

7978-2024

Gjenvekst av krypsiv etter tiltak, og effekter av kalking på krypsiv i Otra ved Rysstad

Oppdatert status 2023

Rapport

Løpenummer: 7978-2024

ISBN 978-82-577-7715-9
NIVA-rapport
ISSN 1894-7948

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Susanne C. Schneider
Prosjektleder/
Hovedforfatter

Birger Skjelbred
Kvalitetssikrer

Laurence Carvalho
Forskningsleder

© Norsk institutt for vannforskning.
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

www.niva.no

Norsk institutt for vannforskning

Tittel norsk/engelsk	Sider	Dato
Gjenvækst av krypsiv etter tiltak, og effekter av kalking på krypsiv i Otra ved Rysstad – oppdatert status 2023 Regrowth of the aquatic plant <i>Juncus bulbosus</i> after mechanical removal, and effect of river liming on <i>J. bulbosus</i> biomass in the Otra river at Rysstad – Updated status 2023	35 + vedlegg	30.04.2024

Forfatter(e)	Fagområde	Distribusjon
Susanne Schneider; Petra Mutinova; Kirstine Thiemer	Ferskvannsbiologi	Åpen

Oppdragsgiver(e)	Kontaktperson hos oppdragsgiver
Krypsiv på Sørlandet	Anna Despard Asgard

Utgitt av NIVA
Prosjektnummer 210174

Sammendrag

Otra ved Rysstad har i lang tid hatt utfordringer med massevekst av krypsiv. Mekanisk fjerning av krypsiv i utvalgte områder der plantene er til særlig sjenanse for fiske og bading blir sett på som det mest praktiske tiltaket, men det er ukjent hvor raskt krypsivet kommer tilbake etter tiltak. I tillegg er Otra ved Rysstad blitt kalket siden april 2021, og det er blitt uttrykt bekymring for at kalkingen kan føre til ytterligere krypsiv vekst. Kartlegging av krypsiv i august 2023, det vil si cirka tre år etter at krypsiv ble fjernet i et utvalgt område, og to år og 4 mnd. etter at kalkingen startet, viser at (1) tre år etter tiltaket var biomassen av krypsiv tilbake på samme nivå som før; og (2) kalkingen har hittil ikke hatt målbar effekt på dekningsgrad eller plantelengde av krypsiv, men har isteden ført til en økning i forekomst av flotgras, tjønnaks og tusenblad i Rysstadbassenget. Forekomsten av andre vannplanter i august 2023 var, på et generelt nivå, fremdeles forholdsvis liten, men om veksten skulle fortsette vil tjønnaks potensielt kunne oppleves som mer problematisk enn krypsiv. Det kan ikke utelukkes at kalkingen på sikt kommer til å føre til økt forekomst av tjønnaks i Rysstadbassenget.

Emneord: krypsiv, tiltak, gjenvækst, kalking
Keywords: *Juncus bulbosus*, measures, regrowth, liming

Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	5
Summary	6
1 Introduksjon	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Formål	9
2 Materialer og metode	9
2.1 Registrering av dekningsgrad og lengde av krypsiv	11
2.2 Detaljkartlegging av vekstformer av krypsiv	14
3 Resultater	15
3.1 Gjenvekst av krypsiv etter tiltak	15
3.2 Effekter av kalking på krypsiv	21
4 Diskusjon	29
4.1 Gjenvekst av krypsiv etter tiltak	29
4.2 Effekter av kalking	30
5 Konklusjon	33
6 Referanser	34

Forord

Denne rapporten analyserer mulige effekter på krypsivbiomasse av en kalkdoserer, som ble satt i drift våren 2021 ved utløpet av Brokke kraftverk. Dataene danner også grunnlag for å analysere gjenvekst av krypsiv etter tiltak (klipping og harving) som ble gjennomført i juni 2020 i Otra, i et område ved Rysstad i Setesdal.

Oppdragsgiver er Krypsiv på Sørlandet (KPS). Deres representanter i prosjektet har vært Anna Despard Asgard og Lillian Raudsandmoen, som takkes for godt samarbeid.

Feltarbeid i 2023 er utført av Susanne Schneider, Stefano Basso og Petra Mutinova (NIVA). Vi takker Torstein Try for lån av båt til feltarbeid. Bearbeidelse av data er utført av Susanne Schneider og Kirstine Thiemer. Susanne Schneider har hatt ansvar for rapporten. Kvalitetssikring av rapporten er utført av Birger Skjelbred (NIVA).

Oslo, 30. april 2024

Sammendrag

Otra har i lang tid hatt utfordringer med massevekst av krypsiv. Et av områdene der det finnes særdeles mye krypsiv er et forholdsvis stilleflytende område mellom Bjørgum og Straume, nedstrøms utløpet av Brokke kraftverk, som omtales som Rysstadbassenget. Årsaken til den massive krypsivveksten i Rysstadbassenget ble allerede på 1980-tallet antatt å henge sammen med reguleringen av elva, spesielt med utbyggingen av Brokke kraftverk.

Mekanisk fjerning av krypsiv i områder der plantene er til særlig sjenanse (f.eks. fiske og bading) blir sett på som det mest praktiske tiltaket, både i Otra og andre områder i Norge som opplever store utfordringer med krypsiv. Krypsivet blir som regel først klippet fra en båt, og etterpå blir sedimentet harvet for å fjerne mest mulig av krypsiv-røttene. I Rysstadbassenget ble tiltak (klipping og harving) gjennomført i utvalgte områder i juni 2020. Uten andre tiltak må det imidlertid forventes at krypsivet kommer tilbake. For å kunne planlegge hvor ofte tiltak må gjennomføres, er det derfor viktig å ha informasjon om hvor raskt krypsivet reetableres etter tiltak.

Otra har blitt kalket ved dosererkalking i utløpet av Brokke kraftverk siden april 2021. Kalking av vann og vassdrag har vært et forholdsvis vanlig tiltak mot forsuring i Norge, men har i enkelte tilfeller ført til uønskede bi-effekter, deriblant tilgroing med krypsiv. Det har derfor blitt uttrykt bekymring for at kalkingen kan føre til ytterligere krypsivvekst i Rysstadbassenget.

Vi kartla krypsivbiomasse og forekomst av andre vannplanter i utvalgte områder i Rysstadbassenget i august 2023 for å (1) kvantifisere gjenvekst av krypsiv etter tiltak, og (2) for å skaffe kunnskap om i hvilken grad kalkingen påvirker krypsivvekst og forekomst av andre vannplanter i Rysstadbassenget. Resultatene ble sammenliknet med data som ble samlet inn august 2022 og 2021, og med data som ble samlet inn like før og etter at mekanisk fjerning av krypsiv ble gjennomført i 2020.

Tre år etter at krypsiv ble fjernet i et utvalgt område, og to år og 4 mnd. etter at kalkingen startet, kan vi konkludere med at:

- Det er urealistisk å forvente å bli kvitt krypsiv ved klipping og harving. Tre år etter tiltaket var biomassen av krypsiv tilbake på samme nivå som før. Vi observerte lite gjenvekst i løpet av det første året, en større økning til omtrent samme nivå som før i løpet av det andre året, og fullstendig gjenvekst til samme nivå som før i løpet av det tredje året etter tiltaket. Dette tyder på at tilgroingen foregår sakte i begynnelsen, og raskere etter hvert. Det må forventes at mekanisk fjerning av krypsiv i elver i Norge må gjentas hvert andre til tredje år.
- Kalkingen, som startet i april 2021, har hittil ikke hatt målbar effekt på dekningsgraden eller plantelengden hos krypsiv. Imidlertid har vi observert en økning i forekomsten av flotgras, tjønnaks og tusenblad i Rysstadbassenget. Denne økningen i forekomsten av andre vannplanter skyldes med overveiende sannsynlighet kalkingen. Vi registrerte imidlertid ingen eksplosiv vekst av andre vannplanter. Forekomsten av andre vannplanter i Rysstadbassenget i august 2023 var, på et generelt nivå, fremdeles forholdsvis liten. Dersom veksten skulle fortsette, vil tjønnaks potensielt kunne oppleves som enda mer problematisk for båtkjøring og fiske enn krypsiv. Fordi krypsiv «flekken» til en viss grad er dynamiske, og både tjønnaks og krypsiv overvintrer som grønne planter i Rysstadbassenget, konkurrerer disse artene med hverandre om plass. Hvert år oppstår det nye muligheter for tjønnaks å slå rot. Det kan derfor ikke utelukkes at kalkingen på sikt kommer til å forskyve balansen mellom disse artene og føre til økt forekomst av tjønnaks. Fortsatt overvåking vil kunne avdekke om andre vannplanter utvikler seg til et problem i Rysstadbassenget.

Summary

Mass development of bulbous rush (*Juncus bulbosus*) has been reported in the River Otra since the 1970s, after the establishment of the Brokke hydropower plant. One of the areas with highest *J. bulbosus* biomass is the Rysstad basin, a relatively slowly flowing area situated a few kilometres downstream of the Brokke power plant and upstream of the Tjurrmo dam, i.e. the inlet to the Hekni power plant.

In recent years, the water plants have been regularly removed mechanically from relatively small areas in the Rysstad basin, where they hinder fishing, but it is unknown how fast re-growth of the water plants occurs. Liming of the Rysstad basin started in April 2021, and there were also concerns that this might lead to further *J. bulbosus* growth. We mapped biomass of *J. bulbosus* and the presence of other aquatic plants in selected areas in the Rysstad basin in August 2023, to (1) quantify plant re-growth after mechanical removal performed in June 2020, and (2) provide knowledge on how the liming affected *J. bulbosus* biomass and other aquatic plants.

Our results from August 2023, i.e. three years after the removal of *J. bulbosus* from selected areas, and two years and 4 months after the liming commenced, show that

- It is unrealistic to expect to get rid of *J. bulbosus* by mechanical removal. There was limited plant re-growth one year after the removal. Two years after the removal, *J. bulbosus* biomass was back to almost the same level as before, and three years after the removal *J. bulbosus* biomass had completely recovered to the same level as before. This indicates that plant re-growth is slow in the first year after removal but faster in the second year. Our results indicate that mechanical removal of *J. bulbosus* in rivers in Norway needs to be repeated every second to third year.
- Liming has not yet affected *J. bulbosus* cover or canopy height. We have, however, observed a slightly increased occurrence of *Sparganium cf. angustifolium*, *Potamogeton cf. natans* and *Myriophyllum alterniflorum*. This increase was likely due to the liming. We did not, however, observe a massive increase in the abundance of other water plants. Overall abundance of other water plants remained relatively low. If the abundance of *Potamogeton cf. natans* continues to increase, however, it may pose a greater challenge for boating and fishing than *J. bulbosus*, due to its tough stems and floating leaves. The dynamic structure of *J. bulbosus* patches, combined with both *J. bulbosus* and *P. cf. natans* overwintering as green plants in the Rystad basin, leads to competition for space between these two species. Each year, there occur patches where *J. bulbosus* is absent, and these empty patches present new opportunities for the establishment of *P. cf. natans*. Therefore, we cannot exclude the possibility that liming will eventually shift the balance between *J. bulbosus* and *P. cf. natans* towards increased occurrence of *P. cf. natans*. Continued monitoring will reveal whether other water plants become problematic in the Rysstad basin.

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Otra har i lang tid slitt med massevekst av krypsiv (Schneider m.fl. 2023). Et av områdene der det finnes særdeles mye krypsiv er et forholdsvis stilleflytende område mellom Bjørgum og Straume, nedstrøms utløpet av Brokke kraftverk, som omtales som Rysstadbassenget. Dette området ble i lang tid brukt av lokalbefolkningen til fiske, båtkjøring og bading, og i dag finnes det i tillegg både campingplass og hotell her. I Rysstadbassenget ble det observert økende tilgroing med krypsiv på 1970-tallet, og på 1980-tallet var mer enn 50 % av bassenget dekket med krypsiv (Rørslett 1987). Det førte til at bruken av området til fiske og båtkjøring ble sterkt redusert. I dag er dekningsgraden av krypsiv enda større, og Rysstadbassenget er et av områdene i Norge med mest utpreget massevekst av krypsiv. Årsaken til den massive krypsivveksten i Rysstadbassenget ble allerede på 1980-tallet antatt å henge sammen med reguleringen, spesielt med utbygning av Brokke kraftverk (Rørslett 1987).

Rysstadbassenget ligger noen få kilometer nedstrøms Brokke som er den største kraftstasjonen i Otra. Brokke kraftverk ble startet i 1964 med 3 aggregater, og er senere utvidet med ytterligere et aggregat i 1976. Siden byggingen av Brokke kraftverk har vannføringen i Rysstadbassenget i all hovedsak blitt bestemt av driftsvannføringen på Brokke, samt noe resttilsig. Store flommer eller perioder med særdeles lav vannstand er blitt kraftig redusert, og vannføringen i Rysstadbassenget er blitt høyere om vinteren, og lavere om sommeren, enn tilfellet før reguleringen. Den høye vintervannføringen har ført til fravær av isdannelse i Rysstadbassenget etter reguleringen.

Nedstrøms Rysstadbassenget ligger Hekni kraftstasjon, et elvekraftverk som kom i drift i 1995. I forbindelse med Hekni kraftverk ble det bygget en inntaksdam ved Tjurrmo. Dette medførte at medianvannstand ved Rysstad økte med cirka 0,25 m (Rørslett 1987). Reguleringen har dermed ført til at vannstanden i Rysstadbassenget i dag er noe høyere og samtidig mye mindre variabel enn før.

Rysstadbassenget er dermed blitt forandret fra et habitat som før reguleringen var utsatt for jevnlig forstyrrelser (flom, tørke, islegging), til et habitat med forholdsvis stabile forhold året rundt. Dette har ført til at biomassen av vannplanter i Rysstadbassenget, først og fremst krypsiv, ikke lenger blir påvirket av «regelmessige naturlige forstyrrelser». En større del av biomassen overlever derfor over en lengre periode, og fordi krypsiv er en flerårig plante, kan den bare «fortsette å vokse» og bygge opp store biomasser over flere år.

