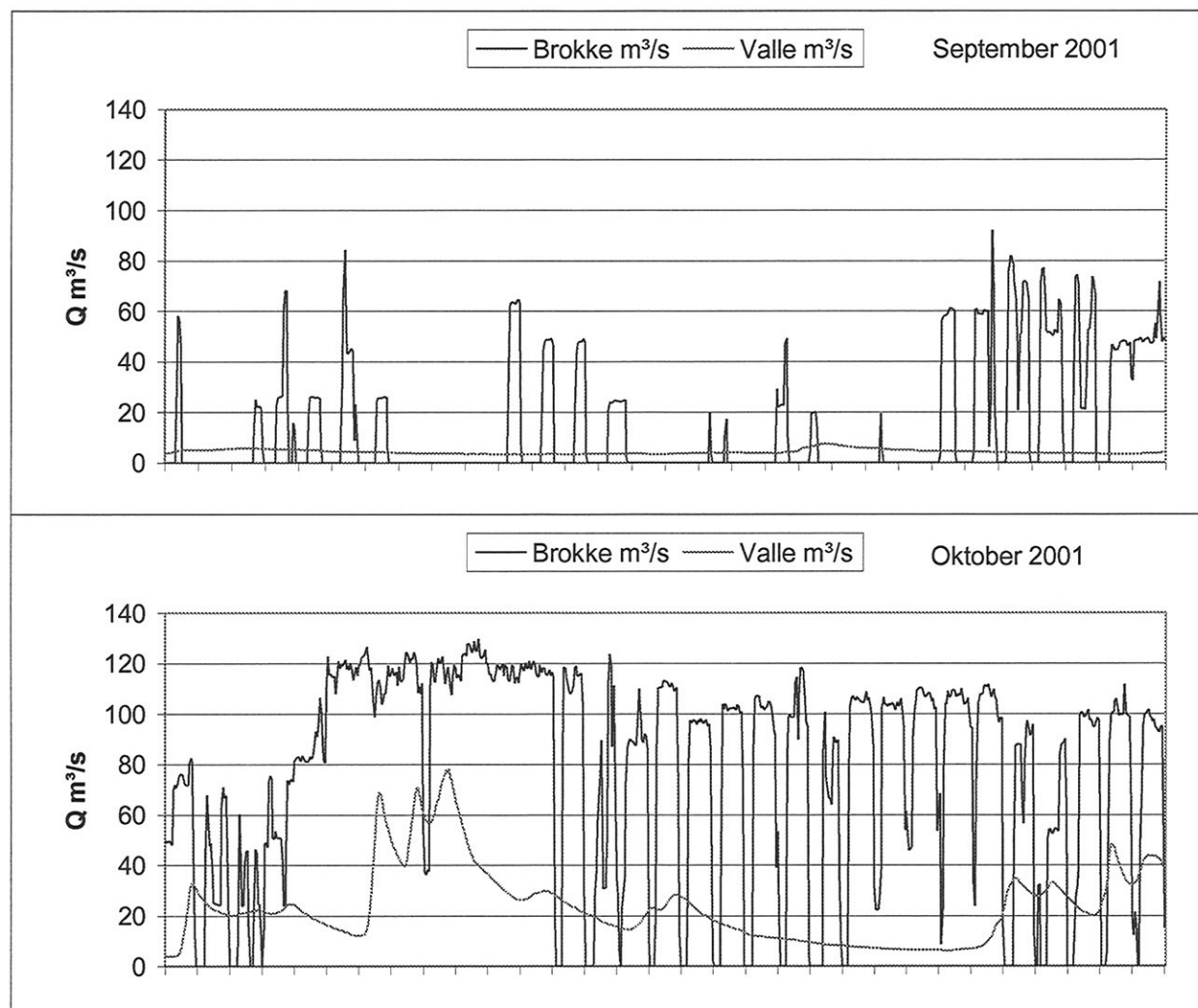
### Hydrologiske forhold.

Vannføringen på strekningen nedstrøms Brokke er bestemt av driftsvannføringen i Brokke kraftverk og tilsiget fra terskelbasseng-strekningen gjennom Valle. Maksimal driftsvannføring (slukeevne) på Brokke kraftverk er 130 m<sup>3</sup>/s. Produksjonen i Brokke er i dag i større grad enn tidligere bestemt av priser på kraft og etter 1996 samkjøring med produksjonen i Hekni kraftverk. I praksis innebærer dette at en på døgnbasis kan ha en variasjon i driftsvannføring fra 0 – 130 m<sup>3</sup>/s i enkelte perioder av året, mens en i andre perioder har mer stabil kjøring hele døgnet (figur 5). Figur 6 viser eksempler på perioder med stans i Brokke flere døgn i strekk og perioder med regelmessig stans om natten fra henholdsvis september og oktober 2001. Etter at Hekni kraftverk kom i drift utgjør ikke disse store

endringer i driftsvannføring større utslag på vannstanden i Straumefjorden, siden man i praksis holder vannstanden ved Tjurrmo nær HRV hele tiden.



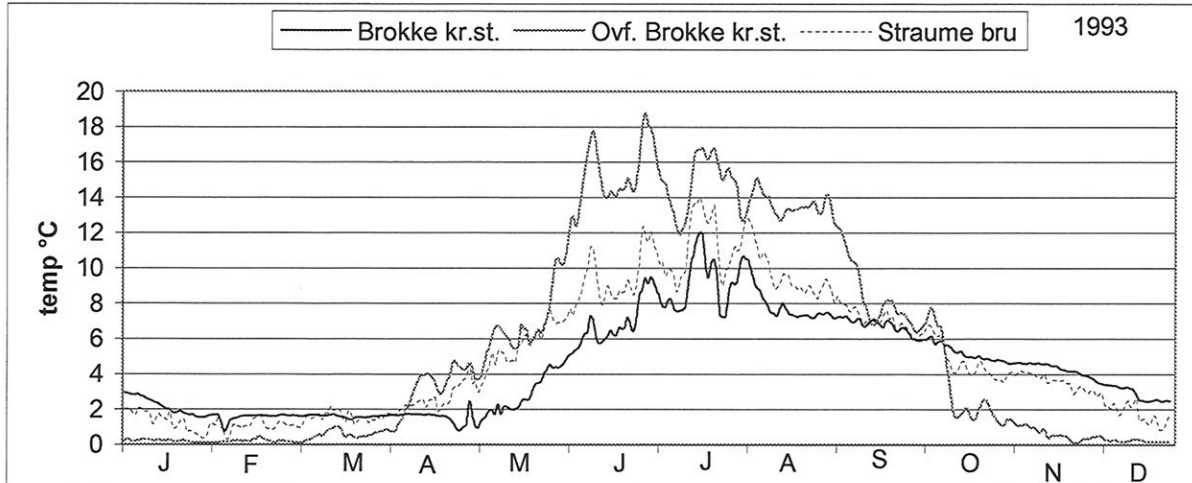
**Figur 5.** Driftsvannføring på Brokke kraftverk i perioden 17.04.01 – 20.05.02. (Kilde: timesverdier fra Brokke driftssentral, Otra Kraft).



**Figur 6.** Driftsvannføring på Brokke kraftverk samt vannføring forbi Valle i september og oktober 2001. (Kilde: timesverdier fra Brokke driftssentral, Otra Kraft).

### Vanntemperatur.

Vanntemperaturen nedstrøms Brokke og i Straumefjorden er i stor grad bestemt av årsvariasjon i temperaturen på driftsvannet gjennom Brokke kr.st. (figur 7). Dette ligger på 2-4 °C om vinteren og kommer opp mot 10-15 °C om sommeren. I perioden oktber – mars blir vannet avkjølt på vei ned til Straume bru, mens det resten av året skjer en oppvarming. På årsbasis er oppvarmingen større enn avkjølingen slik at døgnggradsummen alltid er 200-300 grader høyere ved Straume. På grunn av den relativt høye vintertemperaturen på driftsvannet er det nå isfritt hele året nedstrøms Brokke og i Straumefjorden i motsetning til terskelbassengstrekningen oppstrøms Brokke.



**Figur 7.** Eksempel på forskjell i vanntemperatur på terskelbassengstrekningen oppstrøms Brokke og strekningen Brokke – Straume bru. Døgnmiddeltemperatur på stasjonene 21.75 Otra oppstrøms utløp Brokke kraftverk, 21.74 Brokke kr.st. og 21.76 Straume bru i 1993. (Data fra NVE).

**Tabell 3.** Døgnggradsummer og maks døgnmiddeltemperatur på stasjonene 21.75 Otra oppstrøms utløp Brokke kraftverk, 21.74 Brokke kr.st. og 21.76 Straume bru for enkelte år med komplette datasett. (Data fra NVE.)

År:	Ovf. Brokke døgngrader	Brokke kr.st døgngrader	Straume bru døgngrader	Ovf. Brokke maks temp.	Brokke kr.st maks temp.	Straume bru maks temp.
1991	2353	1816	2120	22,5	13,1	17,4
1992	2315	1820		19,6	12,7	
1993	2078	1612	1838	18,8	12,0	14,0
2001		2034	2305		15,2	17,5

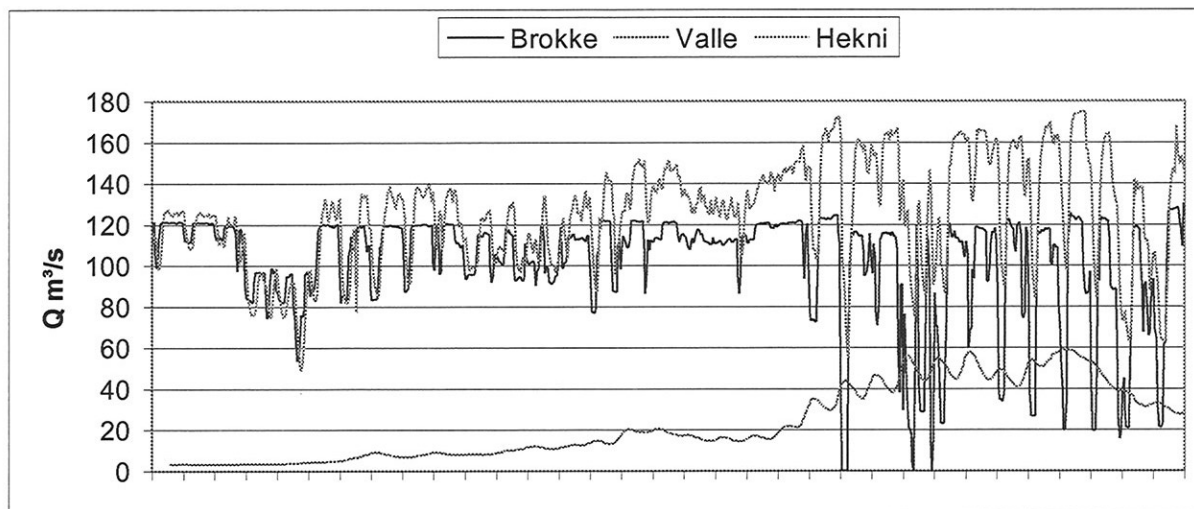
## 2.3 Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk

Anleggsarbeidene i forbindelse med Hekni kraftverk startet våren 1992 og kraftverket ble satt i drift høsten 1996. Ved Tjurrmo ble det bygd en 170 m lang og 10 m høy inntaksdam i betong, som hevet vannspeilet i Otra med 6-8 m (Skomedal 2000). Inntaksmagasinet strekker seg i praksis opp til Straume bru (ca. 3 km) der det før Hekni-utbyggingen var et lite fall. Ifølge Agder Energi innvirker dammen ved Tjurrmo i begrenset grad på vannstanden i Straumefjorden. Reelt påvirker dammen vannstanden på hele strekningen ca. 7 km oppstrøms til Bjørgeevja (AAK 1985).

### Hydrologiske forhold.

Hekni kraftverk har en maksimal driftsvannføring (slukeevne) på 170 m<sup>3</sup>/s. Vannføringer større enn dette går i overløp til terskelbassengstrekningen nedstrøms Tjurrmo dam. På Tjurrmo dam er HRV satt

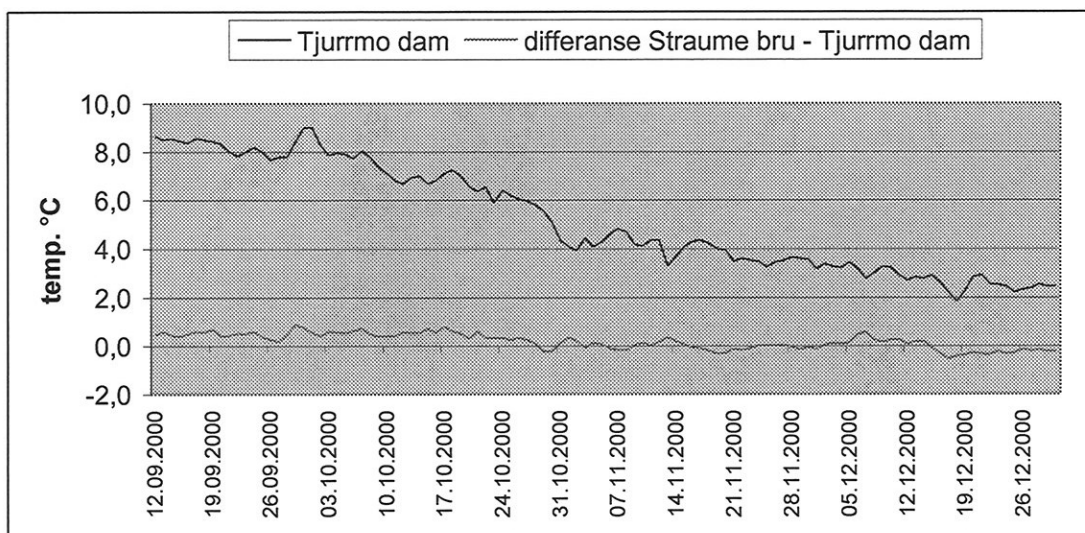
til kote 242 og LRV kote 241. Ifølge Agder Energi er det svært sjeldent at hele reguleringshøyden blir benyttet. Normalt holdes vannstanden i magasinet mellom kote 241,85 og 242 hele året. I praksis har man anlagt en gjennomstrømningsinnsjø hvor vannstanden kan variere med 15 cm hvert døgn med unntak av perioder med flom. Figur 8 illustrerer forholdet mellom kjøring av Brokke og Hekni målt som driftsvannføring, og utnyttelsen i Hekni av et økende tilsig fra terskelbassengstrekningen gjennom Valle våren 2001.



**Figur 8.** Driftsvannføring på Brokke og Hekni kraftverk samt vannføring forbi Valle i perioden 18.04 – 20.05 2001. (Kilde: timesverdier fra Brokke driftssentral, Otra Kraft).

#### Vanntemperatur.

Vanntemperaturen i inntaksmagasinet vil være svært likt det som måles ved Straume bru. Likevel er avstanden (ca. 3 km) fra Straume bru og ned til dammen tilstrekkelig til at en kan få en ytterligere oppvarming og nedkjøling av vannmassen på denne strekningen alt etter årstiden. Figur 9 viser eksempel på dette fra perioden september – desember 2000. På grunn av relativt høy temperatur på driftsvannet fra Brokke vinterstid, vil det under normal drift ikke dannes is på denne strekningen og vil således være lik Straumefjorden oppstrøms.



**Figur 9.** Døgnmiddeltemperatur ved Tjurrmo dam og differansen mellom vanntemperaturen ved Straume bru og Tjurrmo dam i perioden 12.09. – 31.12.2000. (Data fra NVE og Agder Energi).



## 2.4 Tjurrmo – Røysland

I 1997 ble det bygd 11 terskler på strekningen Tjurrmo ned til utløp Hekni kraftverk, en strekning på ca. 8 km. Kommunegrensen mellom Valle og Bygland går ca. 3,5 km nedstrøms dammen ved Røysland, slik at bare 6 av tersklene ligger innenfor Valle kommune. I forbindelse med en bonitering av gyte- og oppvekstområder og kartlegging av krypsiv i 1999, ble hele strekningen delt inn i 11 soner hvorav de 6 første ligger innenfor Valle kommune (Gravem 2000). Tabell 4 gir en oversikt over soneinndelingen. Sonene består gjennomgående av en strykstrekning nedstrøms hver av tersklene, et terskelbasseng demmet opp foran hver terskel og et grunnere parti rett foran terskelen. Boniteringen i 1999 viste at terskelbassengene var fra en til fire meter dype, hadde rolige strømforhold, stedvis betydelig sedimentering av sand men også innslag av grovt substrat. Det er pr. i dag ingen fysisk mulighet til å regulere vannstanden i terskelbassengene i form av tappeluger eller liknende. Bare to av tersklene er betong-konstruksjoner (T1 og T7A). De 9 andre er løsmasseterskler (Lars Damsgård pers.med.).

**Tabell 4.** Terskler bygd i Otra på strekningen Tjurrmo dam – utløp Hekni i 1997 ca. 8 km (kilde: Gravem 2000).

Sone	terskel	lengden av sonen (m)	vannspeil i terskelbasseng (m)
1	dam – T1	250	170
2	T1 – T2	630	630
3	T2 – T3A	500	0 strykstrekning
4	T3A – T3B	900	240
5	T3B – T4	450	300
6	T4 – T5	740	590
7	T5 – T6	630	420
8	T6 – T7A	980	600
9	T7A – T7B	230	110
10	T7B – T9	1300	380
11	T9 – T10	1300	990

### Hyrologiske forhold.

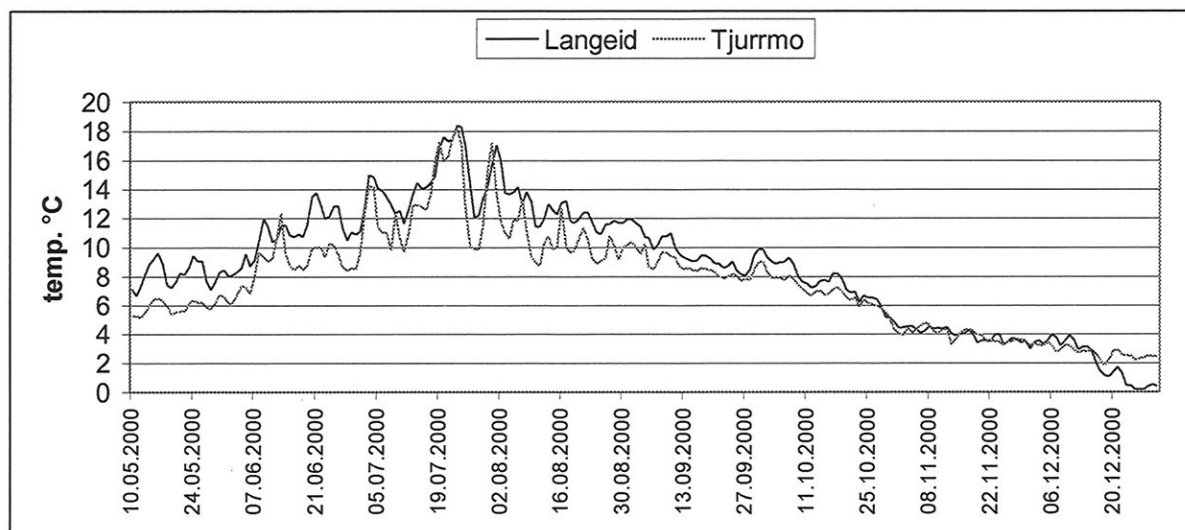
Vannføringen på strekningen Tjurrmo ned til utløp Hekni kraftverk er i dag bestemt av et pålegg om minstevannføring. Minstevannføringen fram til nå har vært 3-5 m<sup>3</sup>/s om sommeren og ca. 2 m<sup>3</sup>/s om vinteren (Gravem 2000). Man er nå inne i en prøveperiode 1998-2003 hvor det skal prøves 2 ulike alternativer. Det første alternativet omfatter en vannføring på 5 m<sup>3</sup>/s fra 01.05 til 30.09 (sommerhalvåret) og 3 m<sup>3</sup>/s fra 10.10 til 30.04 (vinterhalvåret) i perioden 1998-2001. Det andre alternativet skal prøves ut i perioden 2001-2003 med varierende vannføring mellom 3 og 5 m<sup>3</sup>/s i sommerhalvåret og mellom 1 og 3 m<sup>3</sup>/s i vinterhalvåret. På grunn av den store slukeevnen i Hekni kraftverk er det sjelden større overløp ved Tjurrmo dam. Det finnes likevel eksempler på overløpsflommer på ca. 200 m<sup>3</sup>/s som i juni 1998 (Gravem 2000). Nylig er det også foretatt teoretiske beregninger av resttilsaget til terskelbasseng-strekningen (Brodtkorb og Vethe 2002). Oppstrøms utløpet til Hekni kraftverk har resttilsaget variert mellom 3,8-63,2 m<sup>3</sup>/s, 3,5-47,8 m<sup>3</sup>/s og 0,1-29,7 m<sup>3</sup>/s for henholdsvis årene 1999, 2000 og 2001.