Fordi den «naturlige reduksjonen» av krypsivet ble sterkt begrenset etter reguleringen, har det blitt vurdert ulike typer tiltak for å redusere biomassen av krypsiv. Det ble satt i gang undersøkelser på mulige tiltak i området nedstrøms Brokke allerede på 1980-tallet (Rørslett 1987). Flere ulike typer tiltak ble diskutert og til dels testet: mekanisk fjerning, manuell rensning, spyleflommer, og innfrysning ved lav vintervannføring (Rørslett 1991; Johansen 2002). Alle disse tiltakene er kostbare, og har i ulik grad lyktes i å fjerne krypsiv. Felles for dem er at krypsivet kommer relativt raskt tilbake igjen etter fjerning. Johansen (2002) konkluderte derfor med at tiltakene krever jevnlig oppfølging.

Mekanisk fjerning av krypsiv i områder der plantene er til særlig sjenanse (f.eks. fiske og bading) er sett på som det mest praktiske tiltaket, både i Otra og andre områder i Norge som opplever store utfordringer med krypsiv. Krypsivet blir som regel først klippet fra en båt, og etterpå blir sedimentet «harvet» for å fjerne så mange av krypsiv-røttene som mulig. Uten noen form for videre forstyrrelser forventes det imidlertid at krypsivet kommer tilbake. For å kunne planlegge hvor ofte tiltak må gjennomføres, er det derfor viktig å ha informasjon om hvor raskt krypsivet reetableres etter tiltak.

I tillegg til regulering har mange av vassdragene på Sørlandet i flere tiår vært utsatt for forsuring. De øvre delene av Otra har i mindre grad vært utsatt for forsuring enn mange andre vassdrag på Sørlandet, fordi det forekommer en del metamorfe og sedimentære bergarter øst for Valle og nord for Vatnedalen (Hindar og Grande 1987). Disse bergartene er litt mer kalkholdige enn gneis og granitt, og avrenningsvannet er derfor mindre surt enn i øvrige deler av Otravassdraget, eller i andre vassdrag på Sørlandet. På 1980-tallet ble det derfor ikke observert alvorlig forsuring i øvre deler av Otravassdraget, selv om vassdraget mottok betydelige mengder av sur nedbør (Hindar og Grande 1987). På de strekningene i øvre Otra der hovedvannmassen er lagt i tunnel, domineres imidlertid vannkvaliteten av sidevassdrag. Sidevassdragene er til dels sure, slik at pH i Otra der hovedløpet har redusert vannføring kan bli lavere enn den ville ha vært dersom vannet fra de sure sidevassdragene hadde blitt «fortynnet» av de mindre sure hovedvannmassene. Det ble derfor antatt at forsuringsproblematikken i all hovedsak gjelder strekninger nord for Valle oppstrøms Brokke kraftverk, og sør for Tjurrmo dammen der vannet ledes i tunnel til Hekni kraftverk. Samtidig forekommer det også episoder med forsuring fra utløpet av Brokke kraftstasjon, særlig når vann fra lokale sideelver og bekker (takrennesystemet) utgjør en vesentlig del av vannføringen gjennom Brokke kraftverk (Barlaup m. fl. 2021).

Mens krypsiv er en art som godt tåler forsuring, er forholdene annerledes for en av Norges mest spesielle fiskebestander med høy vernestatus, bleka. Bleka er en relikts laks i Byglandsfjorden som gjennomfører hele livssyklusen i ferskvann, og som tidligere var utbredt fra Byglandsfjorden helt opp til Flåni nedstrøms Hallandsfossen i Valle (Barlaup m. fl. 2021). På slutten av 1960-tallet ble bleka nesten utryddet av de samlede effektene av forsuring og vassdragsreguleringer. Siden den gangen har blekebestanden blitt holdt i live ved utsettinger av yngel eller rogn. For å sikre god vannkvalitet i deler av Otra med forekomst av bleke, ble det derfor utviklet en kalkingsplan (Kaste og Hindar 1994), men kalkingen ble ikke satt i gang i øvre del av Otra. Avtagende forsuring de siste tiårene har gjort at bleka i dag er på vei til å reetableres som en naturlig reproduserende bestand, selv om det fortsatt forekommer episoder med forsuring, blant annet fra utløpet av Brokke kraftstasjon (Barlaup m. fl. 2021). Selv om denne forsuringen er episodisk heller enn kronisk, ble det vurdert at episodene kan hemme reetableringen av bleke på strekningen oppstrøms Byglandsfjorden. Som en konsekvens av dette ble kalking av utløpet fra Brokke kraftverk iverksatt fra våren 2021, som ett av flere tiltak for å sikre en blekebestand som er selvreproduserende i vassdraget, og som på sikt også er høstbar (Barlaup m. fl. 2021). Dosereren ved utløpet av Brokke kraftverk ble satt i full drift den 20. april 2021, og skal levere pH 6.3 nedstrøms doseringspunktet.

Kalking av vann og vassdrag har vært et forholdsvis vanlig tiltak mot forsuring i Norge. Tiltaket har dog i enkelte tilfeller medført uønskede bi-effekter, deriblant tilgroing av vann med krypsiv (Brandrud 1995). De første indikasjonene på en tilgroing med krypsiv etter kalking kom fra Rogaland og Vest-Agder omkring 1990 (Brandrud 1995). Innsjøkalking kan føre til krypsiv massevekst dersom kalken synker ned til sedimentet, fordi gjenforsuring av vannet mobiliserer CO₂ fra kalken, samt at kalken øker nedbrytningen av organisk materiale i sedimentet. Denne prosessen mobiliserer både CO₂, NH₄⁺ og fosfor, som kan tas opp av krypsivet (Brandrud 2002; Roelofs m.fl. 1994). Når «alt» organisk materiale i sedimentet er blitt mineralisert, blir det mindre fluks av CO₂ og næringsalter fra sedimentet, og dette kan føre til en kollaps av krypsivet etter noen år (Lucassen m.fl. 2016).

Liknende kalkingeffekter er imidlertid ikke like entydige i rennende vann. I Mandalselva ble det for eksempel observert at krypsiv ved flere stasjoner viste økt vitalitet og lengre årsskudd etter kalkingen sammenlignet med før, mens det ikke var noen forskjell på andre stasjoner (Johansen og Lindstrøm, 2006). Både Mandalselva og Tovdalselva opplevde økt dekningsgrad av krypsiv på noen stasjoner etter kalking (Johansen og Lindstrøm, 2006). I Suldalslågen, derimot, ble det ikke observert effekter av kalking på krypsivbiomasse (Johansen 1997). En mulig forklaring er at kalking med doserer i rennende vann fører til en relativt stabil høy pH i vannet uten gjenforsuring, slik at CO₂, NH₄⁺ og fosfor i mindre grad

blir mobilisert fra sediment. Brandrud (1995) konkluderte derfor med at Otravassdraget i sin helhet vil få «relativt små vegetasjonsendringer som følge av kalkingen». Samtidig konkluderte han at det «på kort sikt kan være fare for økt problemvekst lokalt, særlig i det allerede sterkt tilgrodde område nedstrøms Brokke». Dette fordi det «kan oppstå forhøyete CO₂ konsentrasjoner der surt vann møter kalket vann, og hvis det er slik at krypsiv også i stilleflytende vann kan være karbonbegrenset, kan man tenke seg en form for blandsoneeffekt med forøket krypsivvekst». I områder rett nedstrøms doserereren er også muligheten til stede for avsetning av kalk på bunnen av elva, særlig i stilleflytende områder.

Krypsiv er godt tilpasset lav pH, og tåler surt vann bedre enn andre undervannsplanter (Fyson 2000). Arten vokser, for eksempel, i tette bestander i littoralsonen i gruvesjøer i Tyskland, ned til 6 m vanndybde, til tross for at vannet er meget surt (pH 3, og delvis enda lavere; Fyson (2000)). Det kan derfor også tenkes at en økning av pH til et nivå som ikke underskrider 6.3 (slik doserereren ved Brokke skal levere) legger forholdene til rette for vekst av andre vannplanter enn krypsiv. I august 2022, det vil si ett år og 4 mnd. etter at kalkingen startet, observerte Schneider m.fl. (2023) en liten økning i forekomst av flotgras, tjønnaks og tusenblad i Rysstadbassenget, som med overveiende sannsynlighet skyldtes kalkingen. Forekomst av andre vannplanter i Rysstadbassenget i august 2022 var, på et generelt nivå, fremdeles forholdsvis liten, men om veksten skulle fortsette vil tjønnaks potensielt kunne oppleves som enda mer problematisk for båtkjøring og fiske enn krypsiv.

1.2 Formål

Prosjektet er en oppfølging av resultater presentert i Schneider m.fl. (2022) og Schneider m.fl. (2023). Målet med prosjektet har vært to-delt:

1. Kvantifisere gjenvekst av krypsiv etter tiltak (klipping og harving) som ble gjennomført i Rysstadbassenget i juni 2020, for å skaffe bedre kunnskap om hvor raskt krypsiv vokser og hvor ofte tiltak må gjennomføres.
2. Kvantifisere biomasse av krypsiv og forekomst av andre vannplanter i utvalgte områder av Rysstadbassenget, for å skaffe kunnskap om i hvilken grad kalkdoserereren i utløpet av Brokke kraftverk som ble satt i drift i april 2021, påvirker krypsivvekst og forekomst av andre vannplanter i Rysstadbassenget.

Vi kartla krypsivbiomasse og forekomst av andre vannplanter i utvalgte områder i Rysstadbassenget i august 2023 og sammenliknet resultatene med data fra tidligere undersøkelser som ble gjennomført i august 2022, august 2021 og like før og etter at tiltaket ble gjennomført i 2020.

2 Materialer og metode

Metodene som ble brukt i dette prosjektet er de samme som i tidligere undersøkelser (Schneider m.fl. 2022; Schneider m.fl. 2023), for å sikre at resultatene kan sammenliknes over flere år.

Ulike metoder for kartlegging av vannplanter er egnet til ulike formål. Oversiktskartlegging kan dekke store områder, men er ofte lite detaljert, slik at det kun fanges opp store endringer i plantebiomassen.

Detaljkartlegging, derimot, kan oppdage små forskjeller i plantelengde eller dekningsgrad, men slike detaljerte undersøkelser kan som regel ikke gjennomføres over store områder. Valg av egnet undersøkelseslokalitet for detaljkartlegging er derfor svært kritisk, fordi endringer som skjer utenfor den avgrensede lokaliteten ikke fanges opp.

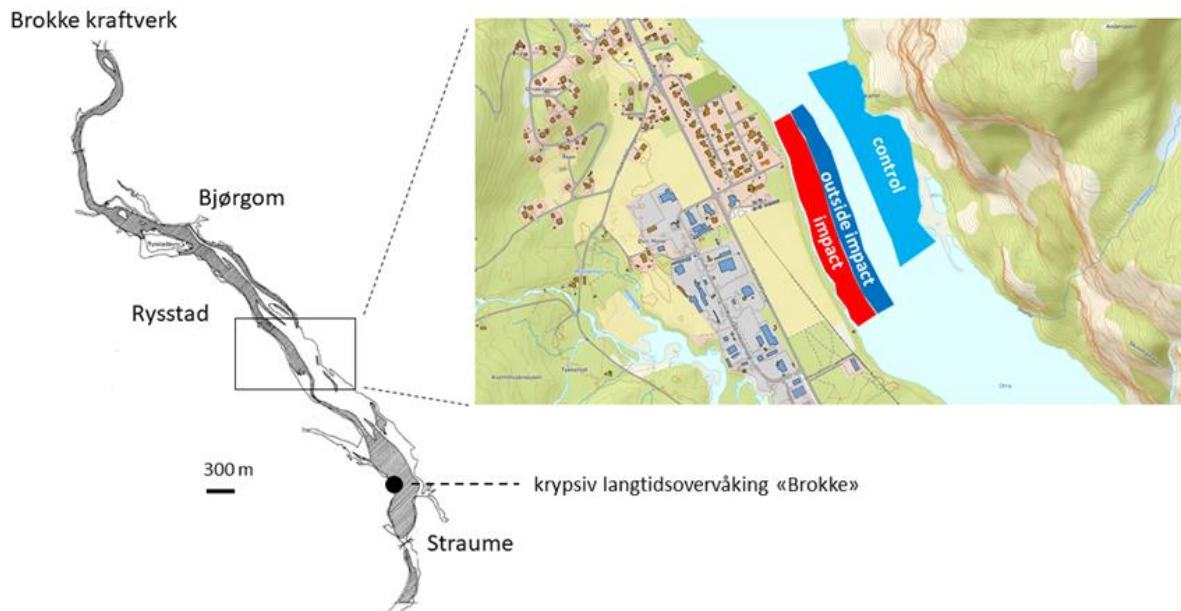


Fig. 1. Til venstre: forekomst av krypsiv (grå områder) i Rysstadbassenget i 1986, fra Rørslett (1987); stasjonen «Brokke», der krypsivvekstformer overvåkes årlig siden 2014 er markert; heldekkende skravur markerer meget tett vegetasjon av krypsiv i 1986. Til høyre: plassering av utvalgte undersøkelsesområder kategorisert som «impact», «outside impact», og «control» (se tekst for forklaring); bakgrunn fra Norgeskart.

Dersom kalking skulle påvirke krypsiv bestanden i Rysstadbassenget, forventes det en gradvis økning i biomasse. Kartleggingen skal derfor være egnet til å kunne oppdage også forholdsvis små endringer i krypsiv dekningsgrad og plantelengde over tid. For å kunne fange opp slike endringer valgte vi å gjennomføre to typer kartlegginger:

- 1) registrering av dekningsgrad og plantelengde i større områder på flere tusen kvadratmeter, men uten registrering av vekstformer; denne metoden er egnet til å dekke et representativt område av Rysstadbassenget, samtidig som det er mulig å gjennomføre kvantitative målinger slik at man kan fange opp gradvise endringer. Metoden er også egnet til å kvantifisere gjenvekst av krypsiv i «impact» området, der krypsiv ble fjernet i juni 2020.
- 2) detaljkartlegging av krypsiv vekstformer i en liten prøveflate; denne metoden er egnet til å fange opp svært detaljerte endringer, men kan kun brukes i forholdsvis små prøveflater.

Begge metoder omfatter også registrering av andre arter vannplanter som forekommer på registreringspunktene (metode 1) og prøveflaten (metode 2).

2.1 Registrering av dekningsgrad og lengde av krypsiv

I perioden 15. - 22.6.2020 ble krypsiv fjernet fra et cirka 670 m langt og 60 m bredt område på vestsiden av Rysstadbassenget (Figur 1). I dette området («impact») er det vanlig å fiske etter ørret, men sluken setter seg ofte fast i det tette krypsivet. Fjerningen ble gjennomført av et firma ved at krypsivbiomassen først ble klippet fra en båt. Etterpå ble elvebunnen harvet, for å fjerne krypsivrøtter så godt som mulig. Området der krypsiv ble fjernet omtales som «impact» i denne rapporten (Figur 1). I tillegg til «impact» området ble to områder avgrenset, der krypsiv ikke ble fjernet: «outside impact» er cirka 40 m bredt og 670 m langt, og ligger rett ved siden av «impact». «Control» er cirka 570 m langt og mellom 70 og 140 m bredt, og ligger på den andre siden av elva (Figur 1). Begge områder ble valgt ut med tanke på at de skal være mest mulig lik «impact» med tanke på krypsivdekning før tiltaket ble gjennomført, vanndybde, sediment sammensetning, vannhastighet, og lysforhold.

I alle tre områder («impact», «outside impact» og «control») ble dekningsgraden av krypsiv estimert på et stort antall målepunkter (Tabell 1). Plasseringen av målepunktene er tilfeldig innen de avgrensede områdene, men ligger av praktiske hensyn langs transekter der båten drev nedstrøms elva. Målingene ble gjennomført fra båt, der personen som satt foran i båten observerte elvebunnen ved hjelp av vannkikkert og estimerte krypsiv dekningsgrad, plantelengde og eventuell forekomst av andre vannplantearter på hvert målepunkt, en person logget GPS koordinater på hvert målepunkt og noterte resultatene, mens den tredje personen holdt båten i posisjon mens målingene foregikk (Figur 2). På hvert målepunkt ble cirka en kvadratmeter av bunnen observert. I tillegg til dekningsgrad av krypsiv ble vanndybde, «maksimal plantelengde» og «gjennomsnittlig plantelengde» målt på hvert målepunkt ved hjelp av tommestokk og vannkikkert. «Maksimal plantelengde» er et uttrykk for hvor høyt i vannet den lengste krypsivplanten på hvert målepunkt står, mens «gjennomsnittlig plantelengde» er et uttrykk for hvor høyt i vannet krypsiv «flekken» står på hvert målepunkt. På målepunkter der «maksimal plantelengde» og «gjennomsnittlig plantelengde» er like, er krypsivflekken ensformet og «avrundet». Når enkelte krypsivsåter er lengre enn resten av «flekken», blir «maksimal plantelengde» lenger enn «gjennomsnittlig plantelengde». Dekningsgrad og «gjennomsnittlig plantelengde» ble brukt til å regne ut krypsiv-biovolum, et tall som angir hvor mange «liter vann» krypsiv «fyller» på en kvadratmeter elvebunn.

For å kvantifisere krypsivbiomasse som ble fjernet gjennom tiltaket, og gjenvekst av krypsiv i tiden etter, ble målingene gjennomført både før og etter tiltaket. Målingene foregikk som regel over to dager, men for en enklere oversikt angis de i denne rapporten med datoene som er gitt i Tabell 1. For å kunne skille mellom effekten av tiltaket og andre forstyrrelser som kan føre til en reduksjon i krypsivbiomasse (for eksempel høyere vannhastighet, visning av planter, fugler som spiser på og i plantene) sammenliknes utviklingen av krypsivbiomassen i «impact» området med utviklingen i «outside impact» og «control» områdene. I «outside impact» og «control» områdene ble krypsiv kun påvirket av «naturlige» variasjoner, mens krypsiv i «impact» området ble påvirket av både tiltaket og naturlige variasjoner. Dette er viktig, blant annet fordi vannføringen økte betydelig i perioden 13. – 23. juni 2020, det vil si like før og under tiltaket (vannføringen i Valle, det vil si oppstrøms Brokke kraftverk, økte fra cirka 15 m³/s før tiltaket, til cirka 150 m³/s). Den økte vannhastigheten som generelt følger med økt vannføring kan tenkes å rive løs krypsivplanter.



Fig. 2. Registrering av krypsiv i «impact» området i Otra ved Rysstad, 18.04.2023. Foto: S. Schneider, NIVA

Resultatene i «outside impact» og «control» områdene danner også grunnlag for å vurdere en eventuell effekt som kalkingen ved utløpet av Brokke kraftverk måtte ha på krypsiv i Rysstadbassenget. Kalkdosereren ble satt i full drift 20. april 2021, og skal levere pH 6.3 nedstrøms kalkpunktet. Krypsivbiomassen i 2020 var ikke påvirket av kalkingen og brukes derfor som referanse, for å sammenlikne med situasjonen etter oppstart av kalkingen. Tidligere kartlegginger (Schneider m.fl. 2022; Schneider m.fl. 2023) ble gjennomført den 17. august 2021 og 22. august 2022, og som sammenligningsgrunnlag «før kalkingen» brukes resultatene fra 4. august 2020, det vil si fra samme måned som kartleggingene etter at kalkingen startet.

Resultatene i «impact» området vil etter hvert kunne brukes til å tolke mulige effekter av kalkingen. Utfordringen er imidlertid at biomassen av krypsiv i «impact» området i august 2020, altså måneden som kan sammenliknes med senere målinger, var kraftig redusert på grunn av tiltaket. Resultatene fra juni 2020 i «impact» området, altså før tiltaket ble gjennomført, er mest sannsynlig litt for lave til å direkte kunne sammenliknes med resultater fra august de påfølgende årene. Dette skyldes at biomassen av krypsiv i «impact» området mest sannsynlig ville ha økt fra juni til august 2020 dersom det ikke hadde blitt gjennomført tiltak. Vi venter derfor med å tolke dataene fra «impact» området i henhold til kalkingen til vi er sikre på at biomassen av krypsiv i «impact» området er på samme nivå som før tiltaket.

Krypsiv vokser, som mange andre vannplanter, flekkvis. Det betyr at «flekker» med tette og lange planter kan forekomme ved siden av områder der det er små eller ingen vannplanter. Ved å undersøke mange målepunkter i et område «jevnes disse forskjellene ut», slik at man får et godt kvantitativt

estimat for den gjennomsnittlige dekningsgraden og plantelengden i et større område. Undersøkelsene i «impact», «outside impact» og «control» områdene omfatter mange målepunkter (Tabell 1) som er fordelt på flere tusen kvadratmeter, og er derfor godt egnet til å kvantifisere eventuelle effekter av kalkingen, og gjenvekst av krypsiv etter tiltak, i Rysstadbasenget.

I forbindelse med et annet prosjekt ble det gjennomført registreringer av krypsiv og andre vannplanter i april og juni 2023, i tillegg til august 2023. For å vurdere effekten av kalking på forekomst av andre vannplanter, inkluderer denne rapporten resultatene fra april og juni 2023. Når det gjelder å kvantifisere gjenvekst av krypsiv etter tiltak og vurdere mulige effekter av kalkingen på krypsiv, benyttes kun resultatene fra august 2023. Dette skyldes at disse dataene direkte kan sammenliknes med resultatene fra tidligere år.

Tabell 1. Antall målepunkter som ble undersøkt i de tre områdene; kalkdosereren i utløpet av Brokke kraftverk ble satt i drift i april 2021

dato	antall målepunkter		
	impact	outside impact	control
07.06.2020 (en uke før tiltaket)	83	63	136
04.08.2020 (6 uker etter tiltaket)	66	54	139
17.08.2021 (1 år og 2 mnd etter tiltaket)	78	52	122
22.08.2022 (2 år og 2 mnd etter tiltaket)	74	44	113
09.08.2023 (3 år og 2 mnd etter tiltaket)	66	42	115

Som nevnt ovenfor, ble den maksimale og gjennomsnittlige lengden av krypsiv «flekkene» registrert på hvert målepunkt. For å karakterisere et større område, i denne rapporten henholdsvis «impact», «outside impact» og «control», beregnes det gjennomsnittet for alle målingene som ble utført i et område. For den gjennomsnittlige og maksimale lengden av krypsiv, kan dette gjøres på to ulike måter:

- ved å regne ut gjennomsnittet for alle målinger, inkludert de målepunktene der det ikke ble registrert krypsiv; resultatet kalles for «høyde av krypsiv-flekker» (på Engelsk «patch height») og angir hvor høyt i vannet krypsiv-flekkene står i gjennomsnittet på et tilfeldig valgt målepunkt.
- ved å regne ut gjennomsnittet kun for de målingene der krypsiv ble registrert (og dermed ignorere målepunktene der krypsiv ikke ble registrert); resultatet kalles for «krypsiv plantelengde» (på Engelsk «plant length») og karakteriserer den gjennomsnittlige lengden på de krypsiv-plantene (flekkene) som finnes.

I denne rapporten valgte vi å fremstille gjennomsnittlig og maksimal krypsivlengde, altså resultatene fra områder hvor krypsiv ble dokumentert, det vil si at målepunkter uten forekomst av krypsiv ble utelatt fra beregningene. Dette ble gjort fordi «plant length» (beregnet etter metode b), i motsetning til «patch height» (beregnet etter metode a), er **uavhengig av dekningsgraden** til krypsiv. Den faktiske lengden av krypsivplantene er et mål for lengdevekst av plantene, og er derfor et uttrykk for vekst som er uavhengig av dekningsgrad. En økning i dekningsgrad kan betraktes som «horisontal vekst» eller «spredning», mens en økning i plantelengde kan anses som «vertikal vekst». I tillegg til plantelengde omtaler vi i denne rapporten krypsiv dekningsgrad, og andel målepunkter der det ikke fantes krypsiv, i hvert undersøkelsesområde. Vi regnet også ut andel målepunkter med forekomst av andre vannplanter, som

et mål for utbredelsen av andre vannplanter i undersøkelsesområde. Av praktiske årsaker er det ikke mulig å registrere dekningsgrad og lengde av andre vannplanter samtidig som det gjennomføres registrering av krypsiv.

2.2 Detaljkartlegging av vekstformer av krypsiv

Krypsiv kan ha ulike vekstformer:

- rosettplanter = planter uten tydelige årsskudd,
- enkeltsåter = planter med blanding av rosetter og tydelige årsskudd og der plantene vokser enkeltvis/i små grupper,
- såtevekst = planter der årsskudd dominerer og der plantene vokser i såteform.

Opplevelsen av hvorvidt krypsiv utgjør et problem avhenger gjerne av vekstform, der såtevekst oppleves som «mest sjenerende». Dessuten kan det tenkes at kalkingen fører til en økning i forekomsten av enkelte vekstformer, for eksempel enkeltsåter eller såtevekst. En eventuell effekt av kalkingen på ulike krypsiv-vekstformer ble kvantifisert 12. juli 2023 i en mindre prøveflate på cirka 15 m lengde og 6 m bredde, som ligger på vestsiden av Rysstadbassenget cirka 650 m oppstrøms Straume (Figur 1). Prøveflaten inngår i langtidsovervåking av krypsiv, og målinger er gjennomført etter samme metodikk hvert år siden 2014 (Moe og Demars 2017; Schneider og Demars 2023). På denne prøveflaten blir dekningsgrad estimert separat for hver vekstform, og for hver vekstform tas det 6 målinger av plantens lengde. I tillegg blir andre vannplanter registrert.

3 Resultater

3.1 Gjenvekst av krypsiv etter tiltak

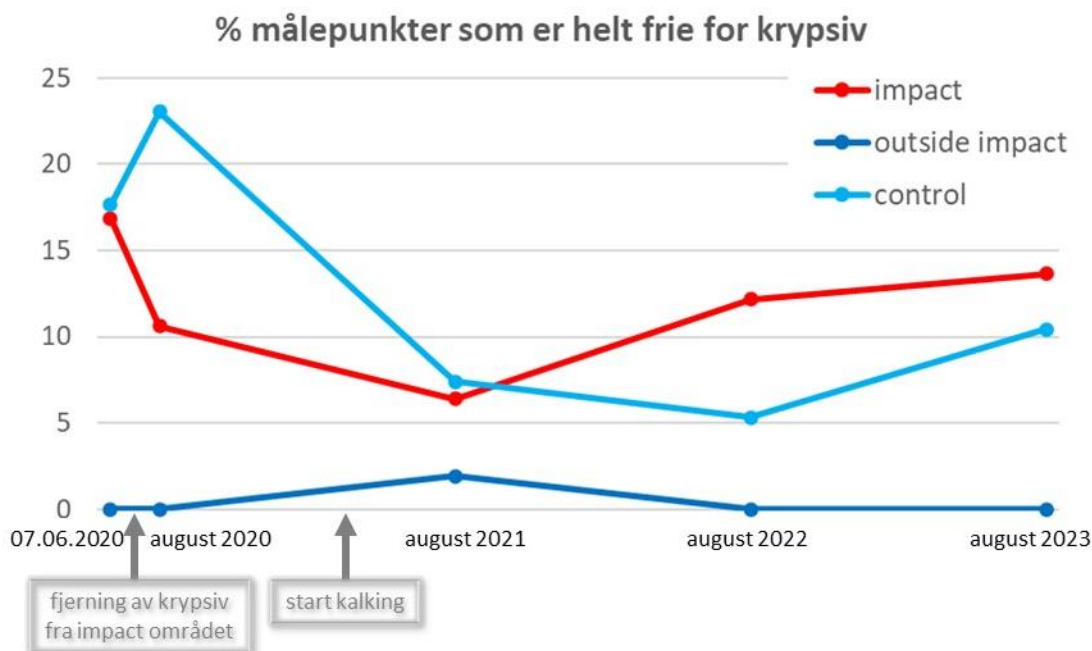


Fig. 3. Andel (i prosent) av målepunktene der det ikke ble registrert krypsiv i 2020 (før og etter fjerning av krypsiv i «impact» området), august 2021, 2022 og 2023

Krypsiv vokser gjerne flekkvis, hvilket betyr at det kan forekomme små områder uten krypsiv ved siden av områder med høy krypsivdekning. Andel målepunkter der det ikke ble registrert krypsiv kan være et uttrykk for i hvilken grad både naturlige (fisk som graver i bunnen, flom, tørke) og menneskeskapte forstyrrelser klarer å hindre etablering av krypsiv på elvebunnen.