### Vanntemperatur.

I forbindelse med prosjektet omkring prøvereglementene på minstevannføring, måles det temperatur ved Tjurrmo dam og nederst på terskelbassengstrekningen ved Langeid. Resultatene viser så langt at prosessene med oppvarming og nedkjøling av vannet fra Tjurrmo-dammen følger de klimatiske forholdene gjennom året, slik at det blir en temperaturgradient fra de øverste til de nederste



bassengene på denne strekningen. De nedre bassenger vil være relativt varmere i sommerperioden og relativt kaldere med mulighet for isdannelse i vinterperioden. For antatt vekstsesong for ørret (mai-oktober) utgjorde denne forskjellen +200 døgngrader ved Langeid i forhold til ved Tjurrmo i 2001 (Brodtkorb og Vethe 2002). Isforholdene på denne terskelbassengstrekningen er til nå lite dokumentert.



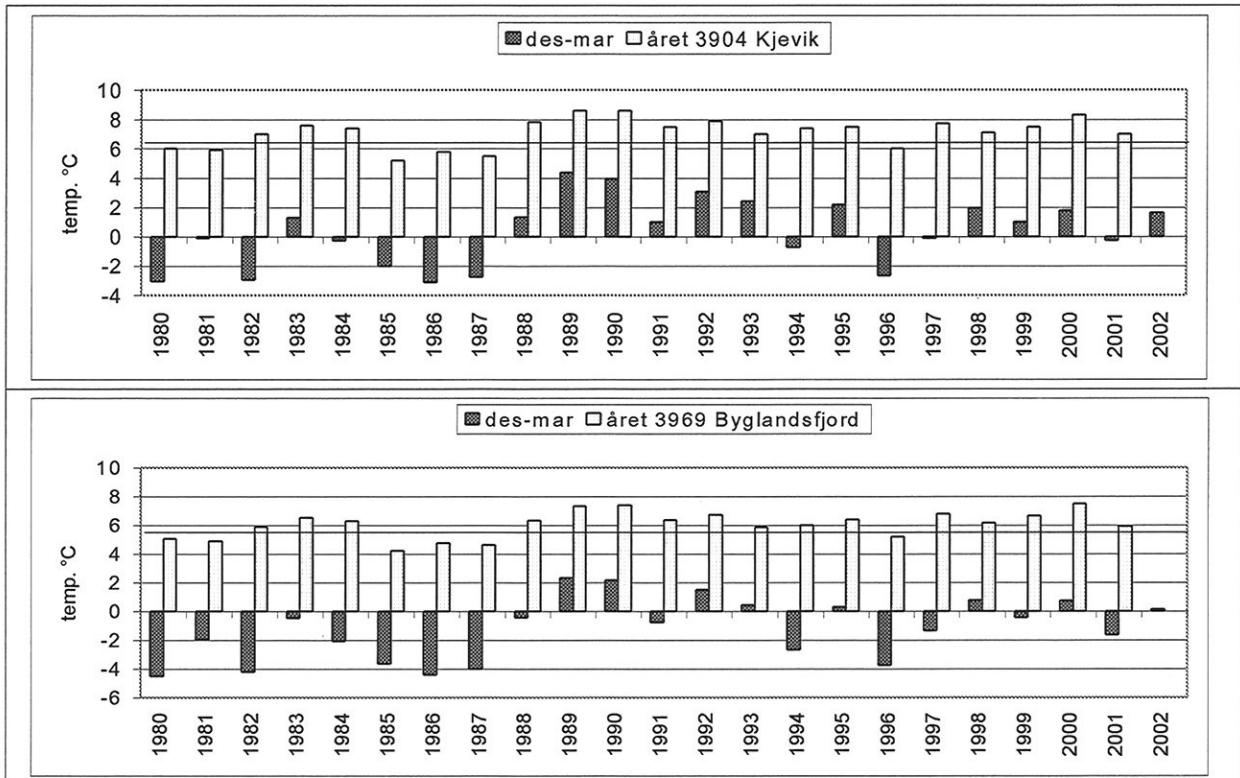
**Figur 10.** Døgnmiddeltemperatur ved Tjurrmo dam (øverst) og Langeid (nederst) på terskelbassengstrekningen mellom inntak Hekni og utløp Hekni i perioden 10. mai – 31. desember 2000. (Data fra Agder Energi).

## 2.5 Klimatiske forhold

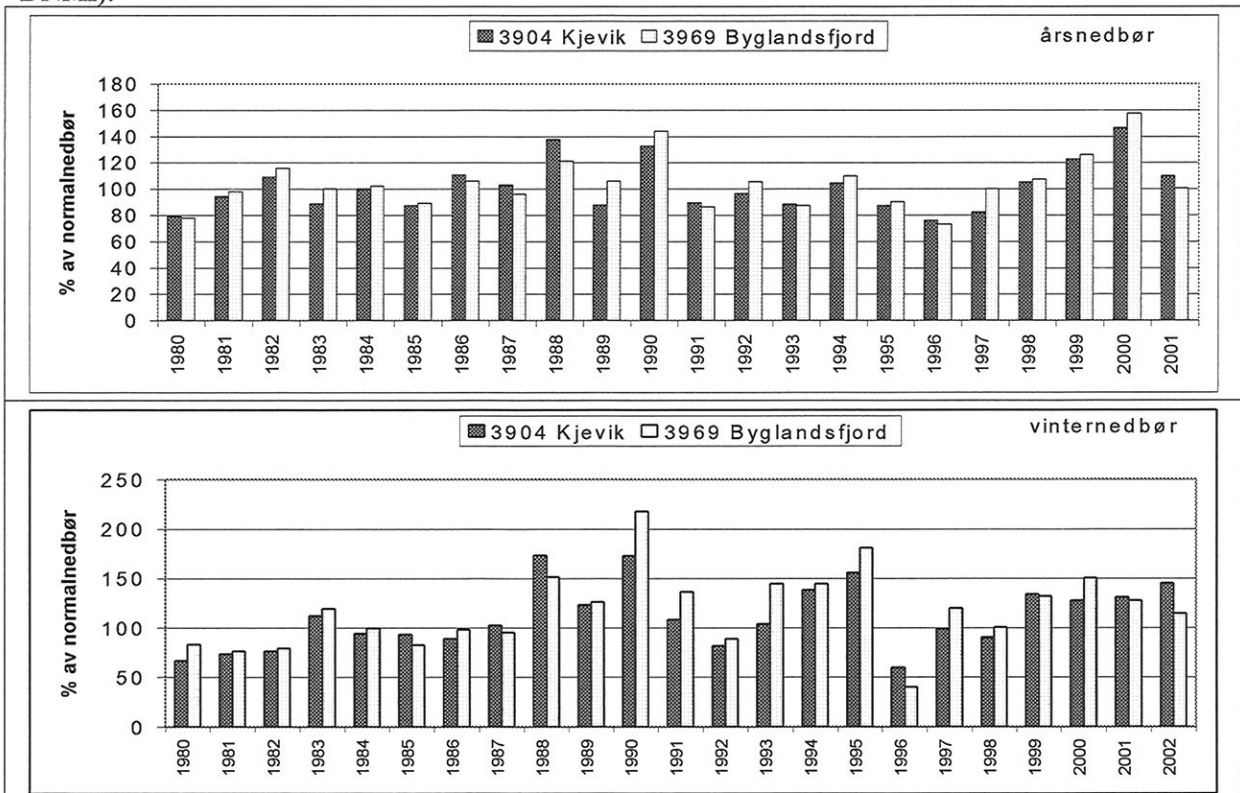
Klima virker inn på en rekke vekstregulerende faktorer i elvene våre. Lufttemperaturen er en medvirkende faktor til oppvarming/nedkjøling av vannet. Nedbøren virker direkte inn på avrenningsforholdene og dermed vannføringen på de enkelte elveavsnitt, noe som igjen har innvirkning på vanntemperaturen og de vannkjemiske forhold i elvene. Klima er blitt fremholdt som en viktig faktor i forbindelse med krypsiv i sørlandsvassdragene (Johansen m.fl. 2000). Dette gjelder både forholdene for vekst generelt mhp. avrenningsmønster og temperaturforhold i vannet, men også muligheten for å kunne gjennomføre tiltak som f.eks. innfrysningsforsøk i kuldeperioder vinterstid. Det er derfor viktig å ha en viss oversikt over klima i området. For å belyse svingninger i de klimatiske forhold i den siste 20-års perioden i sørlandsregionen, er det innhentet data fra DNMI-klimastasjonene 3904 Kjevik og 3969 Byglandsfjord Solbakken.

### Lufttemperatur

I figur 11 er gitt en oversikt over lufttemperatur som årsmidler og midler for vinterperioden desember-mars. I perioden før 1988 var det en serie med kalde vintre og årstemperatur kaldere enn for normalperioden 1961-1990. Etter 1988 er det bare 1996 som har hatt en årsmiddeltemperatur under normalen. Ser en på temperaturen i vinterperioden er det bare vinteren 1994 og 1996 som har vært i nærheten av de kaldere vintrene på 80-tallet. Med hensyn på krypsiv-vekst har det vært en sammenhengende gunstig periode etter 1996 med 2001 som det minst gunstige året. Det er tilsynelatende en tendens til færre vintre med lengere perioder med streng kulde på 90-tallet.



**Figur 11.** Årsmiddeltemperatur og middeltemperatur for vinterperioden desember-mars for årene 1980-2002 på DNMI-klimastasjonene 3904 Kjevik og 3969 Byglandsfjord Solbakken. (Data fra DNMI).



**Figur 12.** Årsnedbør og vinternedbør (desember-mars) i % av 1961-1990 normalen for årene 1980-2002 på DNMI-klimastasjonene 3904 Kjevik og 3969 Byglandsfjord Solbakken. (Data fra DNMI).

## Nedbør

Figur 12 viser tidsutvikling for årsnedbør og vinternedbør i perioden 1980-2002. Årene 1988, 1990, 1999 og spesielt 2000 skiller seg ut med relativ høy årsnedbør i forhold til normalen. 1996 skiller seg ut som det tørreste året i hele perioden. Fra og med 1988 har det vært flere år med relativ høy vinternedbør. Kombinert med milde vintre gir dette meget gunstige vekstforhold for krypsiv. Således har det vært flere år etter 1988 hvor krypsiv har kommet seg godt gjennom vinteren og har kunnet fortsette veksten tilnærmet uforstyrret påfølgende sesong. Etter 1996 har både årsnedbør og vinternedbør vært jevnt økende frem t.o.m. 2000, som sammen med relativt varme år og milde vintre har gitt gunstige forhold for både årsvekst og overvintring av krypsiv generelt på Sørlandet. 2001 var igjen et tilnærmet normalår.

## 3. Krypsiv

### 3.1 Beskrivelse av planten

#### 3.1.1 Generelt

Krypsiv er en amfibisk, flerårig, grasaktig plante med sterkt varierende utseende og størrelse, fra 5 cm høye rosettplanter på land til 3 m lange, sammenflettede skuddvaser i vann. Skuddene kan ha svært stor lengdevekst i vann, ved at det adderes nye årsskudd fra bladhjørnene på gamle skudd (figur 13). Under ekstreme betingelser kan skuddvasene nå vannoverflaten fra 2.5-3 meters dyp, noe som gjør denne til en av de aller største ikke-forvedete plantene i norsk flora.



Figur 13. Krypsiv (*Juncus supinus*). A: rosettplante. B: plante med lange vertikale skudd.

Planten er meget fleksibel i vekst og livsformstrategi, bl.a. med rotslående utløpere, som gjør den godt egnet til å vokse i relativt hurtigstrømmende vann. Men den greier seg også godt i helt beskyttede innsjøbukter på torv eller dyaktig substrat. Krypsiv utgjør et artskompleks med to underarter som er meget vanskelig å skille når de vokser vegetativt i vann: krypsiv i snever forstand (*Juncus supinus* subsp. *supinus*) og dysiv (*J. supinus* subsp. *nigritellus*) (Lid & Lid 1994). Disse underartene vil i det følgende bli behandlet under étt, som hovedarten *Juncus supinus* (i tidligere undersøkelser omtalt som *Juncus bulbosus*).

### 3.1.2 Lengdevekst

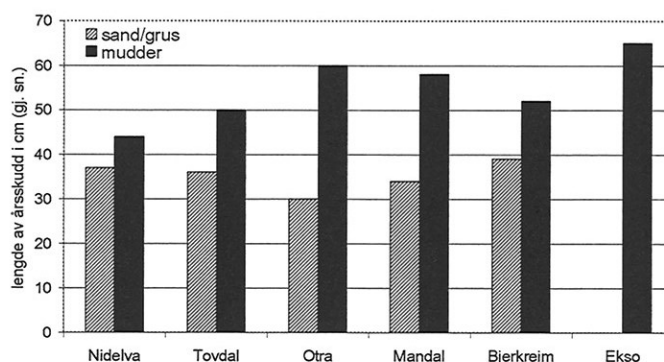
Lengde av årsskudd er vurdert som den parameteren som best reflekterer krypsivets vekst og vitalitet, og er benyttet i ulike overvåkingssammenhenger (Rørslett m.fl. 1990, Brandrud og Johansen 1997, Johansen m.fl. 2000). Årsveksten varierer mye fra plante til plante. Eldre, stagnerende planter kan være helt uten årsskudd, mens lange årsskudd kan skyte fra planter i kanten eller i åpninger i bestandene. De mest frodige og lange årsskuddene kommer fra basale rosetter i sedimentet, eller fra bladhjørnene på de nedre skuddsegmentene (figur 13). Ofte kan en finne mosaikkstrukturer der enkelte såter er gamle og stagnerende nesten helt uten årsskudd, mens andre er unge og i god vekst.

Optimalområdet for submers krypsivvekst, med stor årsvekst og kraftige plantesåter, er i elver knyttet til dybdesonen 50-150 cm (Rørslett m.fl. 1990). Svært ofte stopper krypsivbestandene i marbakken mot strømløpet (Rørslett m.fl. 1990, Brandrud og Johansen 1997). I innsjøer kan kraftig vekst nå helt ned til 3 m, og spredte planter eller mindre bestander ned til 4-5 m dyp.

I elver er årsveksten på gunstige lokaliteter normalt 45-65 cm (figur 14), mens den på enkeltlokaliteter under ikke-naturlige betingelser kan være opp i 70-80 cm (Rørslett m.fl. 1990). Det er her stor forskjell på lengde av årsskudd på spesielt stilleflytende partier med mudderbunn versus mer strømmende partier med sand og grus.

Generelt er den kraftigste årsveksten registrert i innsjøer, nærmere bestemt i heisjøer med dyaktig mudderbunn på Sørlandet. Her kan årsveksten i gunstige sesonger nå opp i 1 m. Dette er imidlertid forsurete innsjøer med pH omkring 5.0 (Brandrud m.fl. 1999), og det er grunn til å anta at så lange årsskudd normalt ikke finnes i naturlige, upåvirkete vannforekomster.

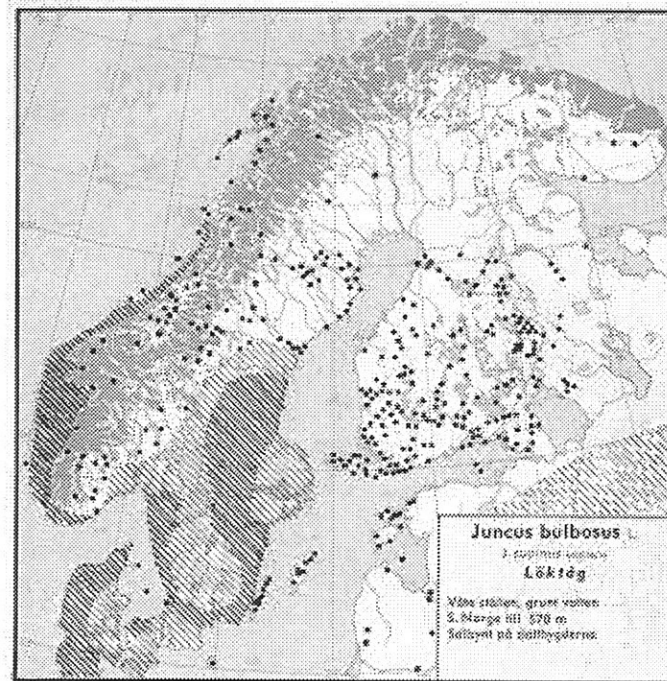
Krypsiv årsskudd i elver: ulikt substrat/strøm



**Figur 14.** Typisk årsvekst av krypsiv i elver. Årsskuddene på mudder i stilleflytende områder er normalt lengre enn årsskuddene på sand og grus i strømløp. Basert på målinger av de 10 lengste årsskuddene for hver lokalitet. Snittverdier for periodene 1995-98 (Tovdal, Mandal), 1996-98 (Nidelva), 1996-97 (Bjerkreim, Ekso) og 1988-89 (Otra).

### 3.2 Geografisk utbredelse i Norge

Krypsiv er en typisk kystplante som er registrert langs kysten nord til Nordland, men med et klart tyngdepunkt på Sør- og Vestlandet (figur 15). Den forekommer også spredt i indre strøk på Østlandet. I Hedmark har arten ifølge nyere sammenstillinger spredte forekomster i søndre og midtre deler av fylket (Ofte m.fl. 1998), mens den i Agder og Vest-Telemark er vanlig langt innover i heiene, hvor den er registrert opp i subalpin (nordboreal) sone, Nedre Sikilsdalsvatn 1000 m.o.h. (Fægri 1960). På Vestlandet er arten vanligst i kystområdene, men også her registrert i innsjøer over tregrensa, 500-600 m o.h.



Figur 15. Utbredelse av krypsiv (*Juncus supinus*) i Norden. Etter Hultèn 1971.

### 3.3 Generelle miljøkrav

De viktigste miljøbetingelsene for krypsiv er sammenstilt i tabell 5. Krypsivet er knyttet til (i) ione- og næringsfattige, mer eller mindre sure vassdrag med (ii) høye CO<sub>2</sub> og ammonium-verdier, (iii) på fortrinnsvis sterkt organisk, dyaktig substrat, (iv) i stille til svaktstrømmende områder, (v) fortrinnsvis i dybdesonen 0,5-1,5 m, (vi) i vintermilde, nedbørrike, oseaniske, nemorale-lavboreale områder.

#### 3.3.1 Klima, hydrologi og substrat

Krypsiv har størst utbredelse i oseaniske, nemorale-lavboreale områder, som er karakterisert med forholdsvis høy nedbør og milde vintre. På Sørlandet kan krypsiv være dominerende også i sørboreal sone.

Krypsiv er frostmfintlig og forsøk har vist at det bare er overflatematter og landformer som ser ut til å tåle endel frost (Brandrud og Johansen 1992). I klimatisk marginale områder finner man arten overveiende som en rein undervannsplante, og arten har trolig i disse områdene en rein vegetativ spredning (ved skuddfragmenter). Planten overlever vinteren som grønne planter på over 1-1,5 m dyp, mens



plantene på grunt vann dør som følge av innfrysning og mekanisk ødeleggelse ved isgang (Svedäng 1990a).

Planten kan forekomme på svært ulikt substrat i elver, fra mudderbunn i stillestående vann til sand, grus og stein i mer hurtigstrømmende vann. De stilleflytende partiene med mudderbunn har imidlertid klart kraftigere vekst av krypsiv enn de strømmende partiene med sand og grus.

**Tabell 5.** Skjematisert oversikt over krypsivets preferanser for ulike miljøfaktorer. Basert delvis på empiriske, delvis på eksperimentelle data (se tekst).