Før tiltaket, det vil si i juni 2020, ble det på cirka 17 % av målepunktene i «**impact**» området ikke registrert krypsiv og denne andelen var nesten uforandret like etter tiltaket (ikke vist i Figur 3, men se Schneider m.fl. 2023). Deretter gikk andelen målepunkter uten krypsiv i «**impact**» området ned til cirka 6 % i august 2021 (Figur 3). Det betyr at krypsiv etter tiltaket spredde seg i «**impact**» området, og at det fantes færre kvadratmeter som var helt frie for krypsiv i 2021 enn før tiltaket. I august 2022, derimot, var andelen målepunkter som var helt frie for krypsiv tilbake på 12%, og i august 2023 på 14%.

I «**outside impact**» området ble det ikke registrert målepunkter uten krypsiv i hverken 2020, 2022 eller 2023. Det betyr at det ikke fantes områder større enn en kvadratmeter som ikke var dekket med krypsiv. I august 2021 var 2 % av målepunktene uten krypsiv, men det er en såpass liten andel at det mest sannsynlig skyldes tilfeldigheter. Konklusjonen er derfor at hele «**outside impact**» området til en viss grad har vært dekket med krypsiv siden juni 2020.

I «**control**» område var cirka 18 % av målepunktene helt frie for krypsiv i juni 2020, og denne andelen var nesten uforandret like etter tiltaket (ikke vist i Figur 3, men se Schneider m.fl. 2023). Andelen målepunkter uten krypsiv økte derimot til august 2020, der cirka 23 % av målepunktene var frie for

krypsiv. Det er ukjent om det var måleusikkerhet, forstyrrelser av elvebunnen eller naturlig tilbakegang av krypsiv som førte til denne økningen. Siden august 2020 gikk andelen målepunkter uten krypsiv ned, til 7 % i august 2021 og 5% i august 2022, for deretter å øke igjen til 10% i august 2023. Resultatene tyder på at krypsivdekningen er noe ustabil i «control» området, og at det forekommer forstyrrelser og tilvekst.

Resultatene våre tyder dermed på at deler av elvebunnen i undersøkelsesområdet til enhver tid er helt frie for krypsiv. Det gjelder spesielt «impact» og «control» områdene, mens «outside impact» ser ut til å ha en mye mer stabil krypsiv dekning. En mulig grunn for hvorfor elvebunnen er mer stabilt dekket med krypsiv i «outside impact» er at «outside impact» er dypere enn «impact» og «control», og derfor muligens mindre utsatt for forstyrrelser. **Krypsiv «flekkene» er til en viss grad dynamiske, og det forekommer prosesser som, sammen med måleusikkerhet, fullstendig fjerner krypsiv fra opptil 15% av elvebunnen, særlig i grunnere områder** (observerte endringer i andel målepunkter uten krypsiv i «control» og «outside impact» områder). **I «impact» området var de observerte endringene i andelen målepunkter som er helt frie for krypsiv mindre enn 15%, og kan derfor ikke med sikkerhet skilles fra måleusikkerheter og naturlige endringer.** Dersom klipping og harving likevel har en effekt, så er det at unge og korte krypsivskudd sprer seg til nye områder i løpet av det første året etter tiltaket, mens naturlig tilbakegang av eldre skudd eller en eller annen form for forstyrrelser i løpet av 2-3 år etter tiltaket fører til at det igjen finnes flere områder som er helt frie for krypsiv.

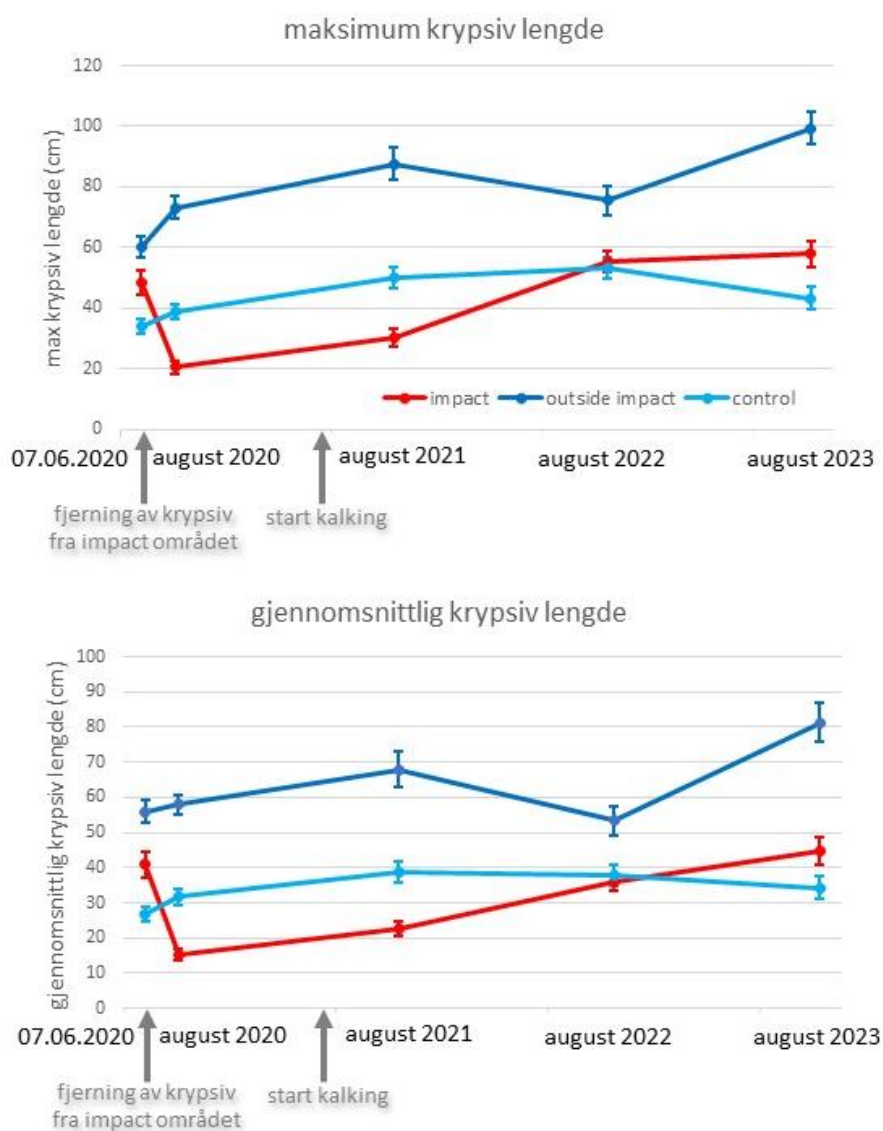


Fig. 4. Maksimum og gjennomsnittlig plantelengde av krypsiv i tre områder i Rysstadbassenget fra 2020 til 2023. Figurene viser gjennomsnitt og standardfeil («standard error of the mean»). Maksimum og gjennomsnittlig krypsivlengde ble beregnet uten målepunktene som var frie for krypsiv, det betyr at figuren viser lengden av de krypsivplantene som fantes.

Gjennomsnittlig krypsivlengde i «**control**» området var relativt stabilt mellom 26 og 39 cm siden 2020, mens maksimum krypsiv lengde var noe mer varierende, og hadde et maksimum på 53 cm i august 2022. I «**outside impact**» området var både maksimum og gjennomsnittlig krypsivlengde noe mer ustabil, og økte fra 2020 til 2023 til henholdsvis rundt 100 og 80 cm (Fig. 4). I tillegg var krypsiv plantene i «**outside impact**» i 2022 og 2023 rundt 30 til 50 cm lengre enn i de andre områdene. Dette skyldes sannsynligvis delvis at «**outside impact**» området er noe dypere enn «**control**» og «**impact**».

Resultatene våre tyder på at naturlige svingninger i gjennomsnittlig krypsivlengde var opptil cirka 25 cm i løpet av tre år, mens svingningene i maksimum krypsivlengde var på opptil 30 cm.

Derimot reduserte tiltaket som ble gjennomført 15. - 22.6.2020 både maksimum og gjennomsnittlig krypsivlengde med 28 cm (Schneider m.fl. 2023). I august 2022 var maksimum og gjennomsnittlig

krypsivlengde tilbake på cirka samme nivå som før tiltaket (Figur 4; verdier der standardfeil overlapper kan ikke tolkes som forskjellige fra hverandre), og i august 2023 var både gjennomsnittlig og maksimum krypsivlengde helt tilbake på samme nivå eller litt lenger enn like før tiltaket (Fig. 4).

Resultatene våre indikerer at det i Rysstadbassenget tar to-tre år før gjennomsnittlig og maksimum krypsivlengde er tilbake på samme nivå som før tiltaket.

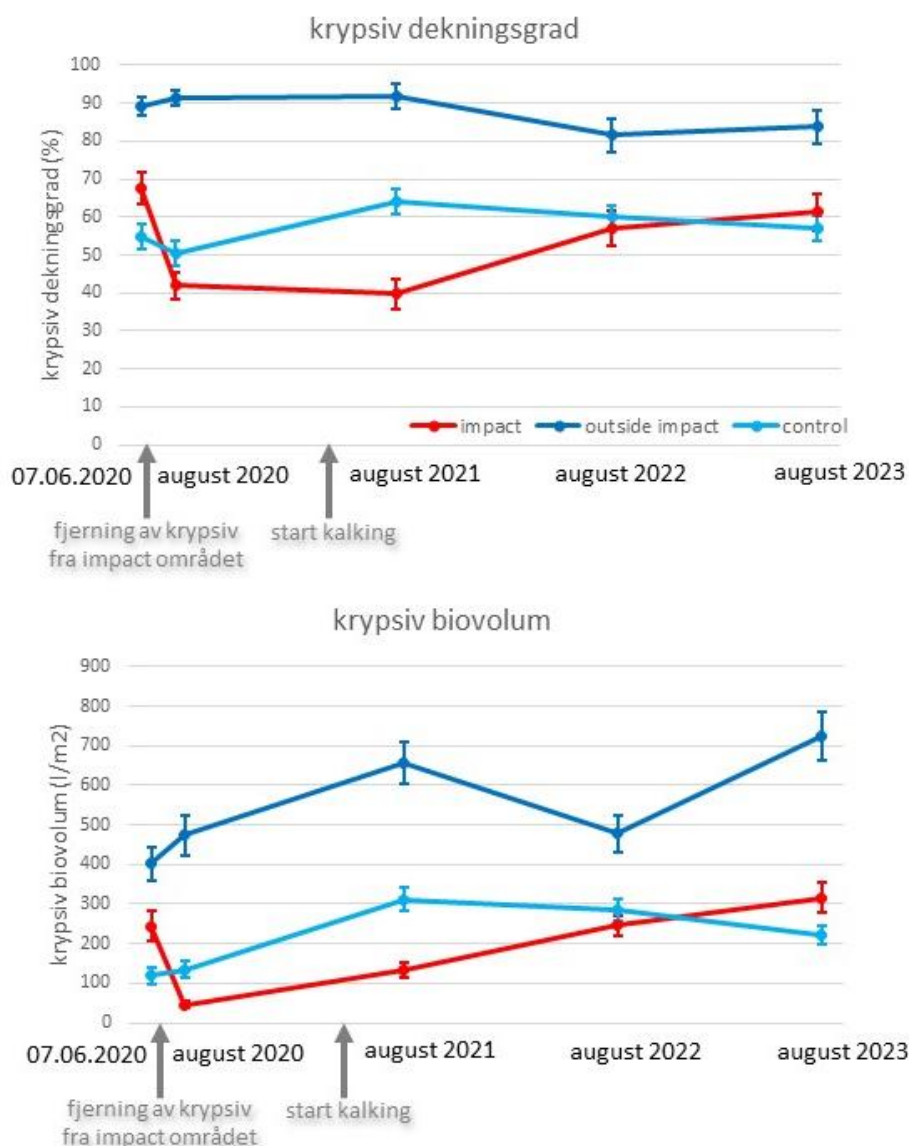


Fig. 5. Dekningsgrad og biovolum av krypsiv i tre områder i Rysstadbassenget fra 2020 til 2023. Figurene viser gjennomsnitt og standardfeil («standard error of the mean»).

Dekningsgrad av krypsiv ble beregnet som gjennomsnitt av den estimerte dekningsgraden på hvert målepunkt, inklusive de målepunktene der dekningsgraden var null. En gjennomsnittlig dekningsgrad på 40 % oppnås for eksempel når 4 av 10 målepunkter har 100 % dekning, og samtidig 6 av 10 null prosent dekning. Men 40 % dekning kan også oppnås om det er 40 % dekning på ethvert målepunkt innen

undersøkelsesområdet. Dekningsgrad av krypsiv og andel målepunkter uten krypsiv (se ovenfor) beskriver derfor ulike aspekter av krypsivveksten i undersøkelsesområdet.

I «**control**» området var dekningsgraden relativt stabil, og varierte mellom cirka 50 og 65 % i undersøkelsesperioden (Figur 5). I «**outside impact**» området var dekningsgraden cirka 20 til 30 % høyere enn i de andre områdene i både 2022 og 2023, og varierte mellom rundt 80 og 90 % i undersøkelsesperioden. Beregnet krypsiv-biovolum var noe variabel i både «control» og «outside impact» men det fantes ingen tydelige trender (Figur 5).

Resultatene våre tyder på at dekningsgrad av krypsiv i «control» og «outside» impact områdene er ganske stabil. Observerte naturlige endringer i dekningsgrad var opptil rundt 15%.

Derimot reduserte tiltaket som ble gjennomført 15. - 22.6.2020 dekningsgraden med 32 % i «**impact**» området (Schneider m.fl. 2023). Selv om tiltaket førte til en betydelig reduksjon i biomassen av krypsiv, ble man ikke kvitt krypsivet gjennom tiltaket. I august 2022 var biovolum, maksimum og gjennomsnittlig krypsivlengde tilbake på samme nivå som før tiltaket (Figur 4 og 5; verdier der standardfeil overlapper kan ikke tolkes som forskjellige fra hverandre). I august 2023 var også dekningsgraden tilbake på samme nivå som før tiltaket (Figur 5).

Resultatene våre tyder på at det i Rysstadbassenget tar to-tre år for både krypsivlengde og -dekningsgrad å vokse tilbake til omtrent samme nivå som før. Vi observerte lite gjenvekst i løpet av det første året, og størst gjenvekst i løpet av det andre året etter tiltaket.



Fig. 6. Undervannsbilder i «impact» området. Like etter tiltaket var mange av krypsivplantene revet av og ødelagt i toppen. I august 2021 fantes det fortsatt områder som var frie for krypsiv, men også områder der enkelte «flekker» var etablert, og områder som var dekket 100% med krypsiv. Krypsivplantene så friske ut. I august 2022 og 2023 fantes fortsatt noen områder som var frie for krypsiv, men krypsivplantene var like lange som før tiltaket, og dekningsgraden var på samme nivå som før tiltaket. I tillegg til krypsiv er tjønnaks synlig på bildene fra 2023. © K. Thiemer og S. Schneider, NIVA.

3.2 Effekter av kalking på krypsiv

3.2.1. Krypsivbiomasse i Rysstadbassenget

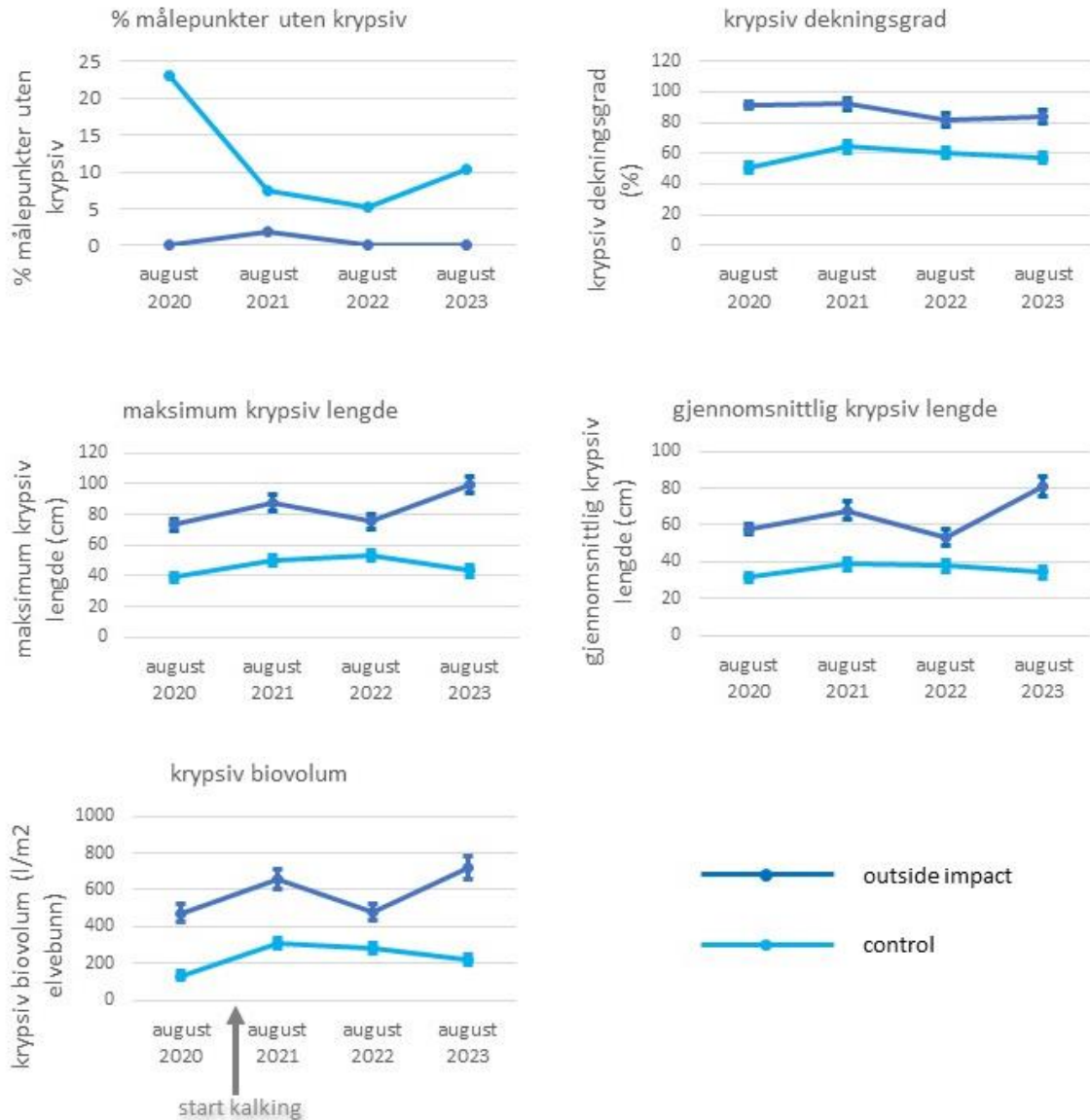


Fig. 7. Krypsiv-målinger i «control» og «outside impact» områdene, før og etter kalking. Dosererkalking i utløpet av Brokke kraftverk ble satt i drift i april 2021 og kalkingen påvirker hele Rysstadbassenget, både «control» og «outside impact». Gjennomsnittlig og maksimum krypsivlengde ble beregnet uten målepunktene der det ikke fantes krypsiv, det betyr at dataene viser lengden på de krypsiv flekkene som finnes i det respektive området.

Mellom august 2020 og august 2023 fantes det ingen konsistente endringer (det betyr endringer som foregikk i både «control» og «outside impact») hverken i andel målepunkter uten krypsiv, krypsiv dekningsgrad, gjennomsnittlig og maksimum krypsivlengde eller biovolum. **Hittil ser det derfor ut som kalkingen ikke har påvirket dekningsgrad og plantelengde av krypsiv i Rysstadbassenget.** Siden

krypsivlengde og dekningsgrad i «impact» område var tilbake på samme nivå som før tiltaket (se avsnitt 3.1), vil dataene fra «impact» område i framtiden kunne inngå i overvåking av kalkingseffekter (fra og med august 2023).

3.2.2. Andre vannplanter i Rysstadbassenget

Registreringer av andre vannplanter ble foretatt i august 2022, og i april, juni og august 2023. For lettere å kunne oppdage eventuelle trender fremstilles resultatene først kun for august månedene (Fig. 8).

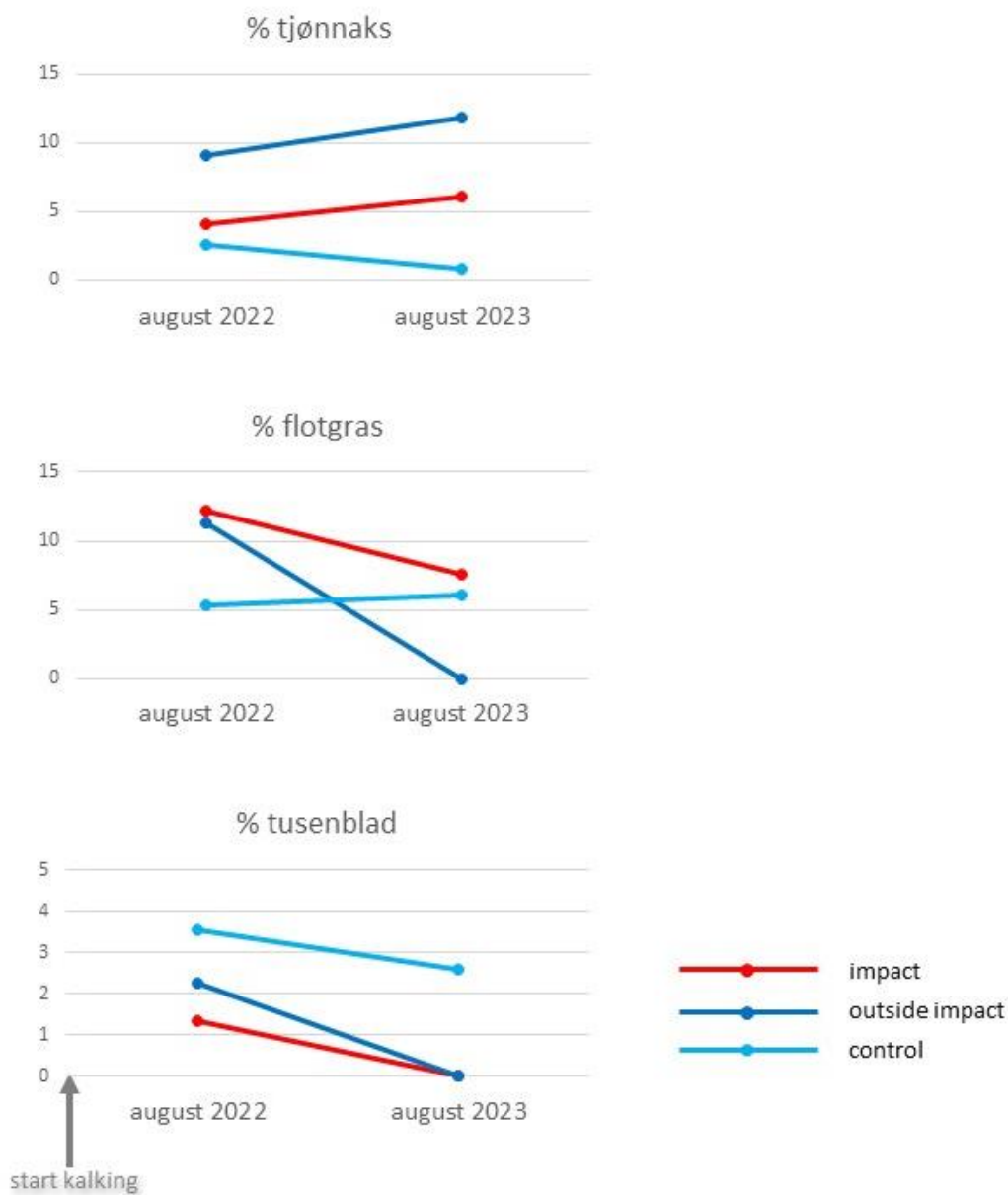


Fig. 8. Forekomst (i % av målepunkter) av andre vannplanter i «impact», «outside impact» og «control» områdene i august 2022 og 2023. Vær oppmerksom på at y-aksen er ulik for ulike arter.

Rysstadbassenget har lenge vært kjent for å ha svært lite forekomst av andre vannplanter enn krypsiv (Rørslett 1987). Av den grunn ble eventuelle forekomster av andre vannplanter ikke aktivt registrert i felt hverken i 2020 eller 2021. I forbindelse med MadMacs prosjektet (<https://www.niva.no/en/projectweb/madmaccs>) gjennomførte vi imidlertid mye feltarbeid i Rysstadbassenget i både 2019 og 2020, og vi er derfor blitt godt kjent i dette området. Vi er derfor ganske sikre på at det ikke forekom tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) i undersøkelsesområdet i 2020 eller 2021, og at det forekom kun ett lite område der det vokste noen få tjønnaks-planter (*Potamogeton natans*). I tillegg er det sannsynlig at det fantes noen enkeltplanter av flotgras (*Sparganium cf. angustifolium*). I august 2022, derimot, ble det oppdaget både flotgras, tjønnaks og tusenblad i alle tre undersøkelsesområdene (Figur 8, 9). I 2022 var det **flotgras** som var vanligst (etter krypsiv), og arten ble registrert på cirka 10% av målepunktene i «impact» og «outside impact», og 5% av målepunktene i «control» området. I august 2023 var forekomsten av flotgras i «control» nesten uforandret, mens det var mindre flotgras i «impact» og ingen i «outside impact».

I 2022 ble **tjønnaks** registrert på nesten 10% av målepunktene i «outside impact» området, men forekom noe sjeldnere i «impact» og «control». Forekomsten av tjønnaks økte i august 2023 i «impact» og «outside impact», men gikk noe ned i «control». I 2023 var det, etter krypsiv, tjønnaks som var vanligst i undersøkelsesområdet. **Tusenblad** var mindre vanlig, men ble i 2022 registrert i alle tre undersøkelsesområder (Figur 8). I 2023 registrerte vi tusenblad kun på noen få punkter i «control».

Det ble ikke foretatt målinger av lengden av andre vannplanter enn krypsiv (slike målinger er svært vanskelige å gjennomføre ved høy vannføring), men ut fra observasjonene våre anslår vi at tusenblad var opptil cirka 40 cm lang, flotgras opptil 50 cm, mens de lengste tjønnaks plantene var lengre enn en meter. De lengste tjønnaks plantene var klart lengre enn de lengste krypsiv såtene som ble observert i Rysstadbassenget.

Resultatene våre indikerer en økning i forekomst av flotgras, tjønnaks og tusenblad i hele Rysstadbassenget sammenliknet med situasjonen før kalkingen, men vi observerte ingen videre økning fra august 2022 til august 2023.

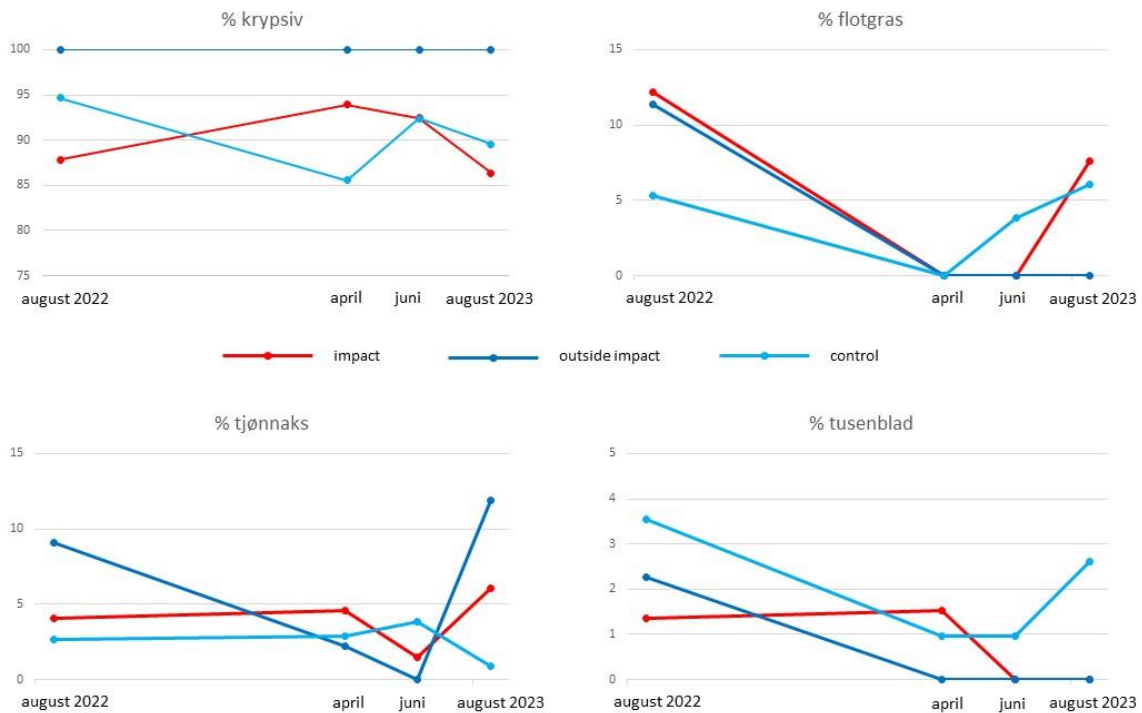


Fig. 9. Forekomst (i % av målepunkter) av krypsiv og andre vannplanter i «impact», «outside impact» og «control» områdene i august 2022, og i april, juni og august 2023. Vær oppmerksom på at y-aksen er ulik for ulike arter.