Innrammet med heltrukket linje: den delen av gradienten der krypsivet finnes. Middels skyggelegging: del av gradienten der krypsivet ofte er vanlig. Sterkt skyggelegging: del av gradienten der krypsivet ofte dominerer (optimale forhold for denne faktoren).

pH innsjø	< 5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	> 6,5
pH i elver	< 5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	> 6,5
fosfor ( $\mu\text{g/l Tot.-P}$ )	< 5	5-10	10-25	> 25
ammonium	meget høy	høy	lav	ingen
CO <sub>2</sub> ( $\mu\text{mol/l}$ )	> 200	100-200	10-100	< 10
substrat innsjø	dy (organisk)	mudder	sand/grus	stein
substrat elv	dy (organisk)	mudder	sand/grus	stein
strøm (cm/sek)	< 1	1-10	10-50	> 50
sedimentasjon	høy (>1cm/år)	moderat	liten	ingen
dybde innsjø (cm)	< 50	50-150	150-250	> 250
dybde elv (cm)	< 50	50-150	150-250	> 250
frostpåvirkning	ingen	liten*	moderat*	stor
klima/veget.sone	(boreo)æmoral	sørboreal**	mellomboreal	høybor./subalp.
vegetasj.seksjon	oseanisk	svakt oseanisk	svakt kontinent.	kontinentalt

\*kun overflatematter og landformer tåler endel frost.

\*\* på Sørlandet kan krypsivet være dominerende også i sørboreal sone

### 3.3.2 Vannkjemi

Krypsiv er avhengig av CO<sub>2</sub> til fotosyntese, og i motsetning til de fleste kortskuddsplantene tar den CO<sub>2</sub> fra vannfasen via bladene. Den kan ikke utnytte HCO<sub>3</sub> fra vannfasen, noe som skiller den fra langskuddsplantene. Planten begünstiges altså av å vokse i en sur vannfase som har høyt CO<sub>2</sub> innhold, samt på sterkt organisk, dyaktig sediment. Tilgangen på karbondioksyd er således primært vekstbegrensende for vannformer av krypsiv, og laboratoriedata og felteksperimenter har vist at kraftig vekst av krypsiv er avhengig av høye verdier av CO<sub>2</sub> (Roelofs et al. 1994). I kalkfattige lokaliteter, med nærmest CO<sub>2</sub>-frie sedimenter, vil forsuring føre til en generell reduksjon av vannplantene på grunn av karbondioksid-mangel. Dette er bl.a. årsaken til at forsuring ikke har medført samme kraftige vekst av krypsiv i kalkfattige, norske områder som man har observert i nederlandske innsjøer med svakt kalkrike sedimenter (Roelofs et al. 1994, Lucassen et al. 1996).

Arten er vist å kunne vokse ved forholdsvis lite lys og lave temperaturer i innsjøer (Svedäng 1990b), noe som muliggjør vekst i perioder med forholdsvis høye CO<sub>2</sub>-nivåer.

Krypsiv har generelt lave næringskrav og trives i utpreget næringsfattige vassdrag, og tilhører standard-inventaret i ultraoligotrofe innsjøer og elver (Rørslett 1987, Rørslett m.fl. 1990). Krypsiv tar mye av næringen fra vannfasen (Roelofs et al. 1984) og friskt grønne krypsivplanter kan greie seg flere år uten kontakt med sedimentet. Innholdet av fosfor er usedvanlig lavt i krypsiv (Rørslett m.fl. 1990), noe som indikerer at fosfor normalt ikke er vekstbegrensende for denne arten (Roelofs et al. 1994).



Krypsiv kan utnytte ammonium ( $\text{NH}_4$ ) som nitrogen-kilde istedenfor nitrat ( $\text{NO}_3$ ), og laboratorieforsøk viser at den kraftigste veksten av krypsiv fås når det er høye verdier av både karbondioksyd ( $\text{CO}_2$ ) og ammonium ( $\text{NH}_4$ ) i vannfasen (Schuurkes et al. 1987).

### 3.4 Krypsiv i Otra i Valle kommune

Krypsiv har helt siden midt på 70-tallet vært et fremtredende vegetasjonselement i Otra gjennom Valle. Undersøkelsene omkring krypsiv innenfor kommunen har imidlertid foregått spredt både geografisk og i tid. Følgelig finnes det pr. i dag ingen samlet oversikt over utbredelse og omfang av krypsivvekst i alle vassdragsavsnitt innenfor kommunen til samme tidspunkt. Som tidligere nevnt er de to mest omfattende kartlegginger av utbredelse av krypsiv fra området nedstrøms Brokke (Rørslett 1987) og i terskelbassengene på strekningen Bjørnarå – Brokke (Rørslett m.fl. 1990). Disse rapportene dekker det som i dag fortsatt ansees å være de største problemområder. I det følgende er det forsøkt å gi en oversikt over status for utbredelsen av krypsiv pr. i dag basert på tidligere dokumentasjon, opplysninger fra lokalt hold og befaring i vassdraget i juni 2002.

#### 3.4.1 Utbredelse av krypsiv i de ulike vassdragsavsnitt

##### Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk

De første vegetasjonsregistreringer fra dette området er fra 1976-1977 i forbindelse med en større undersøkelse av Øvre Otra (Rørslett m.fl. 1981). I alt 8 lokaliteter ble undersøkt og spesielt Flåren og Harstad-bassenget ble omtalt å ha henholdsvis ”krypsiv og flotgras over større områder” og ”krypsiv i store bestander ute i hovedvassdraget”. Det ble også registrert krypsiv og flotgras i andre terskelbassenger mens levermoser dominerte vegetasjonen i mer strømmende partier med steinsubstrat. Undersøkelsen i 1988-1989 omfattet i alt 13 terskelbassenger (Rørslett m.fl. 1990). Det ble gjort botaniske registreringer i felt sammenholdt med studier av flybilder. Utbredelsen av vannvegetasjon ble deretter kvantifisert med utgangspunkt i denne kartleggingen. Resultatene er satt opp i tabellen nedenfor (tabell 6).

I de 3 terskelbassengene med størst krypsivbegroing, ble tidsutvikling dokumentert fra flybilder (tabell 7). Eldre flybilder viste at Otra har hatt forekomst av vannvegetasjon før og dette kan være krypsiv. Omfanget av forekomstene før var lite i forhold til 1988/89-situasjonen. Vegetasjonsdekket areal var på henholdsvis 48% (Svortie), 77% (Harstad) og 57% (Flåren) i 1989. Andelen tett vegetasjon på disse arealene var mindre. Således angis Harstad-bassenget å ha 75% dekning med tett vegetasjon innenfor totalt vegetasjonsdekket areal, mens bildematerialet ga inntrykk av at andelen tett vegetasjon lå vesentlig lavere for de øvrige lokalitetene. For Flåren utgjorde tett vegetasjon bare små områder men til gjengjeld var slike begrodde deler meget synlige pga. de store kolonier med flotgras (Rørslett m.fl. 1990). Undersøkelsene i 1989 viste at krypsiv ikke var enerådene problemlante på denne terskelbassengstrekningen, men at også flotgras kunne opptre med store bestander. Det ble bare utarbeidet vegetasjonskart for 2 terskelbassenger, Svorti og Harstad, som begge er tatt med i vedlegg bak.

Etter 1989 er det ikke utført nye undersøkelser av forekomst av krypsiv i terskelbassengene med unntak av Harstad-bassenget i forbindelse med tiltak (Rørslett 1997). Flybilder fra 1995 antyder at arealutbredelsen av vannvegetasjon er tilnærmet uendret fra 1989, men det antydes også at det lokalt fremkommer betydelige endringer. Ifølge Rørslett (1997) har trolig biomassen (plantevekst pr. arealenheter) gått betydelig ned i samband med tiltakene i 1993, uten at arealdekningen av planter i samme grad er redusert. I forkant av tiltaket i Harstadbassenget i 1996 ble det på et kontrollfelt funnet nær tilsvarende forekomst av krypsiv som før 1993-aksjonen startet, men med en betydelig redusert

vitalitet. Utover høsten etter tiltaket var andelen vegetasjonsfri bunn den samme (<15 %), mens andelen tett vegetasjon var halvert (43 %) og andelen middels tett vegetasjon økt tilsvarende (42 %) (Rørslett 1997). Disse beskrivelsene tyder på at vegetasjonsutbredelsen kartlagt i 1989 i grove trekk har holdt seg, men at det kan være år til år variasjoner i hvordan vegetasjonen framstår i og nær overflaten i Harstad-bassenget.

**Tabell 6.** Begroings-situasjonen i de undersøkte terskelbassengene i Otra, Bjørnarå (1) – Flåren (25) 1988-1989 (fra Rørslett m.fl. 1990).

Terskel-basseng	Vegetasjonsdekket areal		Utviklings-trinn	Begroing med			
	Omfang	kan øke?		Krypsiv	flotgras	tjønnaks	sumpveg.
1	+		a	+	+	-	-
2	-		a	-	-	-	-
6 <sup>2</sup>	++	ja	b(-c)	++	++	-	-
7	(+)		a	(+)	-	-	-
8 <sup>3</sup>	++(+)		d	++(+)	++	++	(+)
11 <sup>4</sup>	++(+)		c <sup>1</sup>	+++	+	-	-
13	++	ja	b	++	(+)	-	-
14/15	++	ja	a-c	++(+)	(+)	-	+
18	(+)		a?	++?	(+)	-	-
21	+		a	+	+	-	-
23	+++	ja	b-c(-d)	+++	+++	++	+
25 nord	+++	ja	c	+++	+++	-	+
25 n.vest	+++	ja	c	+++	++	-	-
25 s.øst	++	ja	b(-c)	++(+)	++(+)	-	(+)
25 sør	++	ja	b(-d)	++	++	+	++

<sup>1</sup> overveiende krypsiv-sanddyner,

<sup>2</sup> gjelder nordøstsiden av bassenget, <sup>3</sup> gjelder avsnørt del-basseng ved Myri (forøvrig gjengroing liten), <sup>4</sup> gjelder nedre halvdel av bassenget

- Suksesjonsstadier:
- a) meget spredt krypsiv/levermose-vegetasjon
  - b) spredt krypsiv/rosettplante-vegetasjon
  - c) tett, høyvokst krypsiv-flotgras-vegetasjon
  - d) tett, tjønnaks/flotgras/krypsiv-vegetasjon
- Grad av begroing:
- = ubetydelig
  - + = liten (spredt vegetasjon)
  - ++ = middels (flekvis tett vegetasjon)
  - +++ = stor (tett og gjerne høyvokst vegetasjon)

**Tabell 7.** Utvikling av vegetasjon i 3 terskelbasseng på strekningen Bjørnarå – Brokke. Data fra flybilder. (Rørslett m.fl. 1990).

Basseng	År	Totalt areal km <sup>2</sup>	Areal med vegetasjon km <sup>2</sup>	% vegetasjonsdekket areal
(11) Svortie	1965	0,07	0,01	17
	1989	0,07	0,03	48
(23) Harstad	1962	0,3	0,07	24
	1975	0,3	0,09	32
	1989	0,4	0,3	77
(25) Flåren	1965	1,2	0,34	30
	1989	1,4	0,78	57

Det ble gjort en befaring i noen av terskelbassengene 26. juni 2002 (se vedlegg). Hensikten var å skaffe en oversikt over problemområder med krypsivvekst sett i forhold til tidligere beskrivelser av vegetasjonen på strekningen. Forholdene var ikke helt optimale og det var noe tidlig i vekstsesongen.

Det ble likevel gjort en del nyttige registreringer i forhold til utbredelsen av krypsiv. Generelt syntes det å være noe mer krypsiv de fleste steder enn det som er beskrevet fra 1989. Samtidig synes det å være stor forskjell på de enkelte terskelbassenger og ikke alle syntes å ha problemvekst-bestander av krypsiv. I alle de 4 terskelbassengene Sandens åre (6), Einangsmoen (13), Harstad (23) og Flåren (25) som ifølge tabell 6 ble klassifisert i 1989 til å kunne få økt vegetasjonsdekket areal, var krypsiv blitt mer fremtredende selv i en forsommersituasjon. Spesielt synes områder med tette krypsiv-bestander å ha økt i Flåren, men det finnes pr. i dag ikke noe utbredelseskart for krypsiv i dette bassenget. På terskelbassengstrekningen er det i første rekke Harstad-bassenget og Flåren som av VAFA er utpekt som prioriterte områder for tiltak mot krypsiv.

#### Utløp Brokke kraftverk – Straume bru

De første vegetasjonsregistreringer fra dette området er fra 1976-1977 i forbindelse med en større undersøkelse av Øvre Otra (Rørslett m.fl. 1981). Nedstrøms Brokke var nye slamavsetninger kolonisert av krypsiv et vanlig fenomen. Det beskrives også omfattende begroing med krypsiv i Otra forbi Hylestad og ned til Straume bru. I 1986 ble utbredelsen av krypsiv kartlagt på hele strekningen ved hjelp av flybilder og feltregistreringer (Rørslett 1987). Den aktuelle elvestrekningen Nomeland – Straume hadde et overflateareal på 1,96 km<sup>2</sup> ved fotograferingstidspunktet, hvorav 1,07 km<sup>2</sup> eller 55% var bevokst med krypsiv. En gjennomgang av eldre flybilder påviste også en økende forekomst opp gjennom 1970-80 åra. I perioden 1988 – 1995 er det benyttet flybilder til å vurdere endringer i arealutbredelse av krypsiv i forbindelse med ulike tiltak som innfrysing og mudring/høsting (Rørslett 1991, 1997). På grunn av ulike årsaker er ikke samme areal kartlagt i denne perioden som i 1986. Prosentvis utbredelse av krypsiv i forhold til arealet kartlagt hvert år viste imidlertid en nedgang fra 1988 til 1991 som en følge av innfrysningen vinteren 1991. Effekter av innfrysning var til stede også i 1995, men allerede i 1996 var man på veg mot 1988-nivå (62,2% tett begrodd og 12,1% spredt begrodd med krypsiv av et areal på 1,64 km<sup>2</sup>) før kuttingen med Watermaster RS 2000 startet sommeren 1996 (Rørslett 1997).

Det er ikke gjort tilsvarende kartlegging av krypsiv på arealbasis etter 1995 i dette området og vegetasjonskartet fra 1986 (Rørslett 1987) er det eneste tilgjengelige kart hvor utbredelsen av krypsiv er skissert. I rapporten fra 1987 er det antydnet at en kan forvente ekspansjon og økt tilgroing med krypsiv oppstrøms Straume som følge av Hekni-utbyggingen. Ifølge lokale kilder er det ikke blitt mindre krypsiv de senere årene i Straumefjorden. Snarere synes det å ha økt i omfang. En befaring med båt utforbi Rysstad feriesenter i juni 2002 bekreftet inntrykket av massive bestander av krypsiv over større områder. Krypsivet dannet meterlange skuddvaser med såkalte skjeggfletter (hvite røtter i vannfasen), som er typisk for bestander som står konstant i svakt strømmende vann. Det ble også observert mindre felter/renner på noe dypere vann uten krypsiv, hvor sand/grus og steiner med mose var godt synlig. Området omtales i dag som et problemområde mhp. krypsivvekst og er av VAFA utpekt som et prioritert område for tiltak mot krypsiv.

#### Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk

Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk er definert som strekningen fra Straume bru og ned til Tjurrmo dam. I 1976-1977 ble det observert massive bestander av krypsiv ved Straume bru (Rørslett m.fl. 1981). Senere ved flybildetolkning i 1986 ble det registrert et større felt fra brua og 600m nedstrøms med meget tett vegetasjon (Rørslett 1987). Utover dette er det ikke kjente vegetasjonsregistreringer i rapportert form fra dette området frem til Tjurrmo dam ble bygget. Ved bygging av denne dammen endret denne strekningen karakter. Vannspeilet ble hevet betydelig og den fremstår i dag mer som en gjennomstrømningsinnsjø med flere dypere områder. I forbindelse med kartleggingen i 1986 ble det gjort teoretiske beregninger som antydnet at krypsiv kunne ekspandere i området både oppstrøms og nedstrøms Straume bru som en følge av den nye dammen (Rørslett 1987). Det finnes ingen rapporterte vegetasjonsundersøkelser fra dette området etter at dammen ble bygget, men på lokalt hold blir det opplyst at krypsiv har etablert seg med massive bestander i alle gruntområder i magasinet. Magasinet blir omtalt som et problemområde mhp. krypsivvekst.

Ved Tjurrmo dam er det pr. i dag en lense som samler driv av krypsiv før inntakstunnelen til Hekni. Lensa må tømmes maskinelt med jevne mellomrom under dagens normale driftsforhold mellom kjøring av Brokke og Hekni. Under flomvannføringer større enn slukeevnen til Hekni kraftverk går det ifølge lokale kilder mye krypsiv i driv over dammen til terskelbassengstrekningen.

#### Tjurrmo – Røysland

De første vegetasjonsregistreringer fra dette området er fra 1976-1977 i forbindelse med en større undersøkelse av Øvre Otra (Rørslett m.fl. 1981). Den gang ble det ikke registrert krypsiv på en lokalitet ved Åraksøyeni der elva var steinet og det var stri strøm. Vegetasjonen her besto av moser og alger. Til sammenligning ble det registrert massive bestander av krypsiv ved Austad, noen kilometer nedstrøms dagens utløp av Hekni kraftverk der elva var mer stilleflytende med mye sand i substratet. På dette tidspunkt var det altså store bestander av krypsiv både oppstrøms og nedstrøms dagens terskelbasseng-strekning, mens det trolig var lite krypsiv på strykstrekningen i mellom. Senere er det ikke foretatt undersøkelser av vannvegetasjon i perioden frem til anleggelsen av terskler i 1997.

Terskelbasseng-strekningen fra Tjurrmo dam ned til utløp Hekni kraftverk ble kartlagt mhp. krypsiv første gang i 1999 (Gravem 2000). Det ble laget utbredelseskart for hvert basseng med angivelse av områder med tette bestander og områder med spredt plantevekst. 6 av bassengene (i sone 1, 2, 6, 7, 8 og 11) ble angitt å ha tette bestander av krypsiv. Flere steder syntes det som om krypsiv var i en etableringsfase og det ble antydning at en kunne forvente ytterligere tilgroing i tiden fremover. En ny undersøkelse i 2001 bekreftet antagelsene (Gravem 2002). Krypsiv hadde ekspandert flere steder ved at det var etablert enkeltstående rosetter i områder der det tidligere ikke var observert krypsiv. Det var nå også større arealer med tette bestander. Tilgroingen var mest markert i nedre del av elvestrekningen (sone 8-11) (Gravem 2002). Terskelbasseng-strekningen mottar driv av krypsiv ved overløp på Tjurrmo dam.

Terskelbasseng-strekningen er relativt nyanlagt og det er tvilsomt om den er kommet i "likevekt" mhp. krypsivvekst i forhold til de rådende miljøfaktorer, spesielt vannføringsregimet. Krypsiv synes å være i ekspansjon på strekningen og har etablert seg meget raskt, men er til nå ikke omtalt som et problem. Det er likevel antydning at for store bestander av krypsiv i dette området kan begrense fiskens tilgjengelige habitat (Gravem 2000). I så fall bør det også vurderes tiltak mot krypsiv i dette området.

## **4. Mulige tiltak mot krypsiv**

Dette avsnittet er hentet fra Johansen m.fl. (2000) og oppsummerer de erfaringer som er gjort til nå i Otra og Mandalselva mht. utprøvde tiltak mot krypsiv.

### **4.1 Tiltak mot problemvekst**

Hva kan gjøres for å redusere tilgroingsproblemet med krypsiv? En type tiltak kan rette seg mot å gjenskape de mindre gunstige vekstbetingelser som var tilfelle før regulering. En benytter seg da av naturens egne metoder. I dette ligger elementer som (i) flomepisoder, (ii) lav vintervannstand og (iii) islegging (jfr. Rørslett 1987, Rørslett m. fl. 1990, Brandrud & Johansen 1997). Slike tiltak vil imidlertid ofte komme i sterk konflikt med behovet for full drift av kraftverkene i vassdraget. Alternativt eller i tillegg må en derfor vurdere tiltak som maskinelt eller manuelt fjerner krypsivbestandene, som ofte også har mye akkumulert mudder.