Noen vannplanter kan overleve vinteren som grønn plante, mens det for andre arter er vanlig at de grønne delene visner om vinteren og det kun er rhizomer eller frø som overlever. For raskt å kunne oppdage om forekomsten av andre vannplanter ble påvirket av kalkingen, kartla vi vannplantene i 2023 også i april og juni, i tillegg til august (Figur 9). Resultatene viser at krypsiv i all hovedsak overlever som grønn plante. Flotgras, derimot, ble ikke funnet i noen av undersøkelsesområdene i april. Små blader ble registrert i juni i «control» området, men ikke i «impact» og «outside impact» (noen få blader ble likevel tatt bilde av i «impact» området, men de var utenfor registreringspunktene, Figur 11). Det betyr at bladene til flotgras visner om vinteren, og det er mest sannsynlig kun rhizomet som overlever. Nye blader dannes først sent på våren/tidlig sommer. Mye av tjønnaksen overlevde vinteren som grønn plante, selv om minst tjønnaks forekom i juni, og mest i løpet av sensommeren (august). Det har fremdeles vært lite tusenblad i Rystadbassenget i august 2023, men tusenblad ser ut til å overleve vinteren som grønn plante (Figur 9).

Resultatene våre tyder på at krypsiv, tjønnaks og tusenblad i Rystadbassenget overlever vinteren som grønne planter, mens flotgras kun overlever som rhizom og danner nye blader sent på våren/tidlig på sommeren.

Både krypsiv, tjønnaks og tusenblad kan fortsette å vokse over flere år og danne lengre skudd etter hvert. Ettersom alle disse tre artene overlever vinteren som grønne planter i Rysstadbassenget, kan de potensielt vokse lengre over flere år og dermed over tid bli oppfattet som problem.

Lengdeveksten til flotgras er derimot begrenset til det lengste bladet som dannes i løpet av en sommer

(de lengste bladene ligger gjerne på vannoverflaten). Det er derfor ikke sannsynlig at flotgras vil bli oppfattet som et problem, bortsett fra i de grunneste områdene av Rysstadbasenget.

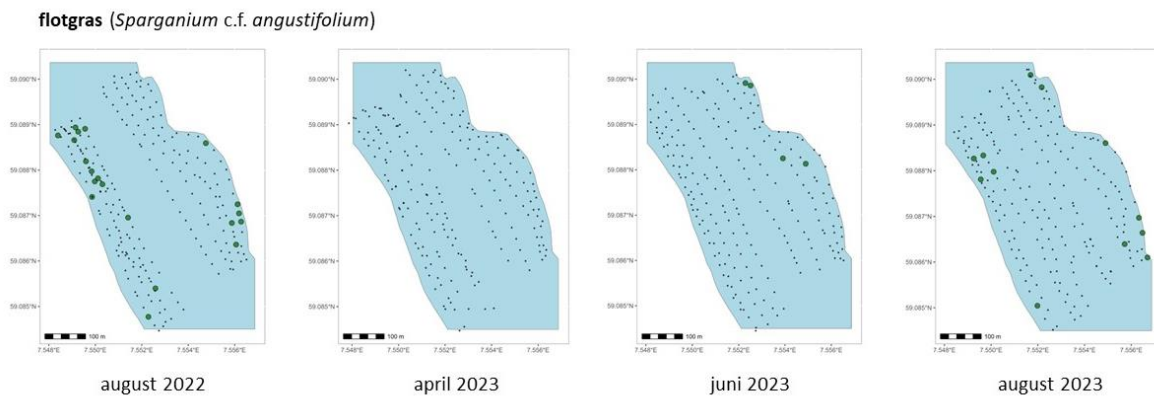


Fig. 10a. Forekomst av flotgras i undersøkelsesområdet i august 2022, og i april, juni og august 2023. For plasseringen av «impact», «outside impact» og «control» områdene se Fig. 1. Grønne sirkler indikerer forekomst, svarte prikker fravær av arten på undersøkelsespunktet.

I august 2022 registrerte vi mest flotgras i de nordvestlige (oppstrøms-) delene av «impact» og «outside impact» områdene (Figur 10a). I «control» området forekom flotgras i den sørlige delen langs strandkanten og ikke midtstrøms. Arten ser ut til å overvintre kun med rhizomer og ble ikke oppdaget i april 2023. I juni 2023 fant vi flotgras i «control» området langs strandkanten. I august 2023 var det mindre flotgras enn i august året før, men arten ble oppdaget langs strandkanten i både «impact» og «control».

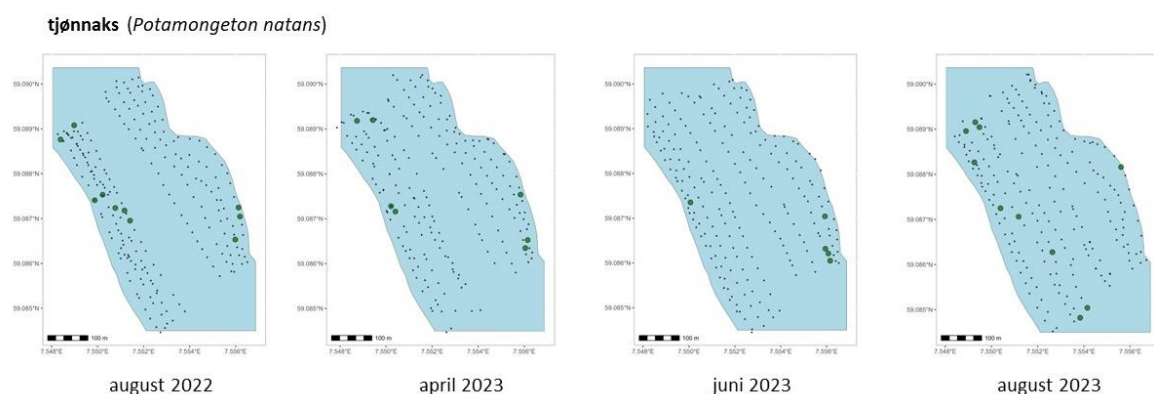


Fig. 10b. Forekomst av tjønnaks i undersøkelsesområdet i august 2022, og i april, juni og august 2023. For plasseringen av «impact», «outside impact» og «control» områdene se Fig. 1. Grønne sirkler indikerer forekomst, svarte prikker fravær av arten på undersøkelsespunktet.

I august 2022 registrerte vi tjønnaks i de nordvestlige (oppstrøms-) delene av «impact» og «outside impact» områdene og i den sørlige delen av «control» (Figur 10b). Tjønnaks ser ut til å overvintre som grønn plante og ble funnet i cirka de samme områdene i april 2023 som i august året før. I juni 2023 var

det minst forekomst av tjønnaks, men fremdeles i de samme områdene. I august 2023, derimot, kan det se ut som tjønnaks spredde seg nedstrøms i «outside impact» området.

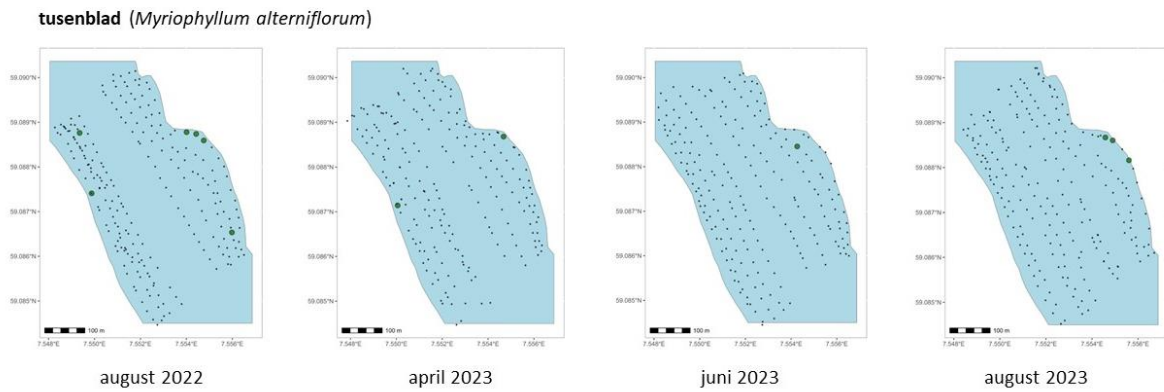


Fig. 10c. Forekomst av tusenblad i undersøkelsesområdet i august 2022, og i april, juni og august 2023. For plasseringen av «impact», «outside impact» og «control» områdene se Fig. 1. Grønne sirkler indikerer forekomst, svarte prikker fravær av arten på undersøkelsespunktet.

I august 2022 registrerte vi tusenblad i de nordvestlige (oppstrøms-) delene av «impact» og «outside impact» områdene og langs strandkanten i «control» (Figur 10c). Det var generelt lite tusenblad i undersøkelsesområdet, og arten ser ikke ut til å ha spredd seg fra august 2022 til august 2023.

Registreringene våre viser at flotgras, tjønnaks og tusenblad forekommer mest langs strandkanten av både «impact» og «control» områdene og i mindre grad midtstrøms.

tjønnaks



flotgras

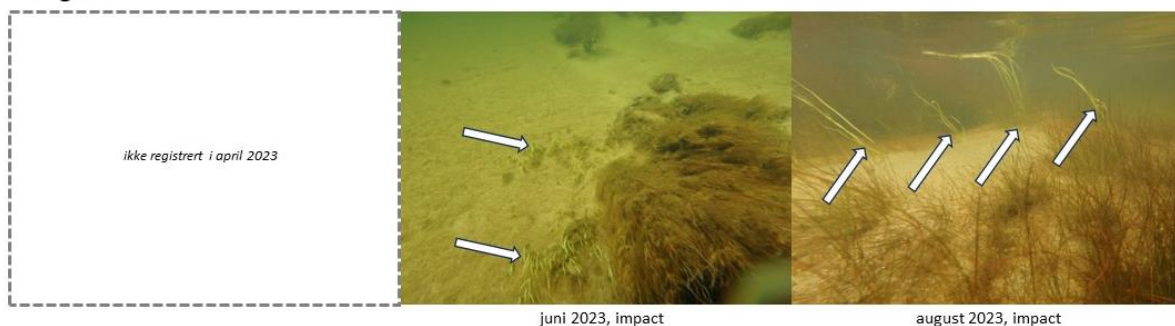


Fig. 11. Tjønnaks (*Potamogeton cf. natans*) og flotgras (*Sparganium cf. angustifolium*) i Rysstadbasenget i april, juni og august 2023. Tjønnaks har en rød-brun farge og blad som kan flyte på vannoverflaten. Flotgras er noe mer gul-grønn enn krypsiv og har lange lineære blader. Tjønnaks overlevde vinteren som grønn plante, men i juni så plantene brune og litt visne ut. I august, derimot, registrerte vi friske og sunne planter. Flotgras ble ikke registrert i april, og det var tilsynelatende kun rhizomene som overlevde vinteren. I juni ble små friske blader registrert, som i august hadde vokst seg større. © S. Schneider, NIVA.

3.2.3. Detaljkartlegging av vekstformer av krypsiv og andre vannplanter

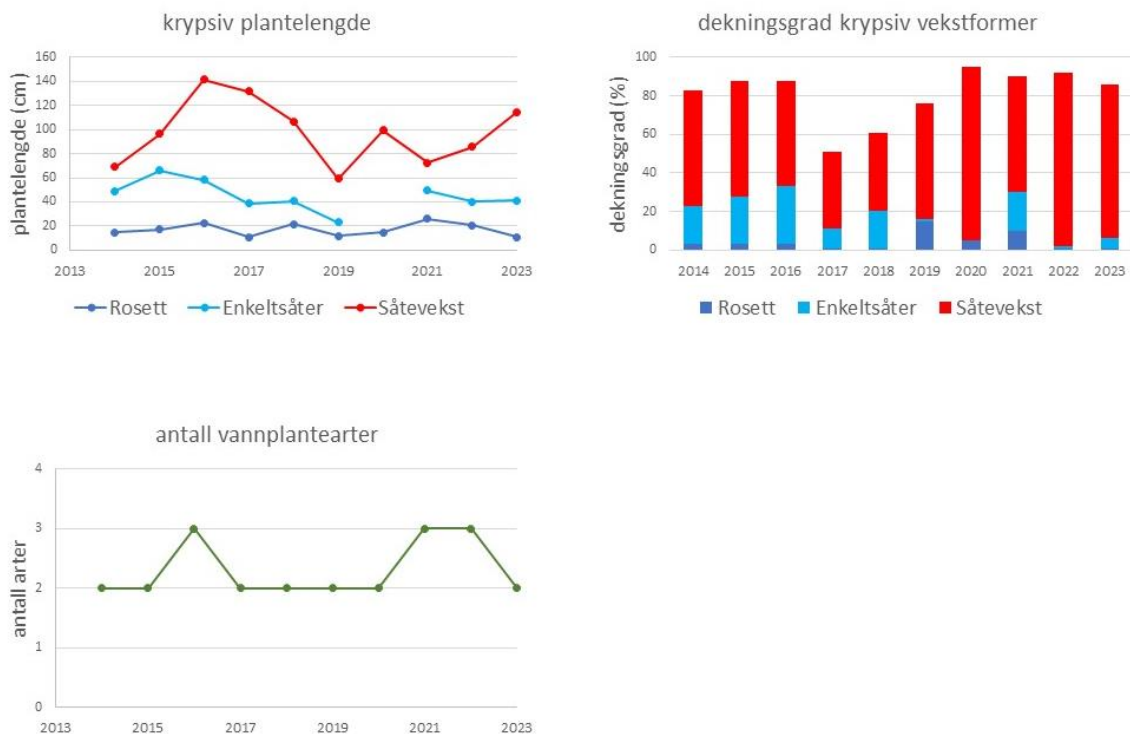


Fig. 12. Lengde og dekningsgrad av de ulike vekstformene av krypsiv, og antall vannplantearter (inkludert krypsiv) på stasjonen «Brokke» fra 2014 til 2023. Dosererkalking i utløpet av Brokke kraftverk ble satt i drift i april 2021.