På 1990-tallet er det på forsøksbasis foretatt ulike tiltak mot problemvekst både i Otra (Rørslett 1991, Rørslett 1997, Fløgstad 1996, Moe 1997) og i Mandalselva (Brandrud & Johansen 1997, 1999c, Johansen 1999, Johansen m.fl. 2000). Tabell 8 gir en oversikt over de utprøvde tiltakene.

**Tabell 8.** Oversikt over utprøvde tiltak mot krypsiv i Otravassdraget og Mandalselva.

Vassdrag	tidspunkt	tiltak	oppfølging	
Otra	1991	Innfrysning nedstrøms Brokke	Rørslett (1991)	
	1992	Innfrysning nedstrøms Brokke	Rørslett (1997)	
	1993	Høsting/mudring i terskelbasseng ved Valle	Rørslett (1997)	
	1993	Høsting/mudring ved Straume bru (lite felt)	Rørslett (1997)	
	1996	Høsting/klipping med Watermaster RS2000	- i terskelbasseng ved Valle	Rørslett (1997)
			- i Straumefjorden nedstrøms Brokke	Rørslett (1997)
			- i Venneslafjorden	Fløgstad (1996)
1997	Høsting/fjerning med gravemaskin/hjullaster i Venneslafjorden etter senking	Moe (1997)		
Mandalselva	1996	Høsting/klipping med Watermaster RS2000 i Sveindalområdet	Brandrud og Johansen (1997)	
		Manuell rensking av små arealer (50 og 100 m <sup>2</sup> ) i Sveindalområdet	Brandrud (1999)	
			Johansen (1999)	

Ut fra erfaringene med disse forsøkene kan en stille opp følgende liste over realistiske bekjempningsmetoder (jfr. også bl.a. Rørslett 1987):

- |    |  |
|----|--|
| 1. | Mekanisk fjerning (slåmaskin, gravemaskin) |
| 2. | Manuell renskning                          |
| 3. | Spyleflommer                               |
| 4. | Innfrysning ved lav vintervannføring       |

Det må understrekes at alle disse tiltakene, – enten brukt alene eller i kombinasjon, krever *regelmessig gjentagelse* og oppfølging dersom krypsivet skal holdes nede.

#### 4.1.1 Forslag til tiltaksplan generelt

Ut i fra erfaringer til nå med krypsivfjerning, kan man tenke seg følgende strategi for å holde krypsivet på et stabilt, lavt nivå:

1. **Starttiltak/basistiltak.** En ”tung” innsats f.eks. med slåmaskin, gravemaskin, eventuelt enklere utstyr som steinsvans på vinsj for å fjerne de store mengdene med krypsiv, torvmose og mudder som er akkumulert over 30-40 år.
2. **Etterrensk** f.eks. ved spyleflom, kombinert med manuell renskning for å fjerne siste rester (vekstpunkter) av krypsiv.
3. **Oppfølgende tiltak** f.eks. hvert 2. eller 3. år for å holde bestandene nede (må skje før bestandene er blitt tette), f.eks. innfrysing/isgang kombinert med spyleflom.

#### 4.2 Mekanisk fjerning med slåmaskin

Forsøk med mekanisk fjerning startet i Otra i terskelbasseng ved Valle og et mindre felt i Straumefjorden ved bruk av slamsuger (eldre type av Watermaster) i 1993 (Rørslett 1997). I 1996 ble det på

forsøksbasis foretatt fjerning av krypsiv med slåmaskin i Mandalselva ved Sveindal og i Otra ved Rysstad (Straumefjorden), i terskelbasseng ved Valle og i Venneslafjorden. Den vanngående slåmaskinen (Watermaster RS 2000) som ble benyttet, både klipper og tar opp krypsivet, - og deponerer krypsivmassen på land (jfr. Brandrud og Johansen 1997, Rørslett 1997). I 1997 ble det foretatt fjerning med gravemaskin i Venneslafjorden etter en større aksjon som bl. a. innebar senking av vannstanden (Moe 1997).

Disse tiltakene har i ulik grad lyktes i å fjerne krypsivet, men felles for alle disse maskinelle tiltakene er at de er kostbare, og at krypsivet kommer relativt raskt tilbake igjen etter behandling. Tiltakene krever m.a.o. en mer eller mindre jevnlig oppfølging, ellers er de av meget liten verdi for vassdraget og dets brukergrupper. Dette er også i tråd med utenlandske erfaringer med mekanisk fjerning (Madsen m. fl. 1988, Painter 1988).

#### 4.2.1 Erfaringer fra Mandalselva

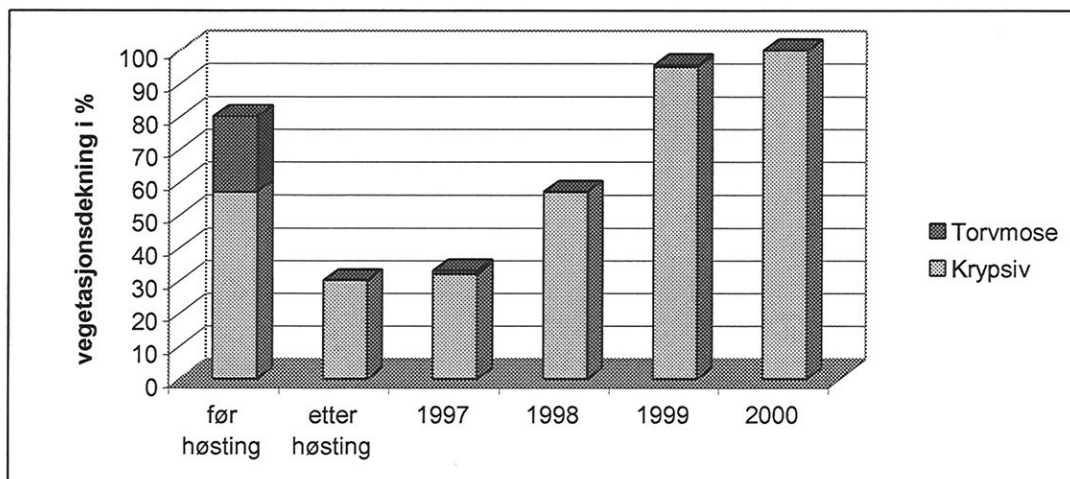
Forsøkene med slåmaskin i Sveindalsområdet i Mandalselva i 1996 må betegnes som middels vellykket. Vellykket på den måten at det har vist at det går an å fjerne og få på land det aller meste av plantematerialet og mudder fra grunne problemområder, mindre vellykket i den forstand at krypsivet har vist en meget rask regenerering fra kun små restforekomster.

Ved Sveindal måtte det største problemarealet i midtre/øvre Kilen (Sveindal nord) unntas fra tiltaket fordi maskinen ikke kom opp pga. lav vannføring og enkelte stein/bergterskler (Brandrud og Johansen 1997). Imidlertid ble store arealer av bassenget ved Vestre Sveindal slått/klippet. Området ansees som optimalt med jevne, flate sand/grusbanker med dybde omkring 1 m. Området var før slått karakterisert av kompakte, gamle tilgroingsområder med krypsiv og dessuten svært mye horntormose (*Sphagnum auriculatum*) og opp til 50 cm tykke mudder/detritus-lag.

Slåmaskinen kom til og fikk slått/klippet på ca 50% av krypsivarealet ved Vestre Sveindal (ca. 65% i kjerneområdet), dvs. i dybdesonen 80-120 cm. Ved en styrt manøvrering av kraftverket ved Håverstad, med f.eks. med én høy og én lav vannføring, ville slåmaskinen kunne ha kommet til på større områder (trolig 70-80% av krypsivdekket areal, som er i dybdesonen 40-150 cm ved lav sommervannføring, tilsvarende ca. 30 m<sup>3</sup>/sek ved Kjølemo). På det arealet der det ble slått/klippet tok maskinen med seg anslagsvis 90% av de enorme mengdene med plantebiomasse og akkumulert mudder. Mye av bunnen var helt snauskrapet, slik at den lyse sand/siltbunnen under ble eksponert. Imidlertid ble det igjen flekkvis små rester av detritus og mer eller mindre levende fragmenter av krypsivskudd. Disse restene dekket anslagsvis 30% av bunnen etter slått (Brandrud og Johansen 1997).

Det viste seg at slåtten førte til en re-vitalisering av gjenstående krypsivrester, som med forbedret lys-, vann- og sediment-kontakt dannet lange årsskudd allerede året etter slått. Etter to år var vegetasjonsdekningen kommet opp i over 70% av den opprinnelige (figur 16). Etter 3 år var arealet tilnærmet fullt tilgrodd med tette bestander i og nær overflaten (Johansen 1999). Etter 4 år hadde krypsivplantene i overflaten utviklet en kompakt matte med grønne friske skudd som nærmest så ut som en gressplen (Johansen m.fl. 2000). Resultatet 4 år etter høsting er at man har fått en tettere og mer vital krypsivbestand, riktignok uten de kompakte lagene med tormose og mudder som var der før slått. Slike tette bestander vil etter hvert fylles opp med mudder igjen og en vil gradvis kunne gå over i en tilstand lik før høsting.





**Figur 16.** Tidsutvikling 1996-2000 i vegetasjonsdeknning (krypsiv og hornormose) i et område som ble høstet ved hjelp av Watermaster RS2000 i 1996 ved Sveindal i Mandalselva.

#### 4.2.2 Erfaringer fra Otra

I 1993 ble det foretatt krypsivfjerning med slamsuger fra terskelbassenget ved Valle sentrum ("Harstad-bassenget") (Rørslett 1997). Her var resultatet nokså tilsvarende som ved Vestre Sveindal. Det meste av plantemasse og mudder ble fjernet, men omtrent 30% av behandlet areal var fortsatt dekket av krypsivrester. Som ved Sveindal var gjenveksten meget rask fra disse skuddrestene, og etter tre år hadde krypsivbestandene samme tetthet og arealomfang som før tiltaket.

I 1993 ble samme maskin brukt på et mindre areal ved Straume bru nedstrøms Brokke. På dette arealet klarte maskinen å fjerne krypsivplantene helt inklusive rotstokker og sediment på bunnen. Flybilder fra 1995 og feltbefaring i juli 1996 viste at feltet fortsatt fremsto som delvis ubevokst (Rørslett 1997). Dette er igjen et eksempel på hvor viktig det er å få rensket opp alt plantematerialet og ikke la det stå rester igjen.

I 1996 ble den vanngående slåmaskinen (Watermaster RS 2000) forsøkt i det samme terskelbassenget ved Valle Sentrum som i 1993, men krypsivområdene stod stort sett for grunt, og framkommeligheten var derfor meget begrenset. Det ble tatt opp lite plantemateriale.

I 1996 ble det også foretatt tiltak med slåmaskinen i Straume fjorden nedstrøms Brokke kraftverk. Dette er det største problemområdet med krypsiv i Otra. Det ble tatt opp betydelige plantemengder (13-1400 m<sup>3</sup>), men tiltaket må betraktes som mindre vellykket her enn Sveindal-96 og Valle-93: De fleste og største krypsivbestandene i Straume fjorden står noe dypere enn ved Sveindal og Valle, og slåmaskinen greide kun en begrenset toppklipping av disse strømsåtene. Slike avklipte bestander hadde en meget rask regenerering av nye skudd. Dermed ble effekten av tiltaket meget kortvarig.

Watermaster RS 2000 ble også forsøkt i Venneslafjorden i samme perioden (Fløgstad 1996). Det ble tatt opp 50-60m<sup>3</sup> med krypsiv. Der maskinen hadde gått ble det beste resultatet beskrevet som "Alt krypsiv fjernet (bortsett fra små partier på bunnen)". Denne beskrivelsen kan passe bra med det som ble observert i Sveindal-området hvor det ble anslått å gjenstå ca. 30% etter rensking. De renska flatene i Venneslafjorden er ikke fulgt opp med registreringer i årene etter.

En generell erfaring med slåmaskinen som ble brukt i 1996, var at den bare fungerer optimalt når den skraper helt ned mot sedimentflaten og dermed kan "måke" med seg hele planter samt mudder. Ved

klipping blir ikke de nederste vekstpunktene fjernet, og plante-såtene regenererer etter 1-2 år. Ved toppklipping blir dessuten de glatte krypsivsåtene ofte unna og det er vanskelig å få tak i plantene.

### 4.2.3 Konklusjoner

Følgende konklusjoner kan trekkes fra fjerning av krypsiv ved hjelp av slåmaskin:

- maksimalt 70% av bunnen renskes helt, og varigheten av tiltaket er maksimalt 3 år
- maskinen er avhengig av jevn grus/sandbunn
- maskinen er avhengig av gruntområder/lav vannstand: tar effektivt kun når slåmaskinen skraper ned mot sedimentflaten (grunnere enn ca 1 m)
- maskinen får ikke tak i, og greier i liten grad å klippe krypsivsåtene som står dypere enn 1 m
- toppklippede bestander har de viktigste vekstpunktene intakt og regenererer meget fort (1-2 år)
- ”avskrapete” bestander har intakt små rester av krypsiv som regenerer på ca 3 år, men de fjernete massene av mudder og torvmose vil ta betydelig lengre tid å regenerere
- ved etterrensk av arealene, slik at tilnærmet alle krypsivrestene fjernes, vil effekten av tiltaket kunne forlenges betydelig
- behandling med slåmaskin må inkludere jevnlig, oppfølgende tiltak
- tiltak med slåmaskin er svært kostbart, og bør kun brukes på egnete arealer, og kun som initialtiltak, med billigere, oppfølgende tiltak.

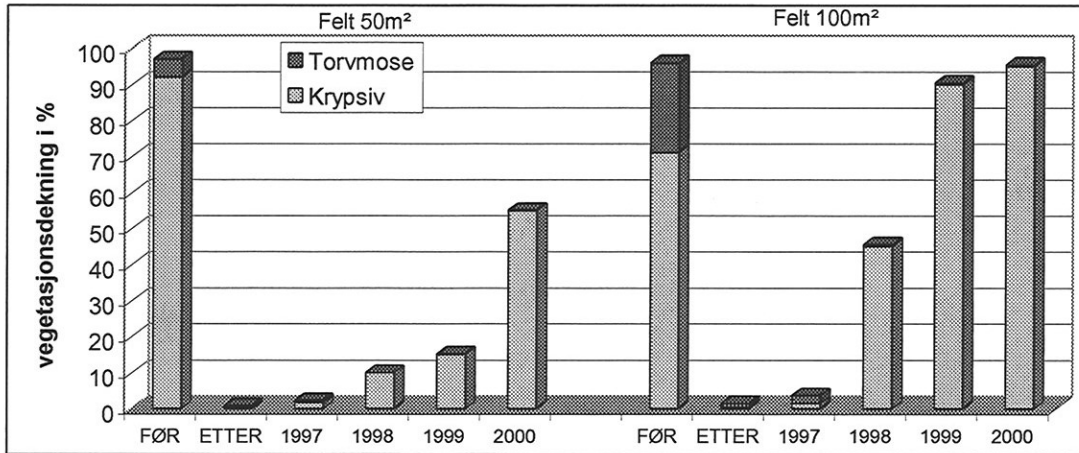
## 4.3 Rensking med gravemaskin og hjullaster (Aksjon Venneslafjord 1997)

Sommeren 1997 ble det gjort et forsøk med mekanisk fjerning av krypsiv og slam i Venneslafjorden (Aksjon Venneslafjord, Moe 1997). Forsøket var planlagt og organisert som en større dugnadsaksjon hvor målsetningen var både å få fjernet krypsiv og slam fra prioriterte områder, samt å få mest mulig erfaring med bruk av gravemaskin og hjullaster som arbeidsredskaper med tanke på en mer omfattende opprenskingsaksjon ved en senere anledning. En viktig forsøksbetingelse var en senking av Venneslafjorden på ca. 0,6 m under lav sommervannstand i de dagene renskearbeidene pågikk. Aksjonen ble betegnet som svært vellykket. Arealet som ble rensket var omtrent som planlagt samtidig som det ble gjort nyttig erfaring med maskinbruk, behandling av særdeles vannholdig slam- og mudder-masser, samt deponering.

Når det gjelder videre oppfølging av forsøket i Venneslafjorden med tanke på en vurdering av effekten av renskingen på lengere sikt, foreligger det ikke noe skriftlig materiale på dette. Ifølge Eli Moe (pers.medd.) ble det gjort registreringer på de renska feltene i desember 1999. Det var da fortsatt forskjell på renskede og ikke renskede områder selv om det var tydelig at gjenveksten av krypsiv var godt i gang. Det var fortsatt mulig å se sandbunn inn i mellom krypsivbestandene. Der det var bevisst kjørt på med sand på badeplassene og folk har brukt badeplassene, virket det som om renskingen hadde holdt seg lengst. I september 2000 ble det tatt bilder av Venneslafjorden fra fly. Ifølge Tore Kviljo (Fylkesmannens Miljøvernaveidning i Vest-Agder) er det vanskelig å skille ut områdene som ble rensket ut fra ubehandlede områder på disse bildene. En mulig tolkning av registreringene 3 år etter tiltaket blir derfor at også denne form for opprensning har hatt begrenset varighet.

## 4.4 Manuell rensking

Manuell rensking med enkel håndredskap kan være et viktig supplement til maskinell fjerning (etterrensk). Manuell rensking ble forsøkt i Sveindalsområdet i Mandalsvassdraget i 1996 (Brandrud & Johansen 1997). Her ble små flater på 50 og 100 m<sup>2</sup> i beskyttet, svært sakteflytende og litt mer strømmende områder tilnærmet 100% rensket for krypsiv, planterester, detritus og mudder. Flatene lå inne i kompakte krypsivbestander, slik at det etter rensking var vegger av krypsiv på alle kanter. Tidsutvikling i vegetasjonsdekning på de to flatene er vist i figur 17.



**Figur 17.** Tidsutvikling 1996-2000 i vegetasjonsdekning (krypsiv og horntorvmose) på 2 felter (50 og 100 m<sup>2</sup>) manuelt rensket i 1996 ved Sveindal i Mandalselva.

De to feltene har hatt en forskjellig utvikling de 4 årene etter rensking. Første året etter rensking var gjenveksten av krypsiv meget liten (under 2%) på begge feltene. Deretter hadde det største feltet en tilsvarende utvikling som det maskinslåtte arealet ved at det allerede etter 3 år var kommet opp i tilnærmet samme vegetasjonsdekning som før rensking. Etter 4 år var hele 95% av bunnarealet dekket av krypsiv med ca. 70% dekning i overflaten. Det minste arealet har holdt seg tilnærmet åpent i den første 3-års perioden, mens det først etter 4 år ble fart i reetablering og gjenvekst av krypsiv. Etter 4 år var 55% av bunnarealet dekket av krypsiv med ca. 15% dekning i overflaten.

Årsaken til den forskjellige utviklingen på de to manuelt renskede flatene er ikke forsøkt analysert i detalj. I utgangspunktet var feltene imidlertid noe forskjellige. Forholdet mellom krypsiv og torvmose var forskjellig i de to områdene før rensking, noe som kan indikere forskjellig alder på tilgroingen. (100 m<sup>2</sup>-feltet som hadde mest torvmose ble trolig tilgrodd tidligere enn 50 m<sup>2</sup>-feltet). Etter rensking var det også mer mudder igjen på 100 m<sup>2</sup>-feltet (ca. 30%) enn på 50 m<sup>2</sup>-feltet (<10%) (Brandrud og Johansen 1997). Følgelig kan det tenkes at 50 m<sup>2</sup>-feltet ligger i et område med noe større hastighet på vannet som gjør at både tilgroing og sedimentasjon går langsommere.

Beliggenheten (og også størrelsen) av de manuelt renska feltene inne i kompakt vegetasjon gjør også at resultatene herfra ikke nødvendigvis vil være direkte overførbare til et tilsvarende storskalaforsøk. Trolig ville tilgroingen i tilsvarende områder ha gått betydelig langsommere dersom et større areal hadde blitt rensket på samme måte. Forsøkene viser imidlertid at en kan regne med en varighet på 3-5 år med denne form for rensking. I forhold til nytteverdien kan trolig slike manuelle etterrensk tiltak være kostnadseffektive, selvom de vil være meget tidkrevende på store arealer. Slike tiltak kan tenkes gjennomført ved ekstrem lav (sommer) vannføring, og bør kombineres med spyleflommer.

#### 4.5 Manipulering med vannføring – innfrysing og spyleflommer

Manipulering med vannføring (hydrologisk manøvrering) innebærer et forsøk på å påføre plantene så mye fysisk stress at de blir erodert bort, enten ved at de blir innfrost og eventuelt fjernet av isen, eller at de blir revet opp av flom. Spyleflommer er et relativt velutprøvd vegetasjonsbekjempende tiltak (Reiser m. fl. 1985). I Norge er det foruten innfrysningsforsøket i Otra, bare gjort spredte forsøk med bruk av spyleflommer som rensketiltak og da på andre vegetasjonselementer enn krypsiv som moser og alger (Rørslett m.fl. 1989, Brodtkorb m.fl. 1999). Fortrinnsvis bør innfrysning og spyleflom benyttes i kombinasjon for å få en optimal effekt.

Tiltak med innfrysning innebærer at man reduserer vannføringen til et minimum over en periode vinterstid. Perioden må være lang nok til at man oppnår (i) en skikkelig islegging og innfrysning på vanddekte arealer, og (ii) innfrysning av hele plantesåtene for de bestandene som blir liggende over vannflaten. På vanddekte arealer vil krypsivet fryse inn i isen og bli revet opp ved isgang. På ikke-vanddekt areal vil krypsivsåtene visne ned og kunne bli skyllet ut ved spyleflom. Det er dokumentert at undervannsbestander av krypsiv har en lav frosttoleranse, og vil dø hvis de blir eksponert for frost ved  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  over et tidsrom på 1-3 døgn (Rørslett 1991, Brandrud & Johansen 1992). En sterkt redusert vannføring over en kortere periode (f.eks. en helg) vinterstid kan imidlertid komme i betydelig konflikt med behovet for kraftproduksjon, og kan således være meget vanskelig å få til på enkelte elvestrekninger.

Som nevnt tidligere må krypsivfjerning følges opp mer eller mindre regelmessig, slik at ikke plantene på nytt får fotfeste og raskt (igjen) kan fylle opp de gamle problemvekstarealene. Ulike typer manipuleringsmetoder med vannstand kan være egnet som slike oppfølgende tiltak. En kan også tenke seg dette som primærtiltak/startiltak, men det er trolig vanskelig å få fjernet de kompakte bestandene som har bygget seg opp over 30-40 år ved kun å bruke hydrologisk manøvrering. Dessuten vil erosjon ved innfrysning av de kompakte bestandene og påfølgende flom føre til meget store mengder av drivmateriale som vil legge seg langs strender og tette varegrinder i kraftverkene.

#### 4.5.1 Erfaringer fra Otra

Innfrysning ved lav vintervannstand med påfølgende spyleflom ble forsøkt i Otra nedstrøms Brokke kraftverk (Straumefjorden) i en kuldeperiode i januar 1991 (Rørslett 1991). Kraftverket sto stille i 4 døgn før det gikk opp til normalt driftsnivå igjen. Denne manøvreringen medførte en senking i vannstand på 70 cm, dannelse av et 10-12 cm tykt islag på Otra og en spyleflom opp fra 3-4  $\text{m}^3/\text{s}$  til vel 150  $\text{m}^3/\text{s}$  i løpet av en time.

Innfrysningen medførte store skader på krypsiv-plantene og man oppnådde nesten 100% dødelighet på de grønne skuddelene som ble innefrosset. Selve isgangen rev opp store flak med krypsiv inklusive røtter og fraktet plantematerialet helt ned til Åraksfjorden. Størst virkning hadde isgangen på veksten på de grunneste partiene, mens plantene på dypere vann ble berørt i mindre omfang. Påfølgende sommer ble det påvist mye døde og skadete planter og til dels liten gjenvekst langs strendene av Otra. Ute i elva var det imidlertid betydelig grad av gjenvekst i bestander som hadde overlevd. Flybilder tatt sommeren 1991 viste at bevoskt areal med krypsiv var redusert fra 62% i 1989 til omkring 44% i 1991. Store områder hadde bare rester igjen av de tette bestandene som eksisterte før innfrysningen og isgangen i Otra.

Det ble gjort et nytt innfrysningsforsøk i 1992. Dette var mindre vellykket enn det første. En oppfølging av innfrysningsforsøkene ble gjort ved analyse av flybilder fra 1995 og befaringer i 1996 (Rørslett 1997). Det ble konstatert at innfrysningsforsøkene i 1991 og 1992 ikke hadde noen varig effekt mhp. å fjerne krypsivet fra elva. Etter 3 år var omlag halvparten av opprenskningseffekten ved innfrysningene gått tapt. Det er imidlertid grunn til å tro at effekten av disse tiltakene vil være større hvis de ble benyttet etter en førstegangs fjerning og "åpning" av de kompakte krypsivbeltene.

## 5. Tiltaksplan for fjerning av krypsiv

I de foregående kapitler er det fremlagt dokumentasjon på fysiske forhold (hydrologi og temperatur) i de ulike vassdragsavsnitt, generell kunnskap om krypsiv-planten, status for tidligere rapportert utbredelse av planten på de ulike vassdragsavsnitt, samt en oppsummering og erfaring fra tidligere utprøvde tiltak mot krypsiv i norske vassdrag. Dette er en nødvendig basis for å kunne lage en tiltaksplan for fjerning av krypsiv. I gjennomgangen av tidligere dokumentasjon fra vassdraget ble det



klart at det fortsatt mangler en del grunnleggende data på ulike nivåer. En del av tiltaksplanen blir derfor å påpeke mangler og foreslå innhenting av nødvendig supplerende data.

Det er også viktig å påpeke at en fortsatt ikke vet alt om krypsiv og hvordan den kan bekjempes effektivt i våre vassdrag. Det er derfor nylig satt i gang et større prosjekt "Krypsivprosjektet på Sørlandet" som har som målsetning å arbeide videre med årsaksforhold og tiltak mot problemvekst av krypsiv. Resultatene fra dette prosjektet vil trolig bringe kunnskapene om krypsiv et skritt videre og spesielt eventuelle nye erfaringer med tiltak mot krypsiv vil være viktig også å dra nytte av i Otra gjennom Valle. Dette prosjektet har i første omgang en tidsramme på 5 år og det har ikke kommet resultater fra prosjektet til nå som kan anvendes i denne tiltaksplanen.

For å kunne gjøre tiltak i et område er det en rekke forutsetninger som må ligge på plass.

- 1) områdebeskrivelse med fysiske forutsetninger og muligheter
- 2) utbredelse og omfang av problemvekst i det aktuelle området
- 3) vurdering av egnet tiltak for det aktuelle området

I de neste kapitler tar en for seg de ulike vassdragsavsnitt i Otra gjennom Valle og foreslår nødvendig arbeid i forhold til en tiltaksplan.

## 5.1 Bjørnarå – utløp Brokke kraftverk

Nedenfor er skissert en kortfattet status for denne strekningen:

- Anleggelse av terskler etter at Brokke kraftverk ble satt i drift
- Terskelbassenger fungerer som innsjøer med varierende gjennomstrømning på årsbasis
- Naturlig vannføring sterkt redusert
- Dagens vannføring styrt av pålegg om minstevannføring og avrenning fra uregulert restfelt
- Store årvisse renskeflommer mangler
- Islagte terskelbassenger ved normale vinterforhold

Under de ovennevnte forhold har det utviklet seg:

- Problemvekst med krypsiv utbredt på flere steder
- Sedimentasjon og opphopning av mudder på flere steder

Følgende muligheter finnes til å regulere vannføring/vannstand på strekningen:

- Ingen mulighet for å regulere vannstanden i terskelbassengene
- Teoretisk mulighet for å slippe spyleflom fra Bossvatn (maks ca. 85 m<sup>3</sup>/s ved fullt magasin om vinteren, ellers ca. 60 m<sup>3</sup>/s i sommerhalvåret)

Følgende tiltak mot krypsiv er tidligere vurdert for strekningen (Rørslett m.fl. 1990):

- Mekanisk fjerning
- Tildekking
- Spyleflommer
- Indusert erosjon
- Manøvrering av vannstand sommer og vinter
- Herbicider

Bare mekanisk fjerning i form av mudring/klipping er forsøkt på strekningen i 1993 og 1996.

Otra er på strekningen Bjørnarå-Brokke utformet og tilpasset en betydelig større vannføring enn tilfellet er i dag. Det er en naturlig prosess at naturen tar tilbake områder som ikke lenger benyttes av store vannføringer gjennom tilgroing med vegetasjon. I Otra er det bygd terskler for å kompensere for



tapt vannføring og vanddekt areal. Terskelbassengene som dermed ble dannet har vist seg å være meget gunstige habitater for vekst av krypsiv i dette området. Krypsivveksten har vedvart på 80- og 90-tallet og fremstår i dag som minst like omfattende som tidligere undersøkelser har dokumentert. Av de tidligere vurderte tiltak for fjerning av krypsiv i dette området, synes mekanisk fjerning og manøvrering av vannstand sommer og vinter i dag å være de mest realistiske å gå videre med. På kort sikt vil mekanisk fjerning gi størst gevinst, mens manøvrering av vannstand sommer og vinter vil være et nødvendig tiltak på lang sikt for å redusere krypsivveksten.

### 5.1.1 Mekanisk fjerning

På kort sikt vil mekanisk fjerning være det mest realistiske tiltaket for fjerning av krypsiv i terskelbassengene. Mekanisk fjerning innebærer fysisk å fjerne plantene fra sitt voksested. Flere metoder er prøvd ut uten at man til nå har funnet frem til den mest praktiske løsningen som både kostnadmessig og resultatmessig kan anbefales. De ulike metoder har gitt forskjellig resultater og utstyr som er brukt har i utgangspunktet ofte vært konstruert for andre formål eller tilpasset virksomhet under spesielle forutsetninger. En viktig erfaring gjort i de fleste sammenhenger har vært overraskelser i forbindelse med dybde-, substrat- og strømforhold på lokalitetene. For de terskelbassengene det ønskes å gjøres tiltak i, blir det derfor viktig å skaffe en del grunnlagsdata som bør være på plass før tiltak planlegges og settes i verk. Følgende data bør foreligge:

- Dybdekart
- Substratforhold
- Strømforhold
- Kart med omfang og utbredelse av krypsiv

#### Dybdekart.

Det har vist seg at flere av de utprøvede tiltak har strandet som følge av at utstyret ikke har vært tilpasset å kunne operere i hele den aktuelle dybdegradienten. Både områder for grunne og for dype har blitt "utilgjengelig" under gjennomføringen av tiltak. Følgelig er det svært nødvendig å ha en oversikt over hvilke dyp det skal gjøres tiltak på. Et dybdekart med ekvidistanse på 0,5 – 1m vil være meget nyttig i denne sammenheng.

Dybdekart kan lages ved oppmåling med ekkolodd eller manuelt med loddsnor langs transekter i bassengene. Nødvendig tetthet av transekter vurderes opp mot ønsket detaljeringsgrad på dybdekartet. Oppmåling av dybdekart bør gjøres under kjente vannføringer slik at 0-punktet er veldefinert.

#### Substratforhold.

Det er gjort erfaring med at høstingsmaskiner har fått problemer pga. uventet kupert terreng på elvebunnen. Større steiner har "dukket opp" der man antok at bunnen var jevn og bare besto av sand/grus. Substratet bør sees i sammenheng med dybdeforholdene og er viktig å ha oversikt over. En grov kartlegging av områder med blokk, stein, grus, sand og mudder vil være nyttig i vurderingen av fremkommelighet med ulike typer redskap.

I mange av terskelbassengene er det vist å være mer eller mindre store ansamlinger med løst mudder (0-50 cm tykkelse) som er akkumulert oppå opprinnelig sand/grus-substrat. Dette forekommer ofte sammen med store krypsiv-bestander og ønskes også fjernet. Denne type kombinasjon av mudder/krypsiv-forekomster bør kartlegges spesielt da det kan være aktuelt med spesielle tiltak i slike områder.

#### Strømforhold.

Det er viktig å ha en oversikt over strømforhold på lokalitetene, både av hensyn til fremkommelighet og utstyr og til de prosesser som vil kunne skje under et eventuelt tiltak. Det er i utgangspunktet stor forskjell på nær stillestående forhold og kontinuerlig vannstrøm. Eksempelvis vil arbeid i stille vann ofte føre til rask tilgrusning av lokaliteten slik at man kan miste oversikten. Et godt kartgrunnlag vil da være til stor hjelp til videre orientering. Problem med tilgrusning vil være størst der det er tykke

lag med mudder. Arbeid i strøm vil kunne være en fordel dersom en baserer seg på at løserevet materiale skal fraktes videre nedstrøms før det eventuelt samles opp. For sterk strøm kan bety problemer ved manøvrering av utstyr og oppsamling av drivmateriale.

#### Kart med omfang og utbredelse av krypsiv.

Det er helt avgjørende for planleggingen av et tiltak å ha kunnskap om omfang og utbredelse av krypsiv og annen vegetasjon i det enkelte basseng. Problemvekstområdene med krypsiv må skilles ut fra områder med lite krypsiv og med normal undervanns-vegetasjon. Det er ikke ønskelig å fjerne all vegetasjon da denne ofte kan være et viktig ledd i produksjonskjeden fram til fisk (habitat og næring). Innenfor hvert basseng må problemvekstområdene plottes på dybdekart slik at det kan gjøres grove anslag på areal (utbredelse) og biomasse (omfang). Dette vil være med på å bestemme eventuelt tidsbruk ved ulike metoder og dimensjonering for oppsamlings-, transport- og deponerings-enheter.

#### Status for de enkelte terskelbassenger.

Pr. i dag foreligger det ikke komplett med informasjon i forhold til de ovennevnte punkter for noen av terskelbassengene, men enkelte bassenger har mer data enn andre. Bare 3 bassenger (Svorti, Harstad og Flåren) har dybdekart fra 1984 og to av de igjen (Svorti og Harstad) utbredelseskart av vannvegetasjon inklusive krypsiv fra 1989. For de resterende bassenger finnes i dag bare beskrivelser av tilstand og ikke noen kartfestet informasjon. Det bør derfor være en prioritert oppgave å lage en oppdatert oversikt over alle terskelbassenger slik at dybdekart med substratklassifisering og problemvekst av krypsiv er tilgjengelig den dagen det skal planlegges og gjøres tiltak. Når oversikten foreligger må det foretas en prioritering av de enkelte bassenger og områder innen hvert basseng det ønskes å gjøres tiltak i. Prioriteringen må gjøres i forhold til årsakene som har utløst ønske om å renske opp, dvs. bruk av vannet i forbindelse med ferdsel, fiske, bading og estetiske hensyn.

Vafa har allerede prioritert 2 bassenger, Harstad og Flåren. I dag synes Harstad-basseng å ha best bakgrunnsdata. Imidlertid mangler det fortsatt en oversikt over substratet i dette bassenget og en oppdatert arealutbredelse av krypsiv. I Flåren er bare dybdekart tilgjengelig. I dette bassenget bør det i det minste foretas en kartlegging av krypsiv i første omgang før tiltak settes i verk. Begge lokaliteter vurderes som godt egnet til å utprøve tiltak i, da det i begge bassenger og spesielt i Flåren er større ensartede arealer med problemvekst. For de andre bassengene må det en grundigere oppdatering av data til for at de kan prioriteres som tiltaksområder.

#### Vurdering av utstyr og praktisk gjennomføring.

I dag finnes det ikke noen kommersiell løsning eller utstyr som kan renske opp krypsiv alle steder som er ønskelig. Utstyr som er prøvd til nå har alle hatt sine positive og negative sider alt ettersom de fysiske forhold har vært på de ulike lokaliteter. Man er nå inne i en fase hvor ”nytt” utstyr er under utvikling og utprøving. Gode ideer er velkomne og det er satt i gang et større prosjekt ”Krypsivprosjektet på Sørlandet” hvor utprøving av tiltak mot krypsiv står sentralt. Det forventes at det gjennom dette prosjektet vil bli utprøvd og utviklet metoder til en effektiv bekjempning/fjerning av krypsiv. I påvente av resultater fra dette prosjektet står en igjen med allerede utprøvd utstyr/maskiner og nye løsninger/utstyr som ønskes testet, f.eks. løsningsmodellen til Nomelands anleggsmaskiner (se kap.6). På mindre arealer vil fortsatt manuell rensking basert på dugnadsinnsats være aktuelt.

I forkant av større tiltak er det viktig å ha en plan for selve gjennomføringen. Denne vil variere noe med hva slags utstyr som skal benyttes. Uansett vil det være nødvendig å ha planer klare for lovlige adkomstveger, vidretransport av krypsiv og deponeringsplasser. I forkant må en også ha satt seg inn i lover og forskrifter som berører tiltak i vassdrag.

Alle kjente tiltak til nå hvor mekanisk/manuell fjerning av krypsiv er blitt utført, har hatt begrenset varighet. Dette er helt naturlig da en som regel ikke samtidig har endret på miljøbetingelsene som krypsivet har utviklet seg under over tid.

### 5.1.2 Manøvrering av vannstand sommer og vinter.

Manøvrering av vannstand sommer og vinter regnes på lang sikt å være et tiltak som vil kunne redusere krypsivveksten i terskelbassengene. Ved å kunne ha mulighet til å holde lav vannstand om vinteren og høy vannstand om sommeren, vil man kunne fryse inn vegetasjonen på de grunne områder og på den måten holde de største problemområder i sjakk. Dette er naturens egen måte å regulere utbredelsen av vegetasjon på. Etablering av tersklene medfører et jevnt høyt vannspeil hele året og selv med regelmessig islegging vil man sjelden få innfrysing og ødeleggelse av planter dypere enn 0,5 m under terskelkronen. Med en vekst på 1 m i året (vekstsesonen) vil krypsivet dermed raskt kunne komme til overflaten igjen på de arealer som har vanddyp 0,5 – 2 m.

I dag finnes det ikke innredninger som gjør det mulig å variere vannstanden i terskelbassengene. Tersklene må derfor til en viss grad bygges om dersom dette skal bli mulig. Dette kan gjøres ved å åpne tersklene og sette inn tappeluker eller å bygge egne forbitappekanaler utenom tersklene. Tiltak som dette er ikke utprøvd ennå, men det har ifølge Otra Kraft vært utredet i forhold til Harstad-terskelen. Praktiske og økonomiske forhold gjorde at tiltaket ikke ble gjennomført. Det er store kostnader ved å bygge om terskler. Følgelig bør en være rimelig sikker på at dette er en varig god løsning før en begynner å bygge om terskler i stor skala. Tiltaket bør imidlertid prøves ut ved at en begynner med en terskel som et forsøksprosjekt med grundig oppfølging.

I forkant av et slikt prosjekt må det utføres en del arbeid med dybdekart for terskelbassengene. En må ha oversikt over hvor store arealer som kan tørrlegges ved forskjellige nivåer av nedtapping og sikre at det finnes bl.a. rom for fisk til å oppholde seg selv ved stor nedtapping. I denne sammenheng er det viktig å ta med at minstevannføringen på 2 m<sup>3</sup>/s om vinteren skal opprettholdes samtidig med en eventuell nedtapping. Dybdekart og utbredelseskart for krypsiv og annen vegetasjon bør ligge til grunn ved en eventuell prioritering av terskler et prøveprosjekt kunne benytte.

Da dette tiltaket ikke er utprøvd og det har sannsynligvis store kostnader i forbindelse med etablering av tappeanordninger og noe kostnad ved vedlikehold i etterkant, må dette sees mot en kostnad ved en regelmessig mekanisk fjerning av krypsiv og opprensning av terskelbassengene. Dette synes å være alternativene en står ovenfor i dag dersom det ikke kommer opp nye alternative løsninger ved videre arbeid med tiltak.

## 5.2 Utløp Brokke kraftverk – Straume bru

Nedenfor er skissert en kortfattet status for denne strekningen:

- Brokke kraftverk ble satt i drift i 1964, fullt utbygd i 1977
- Vannføringen bestemmes av driftsvannføring i Brokke og tilsig fra Valle
- Utjevnet vannføring over året med økt vintervannføring og redusert sommervannføring
- Store årvisse renskeflommer mangler
- Manglende islegging under normale vinterforhold
- Økende grad av korttidsregulering (døgnregulering) i den siste 10-års perioden

Under de ovennevnte forhold har det utviklet seg:

- Problemvekst med krypsiv utbredt på hele strekningen
- Sedimentasjon og opphopning av mudder på flere steder

Følgende muligheter finnes til å regulere vannføring/vannstand på strekningen:

- Driftsvannføring 0-130 m<sup>3</sup>/s ut av Brokke
- Regulering mellom LRV = 241 og HRV = 242 (1 meter) ved Tjurrmo dam
- Tappe ned Tjurrmodammen til nedre kant av bunnlukene i dammen. Hekni stanses.