Lengden av rosettplanter av krypsiv har vært ganske stabil rundt 20 cm siden 2014, mens lengden av enkeltsåtene har svingt rundt cirka 50 cm (Figur 12). Såtevekst nådde et maksimum på opptil 140 cm i 2016 og 2017, men har svingt rundt 90 cm ellers. I 2023 var lengden av såteveksten rundt 110 cm, litt over gjennomsnittet. Den totale dekningsgraden av krypsiv på stasjon Brokke har svingt rundt 90%, med unntak av perioden 2017 til 2019, der dekningsgraden muligens ble redusert av en flom, et «privat tiltak» eller en annen form for forstyrrelse, og det tok 3 år å komme tilbake til samme nivå (Figur 12). Dekningsgraden av vekstformene var ganske stabil over alle år, med unntak av 2020 og 2022, da det var mer såtevekst, men mindre enkeltsåter og rosettplanter. Også i 2023 var det relativt mye såtevekst. Bortsett fra krypsiv ble det i alle år funnet flotgras på stasjonen Brokke. I tillegg ble det i 2016 gjort et enkeltfunn av blærerot (*Utricularia vulgaris/australis*), og i 2021 og 2022 ble evjesoleie (*Ranunculus reptans*) funnet. Mengden av flotgras på stasjon Brokke ble i tidligere år registrert som «2=spredd», mens den både i 2021 og 2022 ble registrert som «3=vanlig». I 2023 ble mengden av flotgras kun registrert som «2=spredd» igjen.

Resultatene fra 2023 skiller seg ikke fra tidligere år og gir dermed ingen indikasjon på at kalkingen påvirker krypsiv. Det kan muligens se ut som mer rosettplanter og enkeltsåter ble til såtevekst i 2022 og 2023. Fortsatt overvåking vil kunne avdekke om dette er begynnelsen av en trend eller om det skyldes tilfeldige variasjoner.

Totalt sett tyder resultatene på at kalkingen ikke har påvirket krypsiv i Rystadbassenget nevneverdig. Kalkingen førte til en økning i biomasse og utbredelsen av andre vannplanter fram til august 2022, men det ble ikke oppdaget en nevneverdig videre økning fra august 2022 til august 2023. Mens tusenblad ikke nådde vannoverflaten og flotgras kun i de grunneste områdene, var tjønnaks tydelig lengre enn de lengste krypsiv såtene og nådde opp til vannoverflaten flere steder i Rystadbassenget.

4 Diskusjon

4.1 Gjenvekst av krypsiv etter tiltak

I tidligere rapporter (Schneider m.fl. 2023) ble det konkludert med at klipping og harving førte til en betydelig reduksjon i biomassen av krypsiv, slik at det igjen ble mulig å kjøre motorbåt og fiske i de områdene der krypsiv var klippet. Schneider m.fl. (2022) beskrev at gjenveksten av krypsiv startet allerede like etter tiltaket, og krypsivet vokste, både vertikalt (økning i plantelengde) og horisontalt (økning i dekningsgrad) i løpet av de første månedene etter tiltaket. Gjenveksten av krypsiv som ble observert like etter tiltaket fortsatte imidlertid ikke like raskt i 2021. Det ble funnet lite gjenvekst av krypsiv dekningsgrad og plantelengde fram til august 2021. Året etter, derimot, det vil si i august 2022, var krypsiv plantelengde tilbake på samme nivå som før, og krypsiv dekningsgrad var nesten like stor som før tiltaket. Vi observerte at i august 2023, tre år etter tiltaket, var både krypsiv plantelengde og dekningsgrad tilbake på samme nivå som før (Figur 4 og 5).

Vi kan derfor konkludere med at det var lite gjenvekst i løpet av det første året etter tiltaket, at krypsivbiomassen to år etter tiltaket var tilbake på omtrent samme nivå, og tre år etter tiltaket helt tilbake på samme nivå som før. Dette tyder på at tilgroingen foregår sakte i begynnelsen, og raskere etter hvert. Den observerte gjenveksten av krypsiv i løpet av tre år samsvarer med resultater av Johansen (2006) fra Mandalselva ved Sveindal, som også fant at krypsiv nesten var tilbake til utgangspunktet tre år etter tiltaket.

Hvor raskt vannplanter vokser avhenger først og fremst av vannføring (for høy vannføring kan rive løs vannplanter), lysforhold (vannplanter trenger lys for å kunne vokse), vanntemperatur (generelt raskere vekst ved høyere temperatur, inntil en artsavhengig maksimal temperaturgrense er nådd), samt tilgang til næringsalter og karbondioksid (mer tilgang til karbondioksid og næringsalter fører til mer vekst). Ulike metoder for fjerning av krypsiv kan også tenkes å påvirke gjenvekst, fordi noen metoder er mer effektive i å fjerne krypsiv sammen med røttene enn andre. Av den grunn er det rimelig å forvente forskjeller i gjenvekst mellom ulike stasjoner, og mellom ulike metoder som brukes for å fjerne krypsiv. Metodene der gjenvekst hittil har blitt testet er manuell fjerning i Mandalselva (Johansen 2006), gravemaskin i Mandalselva (Johansen 2006) og klipping og harving i Otra (våre resultater). Til tross for effekten som ulike fysiske og kjemiske forhold har på plantevekst, og til tross for at ulike metoder for krypsivfjerning ble brukt, var krypsivet i alle tilfeller tilbake på samme nivå som før tiltaket i løpet to til tre år. **Vi må derfor forvente at mekanisk fjerning av krypsiv i elver i Norge generelt må gjentas hvert andre til tredje år.** Det er verdt å merke seg at to til tre år, i en internasjonal kontekst, er en forholdsvis lang tidsperiode. Bal m.fl. (2017), for eksempel, fant at piggnopp (*Sparganium* sp.) og tjønnaks i to

elver i Belgia etter bare noen få måneder var tilbake på samme nivå som i tilsvarende områder der plantene ikke ble fjernet.

Det er verdt å merke seg at vi ikke observerte eksplosiv krypsivvekst like etter tiltaket. En slik effekt, altså økt vekst etter fjerning av vannplanter, er blitt observert andre steder, og forklares med redusert konkurranse og bedre tilgang til lys etter tiltaket (Baattrup-Pedersen m.fl., 2018). Både våre resultater og resultatene i Mandalselva etter manuell rensking (Johansen 2006) tyder på logistisk vekst, det betyr at det er lite gjenvekst i begynnelsen, og rask vekst på et senere tidspunkt, før biomassen etter hvert når et maksimum. Det betyr i så fall at effekten av tiltak vil oppleves som «god» i hvert fall det første året etter tiltaket, men at det vil kjennes som krypsiv «plutselig» er tilbake for fullt året etter. Resultatene fra Mandalselva etter maskinelt rensking (Johansen 2006) er imidlertid forenlig med lineær vekst, så det er knyttet noe usikkerhet til denne konklusjonen.

4.2 Effekter av kalking

Kalking har tidligere ført til massevekst av krypsiv i Norge. Effekten av kalking ble forklart med at en del av kalken sedimenterte, og gjenforsuret vann mobiliserte CO₂ fra kalken. I tillegg øker kalken nedbrytningen av organisk materiale i sedimentet, og denne prosessen frigjør både CO₂, NH₄⁺ og fosfor. Dermed økes tilgjengelighet av alle stoffer som kan tenkes å begrense krypsivvekst (karbon, nitrogen og fosfor), noe som kan føre til økt vekst av krypsiv (Brandrud 2002, Roelofs m.fl. 1994).

Rysstadbassenget har vært kalket ved dosererkalking i utløpet av Brokke kraftverk siden 20. april 2021. Det ble ikke observert nevneverdig vekst av krypsiv mellom august 2020 (før kalkingen) og august 2023 i hverken «control» eller «outside impact» området. **Dette tyder på at kalkingen ikke førte til en eksplosiv vekst av krypsiv, men heller ikke til en nedgang.** Detaljkartleggingen viste imidlertid noe høyere dekningsgrad av såtevekst, og færre rosettplanter og enkeltsåter enn i de fleste tidligere år (Figur 12). Videre overvåking de nærmeste årene vil kunne avdekke om dette skyldes naturlig variasjon, eller om det er begynnelsen på økt krypsivvekst i forbindelse med kalkingen.

Kalkingen hadde derimot tydelig effekt på forekomst av andre vannplanter i Rysstadbassenget. Vannvegetasjon i Rysstadbassenget var allerede i 1986 «fullstendig dominert av krypsiv», selv om det også forekom «små mengder» av flotgras og vasshår (*Callitriche* spp.) (Rørslett 1987). Egne observasjoner i perioden fra 2019 til 2021 bekrefter at undervannsvegetasjonen i Rysstadbassenget inntil 2021 i all hovedsak besto av krypsiv. I tillegg forekom det noe flotgras og noen veldig få enkeltteksemplarer av tjønnaks.

Krypsiv er kjent for å tåle forsuring (Lindstrøm m.fl. 2004), og er den eneste arten som er dokumentert til å tåle pH lavere enn 3 (Fyson 2000). I sterkt forsurete gruvesjøer i Tyskland og bekker som mottok sur avrenning fra gruver i Danmark var krypsiv den eneste vannplantearten som forekom, og krypsivet dannet massevekst. Det kan virke som en selvmotsigelse at kalking kan føre til massevekst av en art som er så godt tilpasset surt vann som krypsiv, men forklaringen ligger i at gjenforsuring av vannet etter kalking førte til et konkurransefortrinn for krypsiv over andre vannplanter, mens CO₂, NH₄⁺ og fosfor ble frigjort fra sedimentet og førte til økt vekst (Brandrud 2002, Roelofs m.fl. 1994).

Øvre Otra er forholdsvis godt bufret fordi det er noe mer kalkholdig berggrunn i øvre deler av Otra enn i flere andre vassdrag på Sørlandet (Hindar og Grande 1987). Til tross for dette oppstår det forsuringsepisoder i Otra nedstrøms Brokke når godt bufret vann holdes tilbake i reguleringsmagasinene, mens det overføres vann fra lavereliggende og surere bekker til kraftverket. Likeså kan det oppstå

forsuringsepisoder i hovedelva når det går lite vann gjennom Brokke kraftverk og sure sidevassdrag dominerer vannføringen i elva (Barlaup m.fl. 2021). Mellom 2011 og 2020 ble det dokumentert flere tilfeller der pH i Otra ved Brokke var lavere enn 5,6, og ved to tilfeller gikk pH ned til 5,2 (Barlaup m.fl. 2021).

Kalkdosereren ved utløpet av Brokke kraftverk som ble satt i full drift den 20. april 2021 skal levere pH 6,3 nedstrøms doseringspunktet, og skal dermed forhindre forekomst av forsuringsepisoder i Rysstadbassenget. Fravær av forsuringsepisoder legger til rette for forekomst av andre vannplanter, som ikke tåler forsuringsepisoder like godt som krypsiv. Mens flotgras og krypsiv er «surhetstolerante» arter, er tusenblad og tjønnaks karakterisert som «svak surhetsfølsom» (Lindstrøm m.fl. 2004). Ifølge Fyson (2000) var rankpiggeknepp (*Sparganium emersum*) og tjønnaks (*Potamogeton natans*) blant artene som, etter krypsiv, koloniserte sure gruvesjøer i Tyskland når pH begynte å øke noe (i tillegg var det småblæserot *Utricularia minor*, som også forekommer i Otra oppstrøms Brokke (Schneider og Demars 2020), men som ikke er kjent for å danne massevekst). **Det er derfor overveiende sannsynlig at det er kalkingen som er årsaken til økt forekomst av flotgras, tjønnaks og tusenblad i Rysstadbassenget.**

Schneider m.fl. (2023) beskrev at både flotgras, tjønnaks og tusenblad er vanlige lenger oppstrøms i Otra, for eksempel i Harstadbassenget sør for Valle (Schneider og Demars 2020). Forekomsten ved Valle indikerer at det ikke forekom like sterke forsuringsepisoder der enn nedstrøms Brokke. Det tok kun litt mer enn ett år etter at kalkdosereren ble satt i full drift før andre vannplanter enn krypsiv dannet synlige bestander i Rysstadbassenget. Flotgras og tjønnaks var, med noen få eksemplarer, allerede til stede i Rysstadbassenget fra før, men økte utbredelsen sammenliknet med situasjonen før kalkingen. Tusenblad ble ikke oppdaget i Rysstadbassenget før kalkingen og kom mest sannsynlig drivende med elvevannet. Både flotgras, tjønnaks og tusenblad koloniserte Rysstadbassenget mest sannsynlig gjennom «drift», det betyr at frø eller plantedeler kom drivende med elvevannet og sank ned til bunnen i Rysstadbassenget, der de slo rot. Både flotgras, tjønnaks og tusenblad klarte å etablere seg flere steder i Rysstadbassenget uten at det gikk nevneverdig utover biomassen av krypsiv (Figur 7). Blant de artene som ble påvist i Otra oppstrøms Brokke (Schneider og Demars 2020), er det nettopp flotgras (og andre arter innen slekten *Sparganium*), tjønnaks (og andre arter innen slekten *Potamogeton*) og tusenblad som, ut fra vekstform og størrelsen, er i stand til å danne massevekst, mens de andre artene som regel forblir små. Det betyr at alle arter som forekommer oppstrøms i vassdraget og som potensielt kan danne «problemvekst», klarte å kolonisere Rysstadbassenget kun litt over ett år etter at kalkdosereren ble satt i drift (Schneider m.fl. 2023).