Følgende tiltak mot krypsiv er tidligere vurdert for strekningen (Rørslett m.fl. 1987):

- Mekanisk fjerning
- Tildekking
- Spyleflommer
- Indusert erosjon
- Manøvrering av vannstand sommer og vinter
- Herbicider

Mekanisk fjerning i form av mudring/klipping (1993 og 1996) og innfrysning (1991-1992) er forsøkt på strekningen.

Otra er på store deler av denne strekningen bred og stilleflytende og bruker i dag tilnærmet hele det gamle elveløpet. Over store områder består substratet av sand og grus. Sand- og grus-banker som tidligere ble flyttet på i forbindelse med store flommer, ligger nå mer eller mindre i ro hele året slik at krypsivplanter har hatt mulighet til å etablere seg over tid. Utjevnet vannføring over året har gjort vekstbetingelsene forutsigbare og stabile og planten har utviklet massebestander over store arealer. Denne tilstanden ble dokumentert ved utbredelseskart i 1986 og har siden vedvart. Etter at Hekni kom i drift er det fortsatt meget gode vekstbetingelser til stede og krypsivet fremstår i dag som minst like omfattende som tidligere undersøkelser har dokumentert. Av de tidligere vurderte tiltak for fjerning av krypsiv i dette området, synes mekanisk fjerning og manøvrering av vannstand sommer og vinter i dag å være de mest realistiske å gå videre med. På kort sikt vil mekanisk fjerning gi størst gevinst, mens manøvrering av vannstand sommer og vinter vil være et nødvendig tiltak på lang sikt for å redusere krypsivveksten.

### 5.2.1 Mekanisk fjerning

På kort sikt synes mekanisk fjerning å være det mest realistiske tiltaket for fjerning av krypsiv på strekningen nedstrøms Brokke og i Straumefjorden. Dette området har nå så store mengder krypsiv at "naturlig driv" fra området som følge av normal kjøring i Brokke, skaper et problem for inntaket til Hekni kraftstasjon. Dette inntaket må renskes regelmessig under dagens forhold. Av den grunn er det helt nødvendig å ha full kontroll på tiltak i dette området og sikre seg mot at større mengder krypsiv kommer i driv uten at det er systemer som fanger det opp. Som for terskelbasseng-strekningen er det også her viktig å ha en del grunnlagsdata på plass før tiltak planlegges og settes i verk. Følgende data bør foreligge:

- Dybdekart
- Substratforhold
- Strømforhold
- Kart med omfang og utbredelse av krypsiv

#### Dybdekart.

Det er fra tidligere ikke laget dybdekart for dette elveavsnittet. Utbredelseskartet for krypsiv fra 1986 vil imidlertid kunne brukes som veiledende for å grovt angi dybdeområdet 0,5-3m, men dette kan ha endret seg frem til i dag. Slik som krypsivet vokser i dette området med sanddyneformer og akkumulering av sand, kan bunntopografien endre seg noe over tid. Som en følge av Tjurrmodammen har også median vannstand økt i Straumefjorden.

Et dybdekart for dette området henger nøye sammen med vannstand som følge av kjøremønsteret i Brokke og Hekni. Ved oppmålingen av dybdekart er det derfor helt nødvendig å relatere dypene til aktuell driftsvannføring i Brokke og vannstand på Tjurrmodammen.

For flere typer tiltak er et dybdekart helt avgjørende for å kunne beregne arealer som tørregges ved kombinasjoner av ulike driftsvannføringer og vannstander ved Tjurrmo.



### Substratforhold.

Substratet er ikke kartlagt i hele området, men en vet at det er store arealer med sand/grus-bunn i hovedløpet. Der krypsiv har stått lenge med store bestander kan det også ha blitt akkumulert en del mudder. I bukter og bakevjer er det trolig akkumulert en del mer mudder og finmateriale, men dette er ikke dokumentert. Det bør derfor utarbeides et kart som angir substratforhold i alle områder som det ønskes å gjøres tiltak i.

### Strømforhold.

Dagens situasjon mhp. strømforhold er ikke kartlagt i detalj, men man har et grovt bilde av tilstanden. Strømforholdene i dette området er i dag helt avhengig av kjøremønsteret i de to kraftverkene Brokke og Hekni, som igjen kan variere noe med årstiden. Går begge kraftverkene for fullt vil det være til dels betydelig strøm på hele strekningen. Strømhastigheten avtar noe med redusert last i de to verkene og i tilfelle stans i lengere perioder som f.eks. i september 2001 (se figur 6), vil hele Straumefjorden opptre som en innsjø med nær "stillestående" vannmasser. Strømforholdene kan også variere i noen grad over døgnet i perioder med stans av kraftverkene om natten. Med den store variasjonsbredden i mulige strømforhold i området, er det viktig ved en eventuell kartlegging av strømforhold å ha kontroll med aktuell driftsvannføring. En detaljert oversikt over alle mulige kombinasjoner av driftsvannføringer vil være en krevende oppgave. En kan derfor i første omgang ta utgangspunkt i den ene ytterlighet ved en situasjon med full last i Brokke og nødvendig kjøring av Hekni. Dette vil være representativt for en situasjon med de tøffeste strømforhold. Deretter kan en gjøre tilsvarende målinger/observasjoner under en situasjon med halv last i Brokke. Data fra disse to situasjoner vil kunne brukes til å estimere strømforholdene under en del andre aktuelle situasjoner.

### Kart med omfang og utbredelse av krypsiv.

Utbredelseskart for krypsiv ble utarbeidet i 1986, men er senere ikke oppdatert. Omfanget av krypsiv synes i dag å være på minst samme nivå og har trolig også økt noe. Det gamle kartet er derfor et godt utgangspunkt for dagens situasjon, men det bør foretas en oppdatering dersom større tiltak skal planlegges og settes i verk.

### Status for strekningen Brokke – Straume bru.

Pr. i dag finnes det ikke komplett med informasjon i forhold til alle de ovennevnte punkter. Det må derfor gjøres en del registreringsarbeid og datainnsamling før at en kan planlegge tiltak for større områder. I dag finnes det heller ingen prioritering av delområder innenfor dette store arealet som ønskes rensket utover et prøveareal utenfor Rysstad feriesenter som VAFA har prioritert. Dette området er behandlet i kap. 6. Resten av strekningen er såvidt stor at det bør vurderes en inndeling i passende seksjoner og deretter gjøres en prioritering av rekkefølgen av seksjoner en ønsker å renske opp i.

### Vurdering av utstyr og praktisk gjennomføring.

Når det gjelder valg av utstyr, er man på denne strekningen i større grad avhengig av hva slags arbeidsbetingelser en kan oppnå til forskjellig tid, noe som i stor grad er bestemt av kjørestrategien til kraftverkene Brokke og Hekni. Velger man en løsning uavhengig av dette, vil det stille store krav om fleksibilitet til både utstyr og mannskap, som må kunne operere under vekslende forhold mhp. både dyp og strømforhold over kortere tidsrom. En slik løsning vil også kreve et mer solid datagrunnlag å planlegge ut fra, da en må ta hensyn til alle mulige situasjoner som kan oppstå.

En enklere og kanskje nødvendig løsning i mange tilfeller er muligheten til å kunne "bestille" ønskede arbeidsforhold. Teoretisk vil det være mulig i perioder å manøvrere både driftsvannføringer og LRV-HRV på en slik måte at en kan oppnå "gunstige" forhold for ulike typer av utstyr på større arealer på denne strekningen. Imidlertid vil slike ønskede arbeidsforhold ofte komme i konflikt med optimal kraftproduksjon både økonomisk og teknisk. Muligheten for å kunne benytte seg av "bestilte" arbeidsforhold er derfor helt avhengig av at man kan inngå samarbeid med eierne av kraftverkene (regulantene) som i dag opererer innenfor gitte konsesjonsvilkår. Det anbefales derfor å ta kontakt med regulanten å foreslå at det blir laget en oversikt for hvilke muligheter man i praksis har til å kunne



få ønskede arbeidsbetingelser. Ut fra dagens erfaring er det trolig størst fleksibilitet i systemet i sommerhalvåret da etterspørsel etter kraft er minst og det ofte er nødvendige revisjoner på kraftverkene. En slik plan bør inneholde følgende momenter:

- Årstid (hvilke perioder av året er det mest realistisk å kunne foreslå ønsket manøvrering)
- Hvilke kombinasjoner av manøvrering er teknisk mulig å gjennomføre
- Hvor lange perioder (timer, dager, uker) kan de forskjellige manøvreringer gå uten endring

En slik plan/oversikt i kombinasjon med grunnlagsdata om dyp, substrat, strøm og vegetasjonsutbredelse vil være et nødvendig grunnlag for å planlegge større tiltak i området inklusive valg av utstyr.

Når det gjelder type utstyr er det viktig å benytte utstyr som kan fjerne krypsivplantene helt slik at resultatet av opprensingen blir store åpne arealer med sand/grus-substrat. Dette bør være utgangspunktet for senere ”vedlikehold” av strekningen mhp. å redusere veksten av krypsiv.

Liksom for terskelbasseng-strekningen må en i forkant av større tiltak i dette området ha en plan for selve gjennomføringen. Denne vil variere noe med hva slags utstyr som skal benyttes. Uansett vil det være nødvendig å ha planer klare for lovlige adkomstveger, oppsamling og vidretransport av krypsiv og deponeringsplasser. I forkant må en også ha satt seg inn i lover og forskrifter som berører tiltak i vassdrag. I de tilfeller hvor det planlegges tiltak som inkluderer større endringer i manøvreringen av vannet på strekningen utover dagens normale forhold, bør eventuelle konflikter med andre brukerinteresser som f.eks. vannforsyning klareres. Det blir også viktig med informasjon ut til berørte instanser i forkant av tiltaket.

### **5.2.2 Manøvrering av vannstand sommer og vinter**

Manøvrering av vannstand sommer og vinter regnes på lang sikt å være et tiltak som vil kunne redusere krypsivveksten på strekningen nedstrøms Brokke. En forutsetning er imidlertid at det i forkant er utført kontrollert mekanisk fjerning av de store mengder krypsiv som i dag finnes, slik at en kan starte på et tilnærmet ”rent” underlag. Et opplegg med regelmessig innfrysing av gruntområdene vil da trolig kunne hindre krypsiv i å overvintre og utvikle massebestander. Nødvendig frekvens av perioder med innfrysing må imidlertid undersøkes og følges opp nærmere, da dette ikke tidligere er undersøkt.

Videre er det noe usikkert hvilken betydning økende grad av korttidsregulering (døgnregulering) i den siste 10-års perioden har hatt frem til nå og vil ha på krypsivveksten i fremtiden. Korttidsregulering vil til en viss grad virke eroderende og kan dermed bremse hastigheten på nyetablering av planter på renskede arealer. Denne mulige effekten har vært umulig å spore til nå da hele strekningen har vært nær fullstendig kolonisert med planter i forkant av endret kjøremønster. Dette vil imidlertid være et interessant moment å følge opp videre i etterkant av et eventuelt tiltak i området.

Tiltak som involverer manøvrering av vannstand vil kun være gjennomførbart i samarbeid med regulanten. Planer/oversikt over mulig fleksibilitet i manøvringsalternativer vil også i denne sammenheng være et nyttig verktøy for vedlikehold av vassdragsstrengen på lengere sikt.

### **5.3 Inntaksmagasinet til Hekni kraftverk**

Nedenfor er skissert en kortfattet status for denne strekningen:

- Magasinet etablert i perioden 1992-1996.
- Hekni startet høsten 1996
- Gjennomstrømningsinnsjø med antatt dyp ned til ca 8-10 m og kort oppholdstid.

Under de ovennevnte forhold har det utviklet seg:

- Krypsiv har etablert seg i gruntområder med større bestander

Følgende muligheter finnes til å regulere vannføring/vannstand på strekningen:

- Driftsvannføring 0-130 m<sup>3</sup>/s ut av Brokke
- Driftsvannføring 0-170 m<sup>3</sup>/s til Hekni
- Regulering mellom LRV = 241 og HRV = 242 (1 meter) ved Tjurrmo dam
- Tappe ned dammen til nedre kant av bunnlukene. Hekni stanses.

Følgende tiltak mot krypsiv er tidligere vurdert for strekningen:

- Ingen tiltak er tidligere vurdert

Inntaksmagasinet er relativt nyetablert og det finnes ikke dokumenterte registreringer av krypsiv i området etter etableringen. Magasinet omtales likevel som et problemområde hvor det er ønskelig med tiltak. For å gjøre tiltak i dette magasinet må det innhentes en del ny informasjon om dybdeforhold, strømforhold, substrat og ikke minst en kartlegging av problemområdene.

#### Dybdekart.

For å lage et dybdekart over området kan en ta utgangspunkt i de plantegninger som finnes over Tjurrmo-magasinet i konsesjonssøknaden (AAK 1985). Her angis det bl.a. områder som er demt ned ved HRV kote 242 i forhold til opprinnelig elveleie. Det er i tillegg store arealer hvor en ikke kan lese ut dagens dyp uten å foreta målinger i felt.

#### Substratforhold.

Substratforhold er ikke dokumentert og siden det er demt opp nye arealer der det tidligere var skog og myr, er det nyttig å få en oversikt over dette. Et viktig moment i forbindelse med substratet blir i forhold til mulig erosjon i magasinet ved manøvrering av vannstand både innenfor LRV-HRV og ned forbi LRV. Det siste ligger utenfor konsesjonsvilkårene og kan bare benyttes i helt spesielle situasjoner. Likevel kan dette være aktuelt i tiltakssammenheng.

#### Strømforhold.

Strømforholdene er ikke kartlagt og bør kartlegges på et grovt nivå. Også på denne vassdragsstrengen kan strømmen bli merkbar når Brokke kjører full last og Hekni tar unna. Strømforholdene vil også trolig variere med ulike nivåer av driftsvannføring i Brokke og Hekni.

#### Kart med omfang og utbredelse av krypsiv.

En kartlegging av krypsiv i inntaksmagasinet er helt nødvendig for å kunne planlegge omfang og type tiltak i dette området. Problemvekstområder må undersøkes og en må klarlegge dybdeutbredelsen til planten i forhold til LRV-HRV. Det er i dag uvisst hvor dypt ned problembestandene vokser i dette området.

#### Aktuelle tiltak.

Siden omfanget av krypsiv er dårlig dokumentert i dette området er det vanskelig å foreslå konkrete tiltak. Det er imidlertid svært sannsynlig at mekanisk fjerning også i dette tilfellet blir et nødvendig tiltak på kort sikt for å få bort krypsivet i problemområdene før en går i gang med aktiv bruk av vannstandsmanøvrering sommer og vinter. En kan tenke seg at en årviss nedtapping til LRV i kuldeperioder i vintersesongen kunne begrense tilveksten av krypsiv i gruntområdene ned til en meter under HRV i deler av bassenget.

Også for dette vassdragsavsnittet er det en klar fordel å kunne operere i samarbeid med regulanten. Muligheten til å kunne bruke aktivt LRV-HRV i tiltakssammenheng er avhengig av dette. I dag holdes

vannstanden så tett opp til HRV som mulig for å få maksimal effekt i produksjonen. Det er også mulig å kjøre Hekni på nivå LRV uten å få for stort tap i virkningsgrad. Hvor lagt ned en kan manøvre magasinet og samtidig kjøre Hekni forsvarlig er imidlertid ikke utredet. Dette bør utredes nærmere i sammenheng med de nevnte planer for mulige fleksible driftsvannføringer i Brokke og Hekni til bruk for tiltak i Straumefjorden.

## 5.4 Tjurrmo – Røysland

Nedenfor er skissert en kortfattet status for denne strekningen:

- Terskler etablert i 1997
- Minstevannføring, prøveperiode 1998-2003 med variasjoner innenfor 1-5 m<sup>3</sup>/s

Under de ovennevnte forhold har det utviklet seg:

- Krypsiv etablert på hele strekningen
- Tette bestander av krypsiv i 6 av 11 soner

Følgende muligheter finnes til å regulere vannføring/vannstand på strekningen:

- Teoretisk kan tappeluker i dammen åpnes å gi en spyleflom på flere hundre m<sup>3</sup> i en kort periode

Følgende tiltak mot krypsiv er tidligere vurdert for strekningen:

- Ingen tiltak er tidligere vurdert

Denne terskelbasseng-strekningen er relativt nyetablert og den er foreløpig ikke beskrevet å ha problemvekstområder med krypsiv selv og planten på kort tid har etablert seg over store områder. Man er dessuten inne i en periode med prøvereglement på strekningen, slik at det neppe er aktuelt å gjøre noen "inngrep" før denne perioden er evaluert i 2004.

Med hensyn på fremtiden vil prinsippene for denne strekningen være tilsvarende som for strekningen Bjørnarå-Brokke hva eventuelle tiltak mot krypsiv angår. Grunnlagsmateriale finnes i stor grad gjennom boniteringsarbeidet i 1999 og en oppfølgende kartlegging av krypsiv i 2001. Det er også planlagt ytterligere en kartlegging av krypsiv i 2003 som en avslutning på prøveperioden (Gravem 2002). Dette materialet vil langt på veg kunne brukes til planlegging av tiltak.

## 5.5 Generelle forutsetninger for å kunne utføre tiltak i vassdrag

For å kunne utføre tiltak i vassdrag er det en rekke lover og forskrifter å forholde seg til. I Lynnebakken og Moe (2001) står det bl.a.:

Tiltak i vassdrag reguleres av flere regelverk. Kommunen forvalter plan- og bygningsloven, og § 84 omfatter vesentlige terrenginngrep, på eller i grunnen, i vassdrag eller i sjøområder. Med hjemmel i Forurensningsloven er det fastsatt Forskrift om regulering av mudring og dumping i sjø og vassdrag av 4/12-97. Denne forskriften sier klart at all mudring og dumping i utgangspunktet er forbudt. Tillatelse til slike tiltak kan imidlertid innvilges dersom tiltaket ikke vil medføre fare for spredning av forurensede sedimenter. I tillegg må alle tiltak i sjø og vassdrag avklares med Norsk Sjøfartsmuseum da de forvalter Lov om fornminner under vann.

Den nye vannressursloven av 1/1-01, inneholder en aktsomhetsbestemmelse (§ 5) der tiltakshaver er forpliktet til å vise stor forsiktighet slik at forholdene for bl.a. yngel ikke ødelegges. I tillegg står det i § 11 at det langs vassdraget skal opprettholdes et naturlig kantvegetasjonsbelte. Bredden på dette kan avgjøres av kommunen.

I tillegg må en forholde seg til bestemmelser i innlandsfiskeoven og eventuelle privatrettslige forhold på stedet.

## 6. Tilbud fra Nomelands Anleggsmaskiner A/S

Som et ledd i oppstarten med å forsøke å få redusert problemene med krypsivvekst i Valle, har VAFA kontaktet Nomelands Anleggsmaskiner som i brev av 26.november 2001 utarbeidet et tilbud på fjerning av krypsiv i Otra (se vedlegg). NIVA er blitt bedt om å vurdere dette tilbudet generelt i forhold til tiltaksplanen.

Nomelands Anleggsmaskiner har utarbeidet en modell som vil sørge for mekanisk fjerning av krypsivet. Et område på 200 x 300 m (60 da eller 0,06 km<sup>2</sup>) ved Rysstad feriesenter er valgt ut i fra praktiske egnethetskriterier. På grunn av en viss konkurranse-situasjon i Sørlands-regionen mhp. utvikling av utstyr og bruk av utstyr til krypsivfjerning, har det ikke vært mulig å få tilgang til alle detaljer omkring prosjektet. Følgende synes imidlertid å være gjeldende:

- Et areal på 200 x 300 m skal renses nær 100 % for krypsiv
- Det skal brukes "rive" som vil grave inntil ca 5 cm ned i substratet
- Alt krypsivet skal tas opp og fraktes bort til deponering i grustak
- Arbeidet skal foregå ved stans i Brokke og ellers liten vannføring fra Valle

På bakgrunn av disse opplysninger oversendt til NVE Region Sør Tønsberg i brev fra VAFA av 11.07.02, ble tiltaket vurdert av NVE (brev av 15.07.02) ikke å komme i konflikt med og dermed trenge saksbehandling etter vannressursloven. Det ble imidlertid påpekt at tiltaket kunne berøre andre lover og forskrifter som forvaltes av kommunen og fylkesmannen, bl.a. forurensningsloven, laks og innlandsfiskeoven og mudringsforskriften. Det ble anmodet om at saken ble lagt fram for disse etatene før tiltaket iverksettes.

Tiltaksområdet ligger i Straumefjorden og således midt i et av VAFAs prioriterte områder hvor problemvekst av krypsiv ønskes fjernet. Ved befaring i juni syntes området å ha ca. 95% dekning med massive krypsiv-bestander oppå et sand/grus-substrat. Resten av området var mer eller mindre "åpne" sand/grus-flater også med noe mosebelagt stein innimellom. Basert på tidligere målte biomassetall fra Otra (middelverdi 250 g/m<sup>2</sup> tørrvekt fra Harstad-bassenget i 1993 fra Rørslett (1997)), kan en anslå plantemengden på tiltaksområdet til ca. 14-15 tonn med krypsiv. Til sammenligning ble det antatt å være omkring 6-700 tonn med krypsiv i Straumefjorden i 1995 (Rørslett 1997).

Tiltaket vurderes som meget interessant fordi et såvidt stort sammenhengende område ikke tidligere er rensket 100 % for krypsiv. Tiltaket er også interessant i den forstand at tiltaksområdet må regnes å kunne være representativt for store deler av Straumefjorden, Flåren og deler av enkelte av de mindre terskelbassenger oppstrøms Brokke. Likeledes er det andre likartede områder lenger sør i Otra og også i Mandalselva hvor erfaringene fra en eventuell gjennomføring av tiltaket kan nyttes mer eller mindre direkte.

Like viktig som å høste erfaring med en eventuell gjennomføringen av tiltaket, blir det å følge opp tiltaket i tiden etterpå. Varigheten av et slikt tiltak er av meget stor interesse. Tiltaksområdet bør derfor overvåkes i etterkant for å studere prosesser omkring reetablering og gjenvekst.

Eventuelle negative effekter av tiltaket synes å være begrenset da alt krypsiv skal etter planen samles opp på stedet. Driv av store mengder løsrevet krypsiv nedover i vassdraget blir dermed unngått. En viss tilgrusning av vannet må en regne med ved graving i sand/grus-substratet. Dette kan inneholde finere fraksjoner av uorganiske partikler som kan gå i suspensjon. Videre vil de massive krypsiv-

bestander kunne inneholde en del organisk detritus og ”mudder” som lettere grumser til vannet. En del av dette vil trolig sedimentere igjen i krypsivbestandene nedstrøms tiltaksområdet, mens noe kan gå videre nedover vassdraget. Eventuelt omfang og konsekvenser av tilgrumsing i forbindelse med tiltaket er såvidt vites ikke utredet. Eventuelle konflikter med andre brukerinteresser i vassdraget som f.eks. uttak av vann til diverse formål nedstrøms tiltaksområdet bør sjekkes ut før en oppstart.

## 7. Litteratur

Aust-Agder Kraftverk (AAK) 1985.

Hekni kraftverk. Konesjonssøknad. Søknad og teknisk-økonomisk beskrivelse. – Ing. A.B. Berdal A/S, Oslo, 59 s. + bilag.

Bogen, J. 1993.

Fluviale prosesser. – I: Inngrep i vassdrag; prosesser og tiltak – en kunnskapsoppsummering. – NVE-publikasjon nr. 13 Bind 1 side 96-124.

Boman, E., Høgberget, R., Romstad, R. og Sahlquist, E.-Ø. 1984.

Øvre Otra. Undersøkelse av terskelbasseng i Valle 1983. - SFT-Overvåkningsrapport 146/84, NIVA-rapport O-80002-08 l.pnr. 1653, 46 sider.

Brandrud, T.E. 1995. Virkning av kalking på krypsiv og annen begroing i Otravassdraget. En konsekvensutredning Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport lnr. 3266.

Brandrud, T.E. 1999. Tiltak mot krypsiv i Mandalsvassdraget. Vegetasjonsutvikling i Sveindalsområdet i 1998. NIVA-notat 8.febr. 1999. Upubl.

Brandrud, T.E.; Johansen, S.W. 1992. Flotgras og krypsiv i terselbasseng i Otra. Pilotforsøk med testing av frosttoleranse. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport lnr. 2773. 12s.

Brandrud, T.E., Johansen, S.W. 1997. Tiltak mot krypsiv. Vegetasjonsfjerning i Sveindalsområdet i Mandalsvassdraget 1996 Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport lnr. 3759. 26s.

Brandrud, T.E., Halvorsen, G., Raddum, G.R., Brettum, P., Halvorsen, G.A., Lindstrøm, E-A., Schnell, Ø.A., Sloreid, S-E. & Walseng, B. 1999. Effekter av kalking på biologisk mangfold. Basisundersøkelser i Tovdalsvassdraget 1995-96. DN-utredning 1999-9.

Brodtkorb, E., Asvall, R.P., Erichsen, B. Koksvik, J.I. og Reinertsen, H. 1999. Vannslipp i Altaelva i april 1999: Effekter på vanntemperatur, begroing og bunndyr i Sautso. – Altaelva-rapport nr. 12, 17 sider.

Brodtkorb, E. og Vethe, A. 2002. Fiskebiologiske og vannkjemiske undersøkelser i Otra ved Hekni. Årsrapport 2001. - Statkraft Engineering rapport N9013G-R01/02.

Fløgstad, Anne. 1996. Vannvegetasjon og bunnslam i Venneslafjorden. – Arbeidsrapport, september 1996, 12 sider.

Fægri, K. 1960. Maps og Distribution of Norwegian Vascular Plants. Vol. I. Coast Plants. Oslo University Press, Oslo.



Gravem, F. 2000. Kartlegging av krypsiv og oppvekst- og gytemuligheter for fisk i Otra mellom Tjurrmo og Hekni kraftverk i 1999. - Statkraft Engineering rapport SE/99/120.

Gravem, F. 2002. Kartlegging av krypsiv i Otra mellom Tjurrmo og Hekni kraftverk i 2001. - Statkraft Engineering rapport N9013G-R02/02.

Hultèn, E. 1971. Atlas över växternas utbredning i Norden. Generalstabens litografiska anstalts förlag, Stockholm.

Johansen, S.W. 1999. Tiltak mot krypsiv i Mandalsvassdraget. Vegetasjonsutvikling i Sveindalsområdet i 1999. NIVA-notat 8.desember 1999, 6 sider. Upubl.

Johansen, S.W., Brandrud, T.E. og Mjelde, M. 2000. Konsekvenser av reguleringsinngrep på vannvegetasjon i elver. Tilgroing med krypsiv. Kunnskapsstatus. – NIVA-rapport 4321-2000, 67 sider.

Lid, J. og Lid, D.T. 1994. Norsk flora. Det norske samlaget, Oslo. 6.utg. ved Reidar Elven.

Lucassen, ECHET. (Nijmegen), Oonk, M.M.A. (Nijmegen), Roelofs, J.G.M. (Nijmegen), 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. Rapport utgitt i samarbeid mellom Katholieke Universiteit Nijmegen og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) 1996. NIVA-særtrykk S-2190

Lynnebakken, T. og Moe, E. 2001. KRYPSIV I SØRLANDSVASSDRAG. Rapport fra forprosjekt. – Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen, rapport nr. 1-2001.

Madsen, J.D.; Adams, M.S. & Ruffier, P. 1988. Harvest as a control for sago pondweed (*Potamogeton pectinatus* L.) in Badfish Creek, Wisconsin: frequency, efficiency and its impact on the stream community oxygen metabolism. – *J. Aquat. Plant Manage.*, 26: 20-25.

Moe, Eli. 1997. Aksjon Venneslafjorden. – Rapport Vennesla kommune, august 1997, 16 s + vedlegg.

Often, A., Haugan, R., Røren, V. og Pedersen, O. 1998. Karplantefloraen i Hedmark: sjekklister, plantegeografiske elementer og foreløpige utbredelseskart for 488 taksa. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen, rapp.nr.6/1998: 1-261.

Painter, D.S. 1988 Long-term effects og mechanical harvesting on Eurasian milfoil. – *J. Aquat. Plant Manage.* 26: 25-29.

Reiser, D.W.; Ramey, M.P. & Lambert, T.R. 1985. Review of flushing flow requirements in regulated rivers. Pacific Gas & Electric Co., Contract Report Z19-5-120-84.

Roelofs, J.G.M., Schuurkes, J.A.A.R. and Smits, A.J.M. 1984. Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities of soft waters in the Netherlands. II. Experimental Studies. – *Aquat. Bot.*, 18: 389-411.

Rørslett, B. 1987. Tilgroing i Otra nedstrøms Brokke. Problemanalyse og forslag om tiltak. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport lnr. 1997. 40s.

Rørslett, B. 1991. Krypsiv i Otra nedstrøms Brokke: Storskala innfrysningforsøk 1991. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport lnr. 2660. 11s.

Rørslett, B. 1997. Undersøkelser i samband med fjerning av krypsiv i Otra ved Valle og Straume. NIVA-notat, 15.juni 1997, 10 sider. upubl

Rørslett, B., Tjomsland, T., Løvik, J.E., Lydersen, E., Mjelde, M., Grande, M. 1981. Undersøkelse av Øvre Otra. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport lnr. 1263. 180s.

Rørslett, B., Mjelde, M., Johansen, S.W. 1989. Effects of hydropower development on aquatic macrophytes in Norwegian rivers: present state of knowledge and some case studies. Regul. Rivers: Res.&Man. Vol 3: 19-28.

Rørslett, B., Brandrud, T.E., Johansen, S.W. 1990. Tilgroing i terskelbasseng i Otra ved Valle. Problemanalyse og forslag om tiltak. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport lnr. 2442. 117s.

Schuurkes, J.A.A.R., Elbes, M.A., Gudden, J.J.F. & Roelofs, JGM. 1987. Effects of simulated ammonium sulphate and sulphuric acid rain on acidification, water quality and flora of smallscale soft water systems. Aquatic Botany 25: 199-226.

Skomedal, S. 1986.  
I skiftende tider. Otteraaens Brugseierforening gjennom 85 år.

Skomedal, S. 2000.  
I skiftende tider og inn i en ny tid. Otteraaens Brukseierforening gjennom 100 år 1900-2000.

Svedäng, MU 1990a. The growth dynamics of *Juncus bulbosus* L - A strategy to avoid competition. Aquatic Botany vol. 37, nr. 2, Jul 1990, side 123-138.

Svedäng, MU. 1990b. Carbon-dioxide as a factor regulating the growth dynamics of *Juncus bulbosus* Aquatic Botany vol. 42. Nr. 3. Apr. 1992, side 231-240.

## Vedlegg A. Befaringsnotat 26. juni 2002

**Befaringsnotat vegetasjonsundersøkelse på strekningen Bjørnarå – Tjurrmo dam 26.06.2002.**

Deltagere: Stein W. Johansen (NIVA), Torjus Uppstad (VAFA), Tom Arild Homme (VAFA)

Formål: Skaffe en oversikt over problemområder med krypsivvekst sett i forhold til tidligere beskrivelser av vegetasjonen på strekningen.

Observasjonsforhold: byggevær,  $Q = 7,2 \text{ m}^2/\text{s}$  gjennom Valle,  $Q = 58,2 \text{ m}^2/\text{s}$  ut av Brokke

Følgende observasjoner ble gjort i terskelbassengene:

1) Bjørnarå (Vadebukse + vannkikkert)

På vestsiden var det en del grovt substrat. Krypsiv hadde bestander inn i mellom steiner der det var noe grus dypere enn 0,5 m. Ingen årsskudd observert og ingen planter i overflaten. Det var rester av algebegroing på eldre planter. Noe flotgras (*Sparganium angustifolium*) i overflaten.

På vestsiden litt krypsiv i overflaten der det var innslag av finere sandsubstrat. Litt flotgras i overflaten.

2) Neverdalsøyne (Vadebukse + vannkikkert)

Naturlig terskelbasseng ved Neverdalsøyne oppstrøms Drengsøy. Grovsteinet substrat med litt grus imellom og svak strøm i vannet. Bunnen dekket med vegetasjon i form av levermose (*Nardia compressa*) med friske skudd og liggende krypsivplanter (60 % dekning). Klar sone uten vegetasjon grunnere enn 0,5 m.

3) Sandens åre (Vadebukse + vannkikkert)

Kupert bunn. Vekslede grus/sand og noe berg med 0-50 cm mudder. Mye krypsiv liggende, ikke noe i overflaten. Krypsiv dekker vekslende. Mye bare flekker uten krypsiv der det er mye mudder. Ferskvannssvamp (*Spongilla sp.*) og *Lobelia dortmanna* (botnegras) observert på henholdsvis 1m dyp og i gruntområder på sand/grus. Noe flotgras spredt i overflaten.

Nyanlagt badekulp i 1997 var nå godt kolonisert av krypsiv fra dyp 0,3 m og ned til 2 m.

4) Hagefoss (Vadebukse + vannkikkert)

Bakevje og stillestående smalt løp langs med vegen. Utløp av drensrør under vegen ut i bakevja. Varierende substrat med enkelte store steinblokker. Krypsiv-bestander i overflaten. Mosene *Drephanocladus exannulatus* og *Sphagnum auriculatum* (torvmose) ble registrert som matter i overflaten.

5) Svorti Flateland camping (Vadebukse + vannkikkert)

Øvre del grov rullestein uten krypsiv. Dusker av elvemosen *Fontinalis antipyretica*. Fra spissen av badeplassen og utover var det krypsivsåter fra 0,5m dyp og utover. Spredte bestander. Flotgras-kolonier i overflaten på vestsiden som tidligere i 1989. Mye krypsiv i de grunne buktene der Lisleå kommer ut. Det ble observert et tynt mudderlag på steinene ved badeplassen som lett lot seg virvle opp.

6) Einangsmoen (Vadebukse + vannkikkert)

Observasjoner gjort på nordsiden nedstrøms nybrua. Grovt substrat med grus. Lite mudder. Mye krypsiv langs land nær overflaten. Store bestander også sett midt utpå fra vegen.

7) Harstad-bassenget (Båt og vannkikkert)

Her syntes området befart med båt på østsiden mye likt det bildet som fremsto i 1989. Svært stor dekning av krypsiv med mye i overflaten allerede. Området rundt øya syntes å ha større vegetasjonstetthet nå i forhold til 1989. Mudder er fortsatt til stede med tykkelser fra 0-50 cm. Det ble registrert mindre bestander av tusenblad, botnegras og flotgras på grunnere vann.

8) Flåren (Båt og vannkikkert)

Befaring med båt fra litt nord for utløp Kvæsåne nord til Sandøyane opp forbi Slettmo. Store arealer med 100% dekning av krypsiv i dybdeområdet 0,5 – 1,5 m. Flere steder var krypsiv i eller nær

overflaten og vil trolig ligge som massive overflatebestander lenger ut på sommeren. På noe dypere vann var det gjennomgående mer spredte forekomster av krypsiv som ikke var på veg opp mot overflaten. Ved Sandøyrane var det store kolonier med flotgras og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*). Det var betydelig mindre krypsiv og ingen synlige flotgrasbestander i de sørlige deler av Flåren.

Observasjoner nedstrøms Brokke kraftverk:

9) Rysstad feriesenter (Båt og vannkikkert)

Massive krypsivbestander med skjeggfletter (hvite røtter i vannfasen), som er typisk for bestander som står konstant i svakt strømmende vann, over store sammenhengende arealer. En god del var oppe i overflaten. Det ble også observert mindre felter/renner på noe dypere vann uten krypsiv, hvor sand/grus og steiner med mose var godt synlig. Det kan synes som om det går flere mindre "dypåp-løp" i dette området som skaper "hulrom" i ellers kompakte vegetasjonsbestander.

10) Oppstrøms Straume bru

Sett fra vegen: store bestander av krypsiv i overflaten på vestsiden oppstrøms brua der det tidligere er gjennomført og utprøvd tiltak.

11) Straume bru

Små enkeltrosetter av krypsiv observert under brua der det forøvrig var god strøm på vannet. Bunnen her er justert noe i form av diverse sprengnings-arbeider etter at Tjurrmo-dammen ble anlagt for å bedre transport-kapasiteten på vannet. Nedstrøms brua ble det observert krypsiv i overflaten nært land.

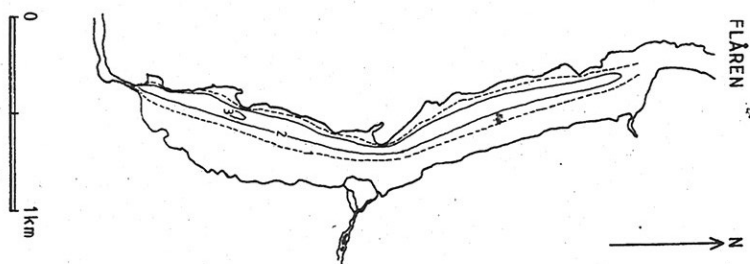
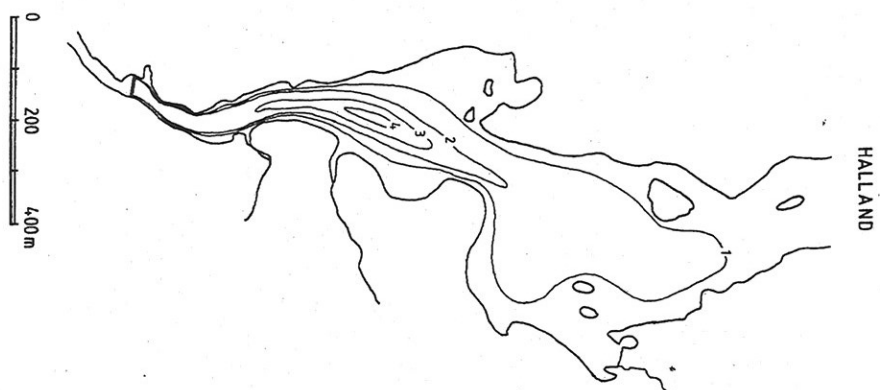
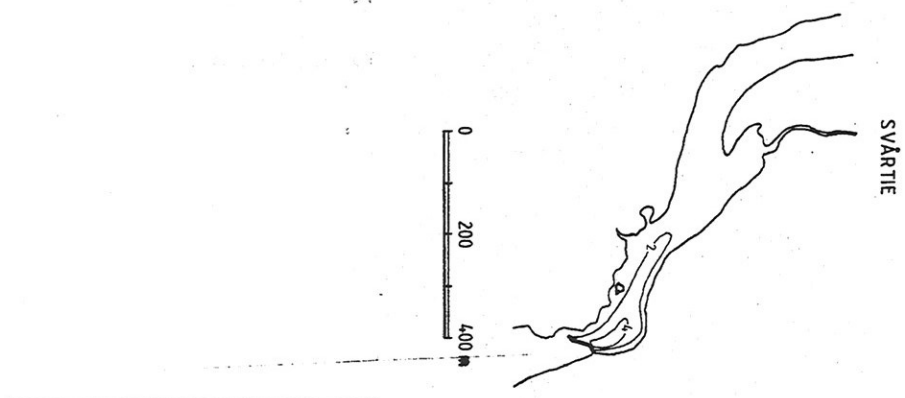
12) Tjurrmo dam

Oppsamlingsplass for driv av krypsiv.

Terskelbassengene nedstrøms dammen ble ikke befart.