Etableringen av andre vannplanter i Rysstadbassenget etter kalking foregikk relativt raskt sammenliknet med andre vassdrag i Norge. Det er naturlig å sammenlikne Otra med Tovdalselva og Mandalselva, da disse vassdragene også opplever utfordringer med massevekst av krypsiv. Begge elvene har blitt kalket siden 1990-tallet, og endringer i mengden av krypsiv og andre vannplanter ble dokumentert over flere år etter at kalkingen startet. Johansen og Lindstrøm (2006) registrerte både tjønnaks og tusenblad i kalkete deler av Tovdalselva og Mandalselva omtrent 10 år etter at kalkingen begynte. Etableringen ble likevel beskrevet som «meget langsomt» i Tovdalselva og «sakte men sikkert» i Mandalselva. I Rysstadbassenget skjedde derimot en rask etablering av tusenblad, flotgras og tjønnaks etter kalking. Dette skyldes mest sannsynlig at øvre deler av Otravassdraget aldri var like sterkt forsuret som øvre deler av Mandals- og Tovdalsvassdraget. Tusenblad, flotgras og tjønnaks var allerede vanlige i Otra oppstrøms Brokke da kalkingen startet (Schneider og Demars 2020) og derfor kunne de raskt kolonisere Rysstadbassenget via naturlig spredning. I Mandals- og Tovdalsvassdragene er det derimot usannsynlig at det fantes større bestander av tjønnaks eller tusenblad i øvre deler av vassdraget da kalkingen startet. I vassdrag der det ikke finnes sunne bestander oppstrøms, forventes det at det tar lengre tid før mer forsuringfølsomme vannplantearter etablerer seg etter kalking.

Som beskrevet i Schneider m.fl. (2023), kan massevekst av flotgras, tjønnaks og tusenblad forekomme enkelte steder, f.eks. nedstrøms utløp fra kraftverk (Johansen m.fl. 2000). I Mandalselva ved Sveindal ble det observert områder «hvor flotgras og tjønnaks går til overflaten på patcher spredt over det meste av bassenget» (Kviljo 2021). Det nevnes også at «flotgras er mest iøynefallende og dominerende, men innslaget av tjønnaks er mest problematisk i forhold til vegetasjonens virkning på friluftsliv» (Kviljo 2021). Arter innen slekten *Myriophyllum* (tusenblad) er kjent for å være invaderende og problematiske i Nord-Amerika (for eksempel Kujawa m.fl. 2017), og arter innen slekten *Sparganium* (piggknopp) og tjønnaks (*Potamogeton natans*) er kjent for å danne massevekst blant annet i Danmark, Belgia og Tyskland (Bal m.fl. 2017). Det finnes derfor ingen grunn til å tro at de artene som etablerte seg i Rysstadbassenget etter at kalkingen startet er mindre problematiske enn krypsiv. Den arten som kan antas å bli oppfattet som mest problematisk er tjønnaks, fordi den kan bli særdeles lang, er mekanisk sterk og kan danne matter av flyteblad på vannoverflaten (Figur 11). Spredte forekomster av tjønnaks ble i 2023 registrert i hele undersøkelsesområdet med unntak av den mest oppstrøms liggende delen av «control» området (Figur 10b). Det betyr at særlig tjønnaks ser ut til å ha blitt godt etablert i store deler av Rysstadbassenget, selv om den totale biomassen er lav sammenliknet med krypsiv.

Vi registrerte imidlertid ingen nevneverdig videre økning i forekomsten av andre vannplanter i august 2023, sammenliknet med august 2022. Resultatene viser dermed at det ikke forekom eksplosiv vekst av andre vannplanter etter kalkingen. Årsaken til hvorfor andre vannplanter ikke økte nevneverdig fra august 2022 til august 2023 antas å være konkurranse om plass. I 2023 var andelen målepunkter der det ikke ble registrert krypsiv lav (Figur 3), mens krypsiv dekningsgrad var høy (Figur 5). Det tyder på at det i Rysstadbassenget finnes begrenset med tilstrekkelig store områder uten krypsiv som er egnet for etablering av andre vannplanter. Mangel på plass begrenser dermed sannsynligvis etablering av andre vannplanter i Rysstadbassenget. Resultatene våre viser imidlertid også at krypsiv «flekke» til en viss grad er dynamiske, og at det forekommer prosesser som, sammen med måleusikkerhet, fullstendig fjerner krypsiv fra opptil 15% av elvebunnen, særlig i grunnere områder (Figur 3). Det betyr at det hvert år oppstår «nye muligheter», det vil si åpne steder uten plantevekst, der andre vannplanter vil konkurrere med krypsiv om hvem som får slå rot. De ulike artene, inkludert krypsiv, vil konkurrere både om hvem som først slår rot, men også om hvem som klarer seg best på sikt.

Resultatene våre viser at både tjønnaks og tusenblad, på lik linje som krypsiv, overvintret som grønne planter, mens flotgras ikke gjorde det. Det er imidlertid sannsynlig at rhizomene til flotgras overvintret i sedimentet. Siden bladene til flotgras hver vår vokser ut på nytt fra rhizomet, vil det medføre at plantene likevel vokser på samme sted som året før, selv om bladene dannes på nytt hvert år. Det betyr derfor at både krypsiv, tjønnaks, tusenblad og flotgras er i stand til å forsvare voksestedene sine over flere år. Konkurransen mellom krypsiv, tjønnaks, flotgras og tusenblad er derfor på ingen måte avgjort, og det er fullt mulig at kalkingen på sikt kommer til å forskyve balansen mellom disse artene.

Vi konkluderer med at årsaken til den økte forekomsten av flotgras, tjønnaks og tusenblad i Rysstadbassenget med overveiende sannsynlighet er kalkingen, fordi den forhindrer forsureningsepisoder og dermed legger forholdene til rette for vekst av planter som allerede finnes lenger oppstrøms i vassdraget, men som ikke tålte forsureningsepisodene før. Særlig tjønnaks kan potensielt oppleves som enda mer brydsomt enn krypsiv fordi den kan danne særdeles lange og kraftige skudd og tette overflatematter av flyteblad. Kalkingen førte ikke til eksplosiv vekst av tjønnaks, flotgras eller tusenblad, men siden krypsiv «flekke» til en viss grad er dynamiske er det mulig at kalkingen på sikt kommer til å forskyve balansen mellom de ulike artene og føre til økt forekomst av tjønnaks og andre vannplanter.

5 Konklusjon

Rysstadbassenget har i lang tid hatt utfordringer med massevekst av krypsiv. Klipping og harving blir ansett som det mest praktiske tiltaket mot krypsiv, men det var uklart hvor raskt gjenvæksten skjer. Rysstadbassenget er blitt kalket med dosereralking siden april 2021, og det er viktig å sikre at kalkingen ikke fører til ytterligere vekst av krypsiv eller forårsaker andre problemer. Formålet med prosjektet var derfor å finne ut om kalkingen påvirker biomassen av krypsiv og forekomst av andre vannplanter, og hvor raskt krypsiv reetableres etter tiltak. Våre konklusjoner tre år etter tiltaket, og to år og 4 mnd. etter at kalkingen startet, er:

- Det er urealistisk å forvente å «bli kvitt krypsiv» ved mekanisk fjerning.
- Krypsiv «flekken» er til en viss grad dynamiske. Sammen med måleusikkerhet var observerte «naturlige» endringer (det betyr endringer som ikke er relatert til tiltak) i dekningsgrad av krypsiv opptil rundt 15%, svingninger i gjennomsnittlig krypsivlengde opptil cirka 25 cm, og svingninger i maksimum krypsivlengde opptil cirka 30 cm i løpet av tre år.
- Tre år etter tiltaket var biomassen av krypsiv tilbake på samme nivå som før. Vi observerte lite gjenvækst i løpet av det første året, en større økning til omtrent samme nivå som før i løpet av det andre året, og fullstendig gjenvækst til samme nivå som før i løpet av det tredje året etter tiltaket.
- Det må forventes at mekanisk fjerning av krypsiv i elver i Norge må gjentas hvert andre til tredje år.
- To år og fire måneder etter at kalkdosereren ble satt i full drift fant vi ingen tegn til at kalkingen påvirket dekningsgrad eller plantelengde av krypsiv i Rysstadbassenget.
- Vi har observert en økning i forekomst av flotgras, tjønnaks og tusenblad i Rysstadbassenget sammenliknet med før kalkingen. Økningen i forekomsten av andre vannplanter skyldes med overveiende sannsynlighet kalkingen.
- Vi registrerte imidlertid ingen nevneverdig videre økning i forekomsten av andre vannplanter i august 2023, sammenliknet med august 2022. Det betyr at kalkingen ikke førte til eksplosiv vekst av andre vannplanter.
- Krypsiv, tjønnaks og tusenblad i Rysstadbassenget overlever vinteren som grønne planter. De kan derfor potensielt vokse lengre over flere år og dermed over tid bli oppfattet som problem.
- Forekomst av andre vannplanter i Rysstadbassenget var, på et generelt nivå, fremdeles forholdsvis liten, men om veksten skulle fortsette vil tjønnaks potensielt kunne oppleves som enda mer problematisk for båtkjøring og fiske enn krypsiv. Siden krypsiv «flekken» til en viss grad er dynamiske kan det ikke utelukkes at kalkingen på sikt kommer til å forskyve balansen mellom de ulike artene og føre til økt forekomst av tjønnaks og andre vannplanter.

Av den grunn foreslår vi å fortsette overvåkingen av krypsiv og annen vannvegetasjon i Rysstadbassenget. Undersøkelsene bør helst gjennomføres årlig inntil det med rimelig sikkerhet er fastslått at kalkingen ikke har ført til en åpenbar økning i krypsivbiomassen eller forekomst av annen vannvegetasjon som kan oppfattes som problematisk. Deretter kan frekvensen reduseres til annethvert år.

6 Referanser

- Baatrup-Pedersen, A., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Andersen, D.K., Riis, T., Kronvang, B., Rasmussen, J.J. (2018). Evaluating effects of weed cutting on water level and ecological status in Danish lowland streams. *Freshwater Biology* 63, 652-661.
- Bal, L.K.D., Verschoren, V., Sara, J.R., Meire, P., Schoelynck, J. (2017). Consequences of different cutting regimes on regrowth and nutrient stoichiometry of *Sparganium erectum* L. and *Potamogeton natans*. *River Res Applic.* 2017;33:1420-1427.
- Barlaup, B.T., med flere (2021). Bleka i Byglandsfjorden 2018-2021 – status, trusler og anbefalte tiltak. LFI rapport 422.
- Brandrud, T.E. (1995). Virkning av kalking på krypsiv og annen begroing i Otravassdraget. En konsekvensutredning. NIVA-rapport 3266.
- Brandrud, T.E. (2002). Effects of liming on aquatic macrophytes, with emphasis on Scandinavia. *Aquatic Botany* 73, 395-404.
- Fyson, A. (2000). Angiosperms in acidic waters at pH 3 and below. *Hydrobiologia* 433, 129-135.
- Hindar, A., Grande, M. (1987). Otra 1980-1986 – tiltaksorientert overvåking. NIVA-rapport 2056.
- Johansen, S. W. (1997). Krypsiv i Suldalslågen 1997 – status for utbredelse og omfang før kalking. NIVA-rapport 3757.
- Johansen, S. W. (2002). Tiltaksplan for fjerning av krypsiv i Otra gjennom Valle kommune. NIVA rapport 4579.
- Johansen, S. W. (2006). Vekst av krypsiv i elver. Betydningen av redusert vannføring i forhold til andre miljøendringer. NVE-rapport. Miljøbasert vannføring 8-2006.
- Johansen, S. W., Lindstrøm, E.-A. (2006). Vannvegetasjon. Bidrag til kapitlene om Mandalsvassdraget og Tovdalsvassdraget. I: Direktoratet for naturforvaltning 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. Notat 2006-1.
- Kaste, Ø., Hindar, A. (1994). tiltak mot forsuring av Otra – kalkingsplan. NIVA-rapport 3052.
- Kujawa, E.R., m.fl. (2017). Lessons from a decade of lake management: effects of herbicides on Eurasian watermilfoil and native plant communities. *Ecosphere* 8, e01718.
- Kviljo, T. (2021). Mandalselva ved Sveindal – gjenvekst av vannvegetasjon etter opprensningstiltak. Vurdering av elvebunn og vannvegetasjon tre år etter gjennomføring av opprensningstiltak. Terrateknikk undersøkelse 24 –2021.
- Lindstrøm, E-A., Brettum, P., Johansen, S.W., Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forsuring. Effekter av kalking. NIVA-rapport 4821-2004.
- Lucassen, E.C.H.E.T., Roelofs, J.G.M., Schneider, S.C., Smolders, A.J.P. (2016). Long-term effects of liming in Norwegian softwater lakes: the rise and fall of bulbous rush (*Juncus bulbosus*) and decline of isoetid vegetation. *Freshwater Biology* 61, 769-82.

- Moe T.M., Demars B.O.L. (2017) Årsrapport krypsivovervåking 2017. NIVA rapport 7202.
- Roelofs, J.G.M., Brandrud, T.E., Smolders, A.J.P. (1994). Massive expansion of *Juncus bulbosus* L. after liming of acidified SW Norwegian lakes. *Aquatic Botany* 48, 187–202.
- Rørslett, B (1987). Tilgroing i Otra nedstrøms Brokke. Problemanalyse og forslag om tiltak. NIVA-rapport 1997.
- Rørslett, B. (1991). Krypsiv i Otra nedstrøms Brokke: storskala innfrysningsforsøk 1991. NIVA-rapport 2660.
- Schneider, S.C., Andersen, E.E., Mutinova, P. (2022). Gjenvekst av krypsiv etter tiltak, og effekter av kalking på krypsiv i Otra ved Rysstad. NIVA rapport 7733-2022.
- Schneider, S.C., Andersen, E.E., Mutinova, P., Thiemer, K. (2023). Gjenvekst av krypsiv etter tiltak, og effekter av kalking på krypsiv i Otra ved Rysstad – oppdatert status 2022. NIVA rapport 7849-2023.
- Schneider, S.C., Demars, B.O.D. (2020). Vannplanter i Otra oppstrøms Brokke før og nå, og hva det betyr for problemvekst av krypsiv. NIVA rapport 7484-2020.
- Schneider, S.C., Demars, B.O.L. (2023). Overvåking av krypsiv – resultater 2014-2023. NIVA rapport 7902-2023.



Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.