## Vedlegg B. Dybdekart terskelbassenger

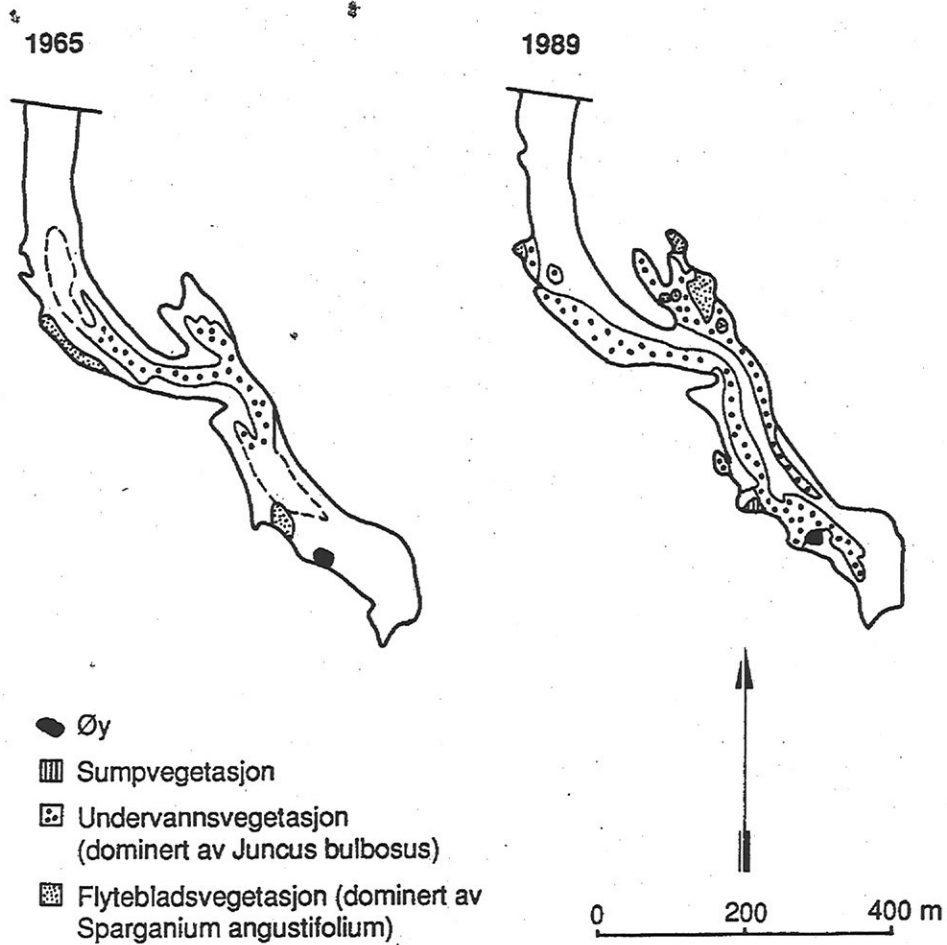
Dybdekart for terskelbassengene Svortie, Harstad og Flåren fra Boman m.fl. 1984.



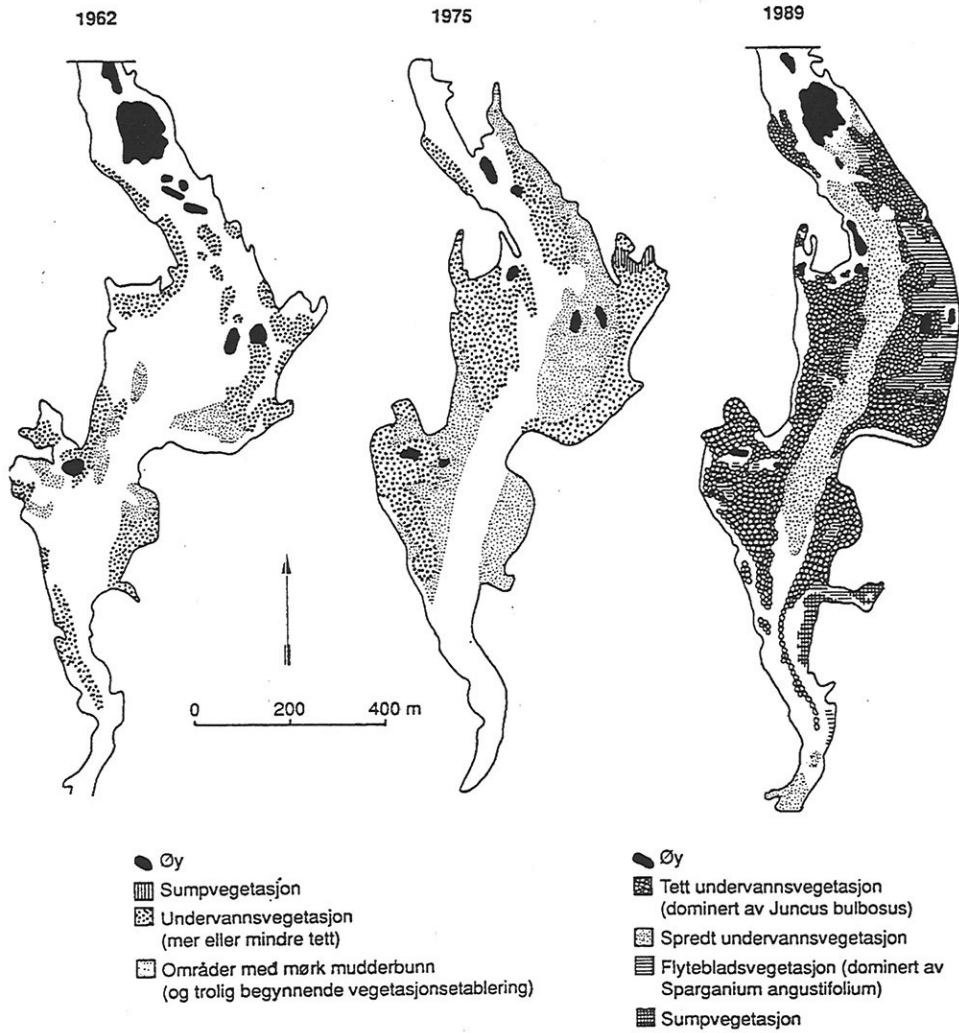


## Vedlegg C. Vegetasjonskart for terskelbassenger

Vegetasjonskart for Svortie terskelbasseng (1965-1989). (fra Rørslett m.fl. 1990).

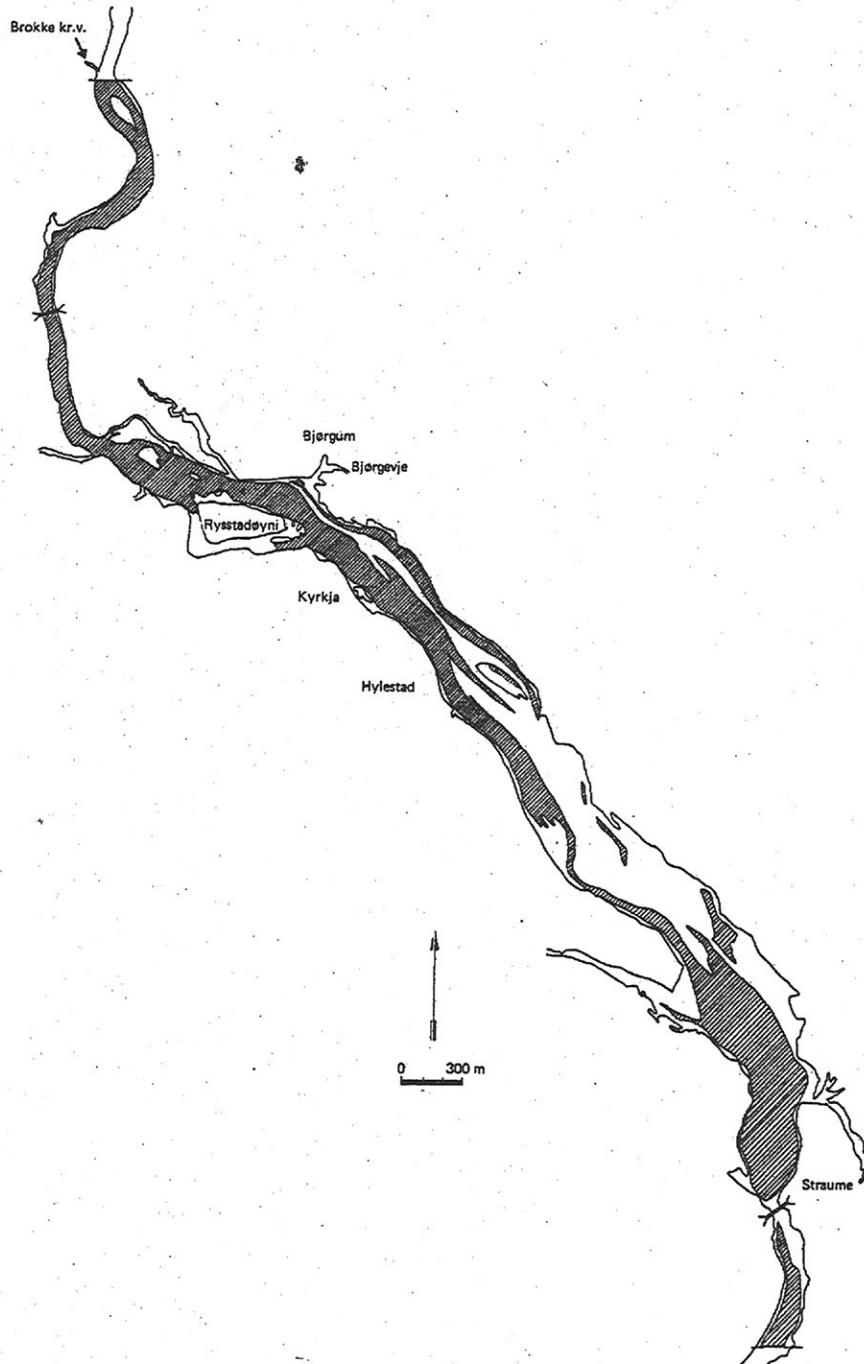


Vegetasjonskart for Harstad terskelbasseng ved Valle sentrum (1962-1989). (fra Rørslett m.fl. 1990).



## Vedlegg D. Vegetasjonskart nedstrøms Brokke

Vegetasjonskart for Otra nedstrøms Brokke fra 1986. Heldekkende skravur markerer meget tett vegetasjon av krypsiv. (fra Rørslett 1987).



## Vedlegg E. Tilbud fra Nomelands Anleggsmaskiner A/S



Valle Fiskeadministrasjon  
V/ Torjus Uppstad

4747 VALLE

26. nov. 2001

### TILBUD PÅ FJERNING AV KRYPSIV I OTRA

Jeg viser til henvendelse og møte på vårt kontor angående fjerning av krypsiv.

Nomelands anleggsmaskiner AS har utarbeidet en modell som vil sørge for mekanisk fjerning av sivet. Vi har også beregnet en kostnad på et forsøksprosjekt, som baserer seg på å fjerne alt krypsiv i et 200 meter langt område i elva ved Rysstad feriesenter.

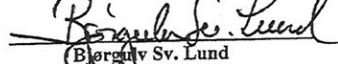
Vi har valgt dette området uti fra praktiske egnethetskriterier, samt at dette vil være et gunstig område for miljøet i Rysstad sentrum.

Nomelands anleggsmaskiner AS har kalkulert utførelsen av dette prosjektområdet til 238.000,- + mva. Som et ledd i utviklingen av en løsningsmodell, har vi besluttet å bidra med 30 % av kostnadene med forsøksprosjektet.

Eksternt finansieringsbehov blir derfor kroner  $238.000 * 0.7 = 166.600$  (eksl.mva.)

På vegne av Nomelands anleggsmaskiner AS håper jeg prosjektet lar seg realisere, og i møteser et konstruktivt samarbeid - forhåpentligvis allerede til sommeren !

Med hilsen  
for Nomelands Anleggsmaskiner AS

  
Bjørge Sv. Lund  
Siviling.

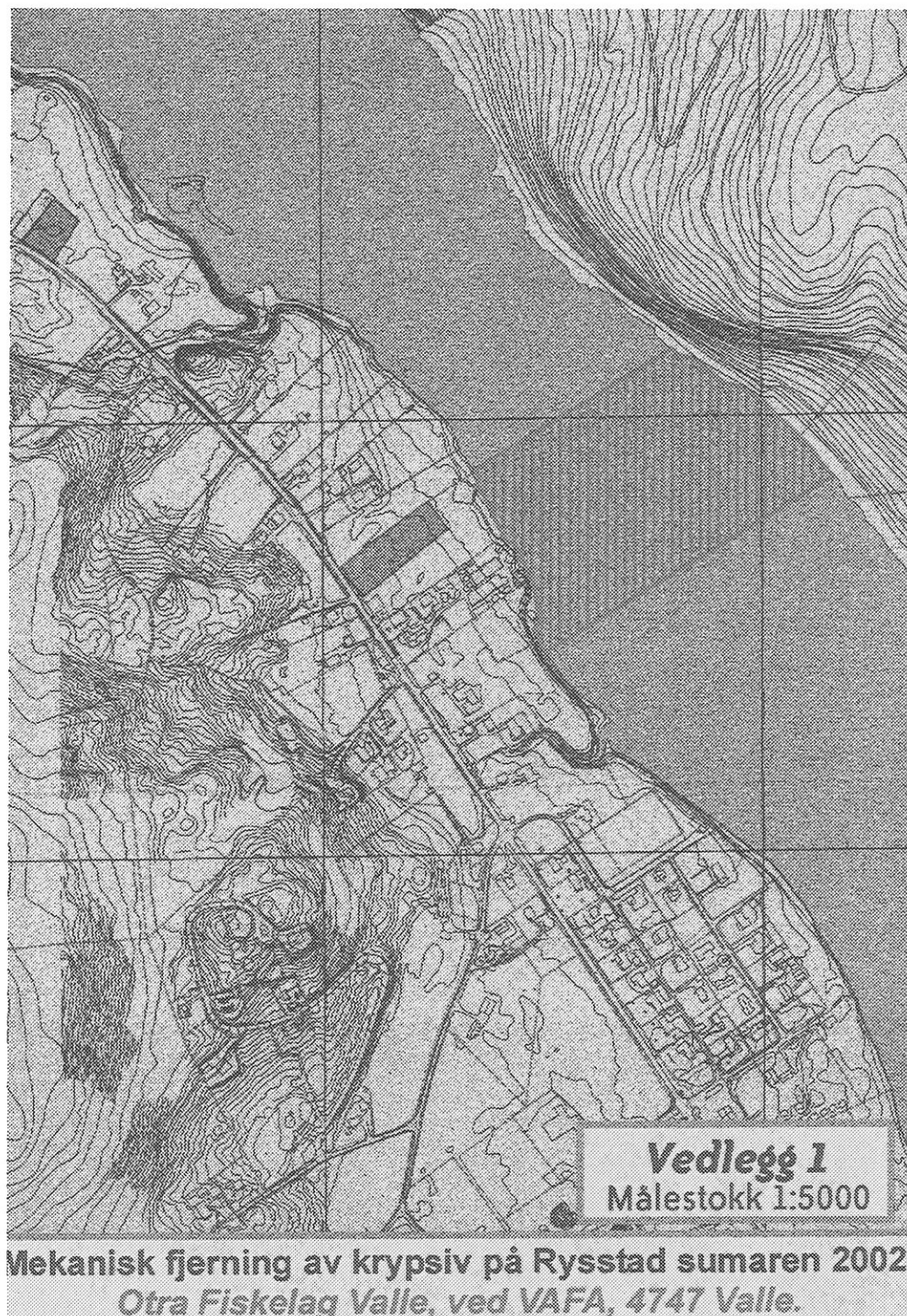
Vedlegg: —

4748 Rysstad  
Kontor: 37 93 60 00  
Telefaks: 37 93 60 01

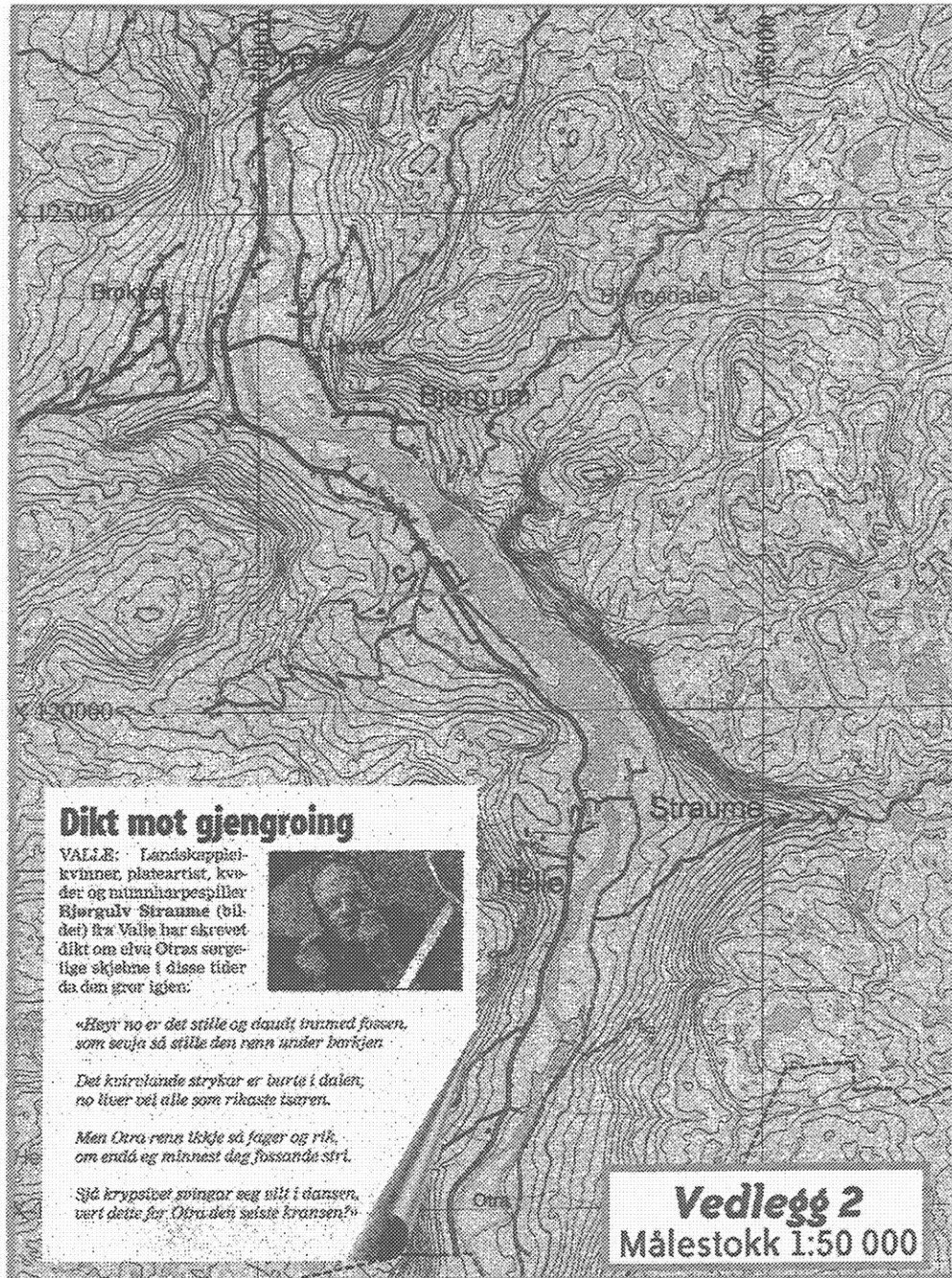


Godkjeningsnr. 1999004677  
Foretaksnr.: 914 664 837 MVA

Bankforbindelse: Valle Sparebank  
Bankgiro: 2890.05.25011  
Postgiro: 0801.3665460







### Dikt mot gjengroing

VALLE: Landskapsfotograf, plateartist, kvinner og minniharpespiller Bjørgulv Straume (bildet) fra Valle har skrevet dikt om elva Otrå's sorgelige skjebne i dåse tider da den gror igjen:



*«Hvør no er det stille og dautt trummed fossen,  
som øvja så stille den renn under berget.»*

*Det kviteste stryk er burte i dalen,  
no ligger vel alle som rikaste tsaren.*

*Men Otrå renn ikkje så fager og råk,  
om endå eg minnest dag fossande strå.*

*Sjå krypsivet svingar seg villt i dansen,  
vert dette for Otrå den siste kransen?»*

**Vedlegg 2**  
Målestokk 1:50 000

**Mekanisk fjerning av krypsiv på Rysstad sumaren 2002.**  
*Otrå Fiskelag Valle, ved VAFA, 4747 Valle.*