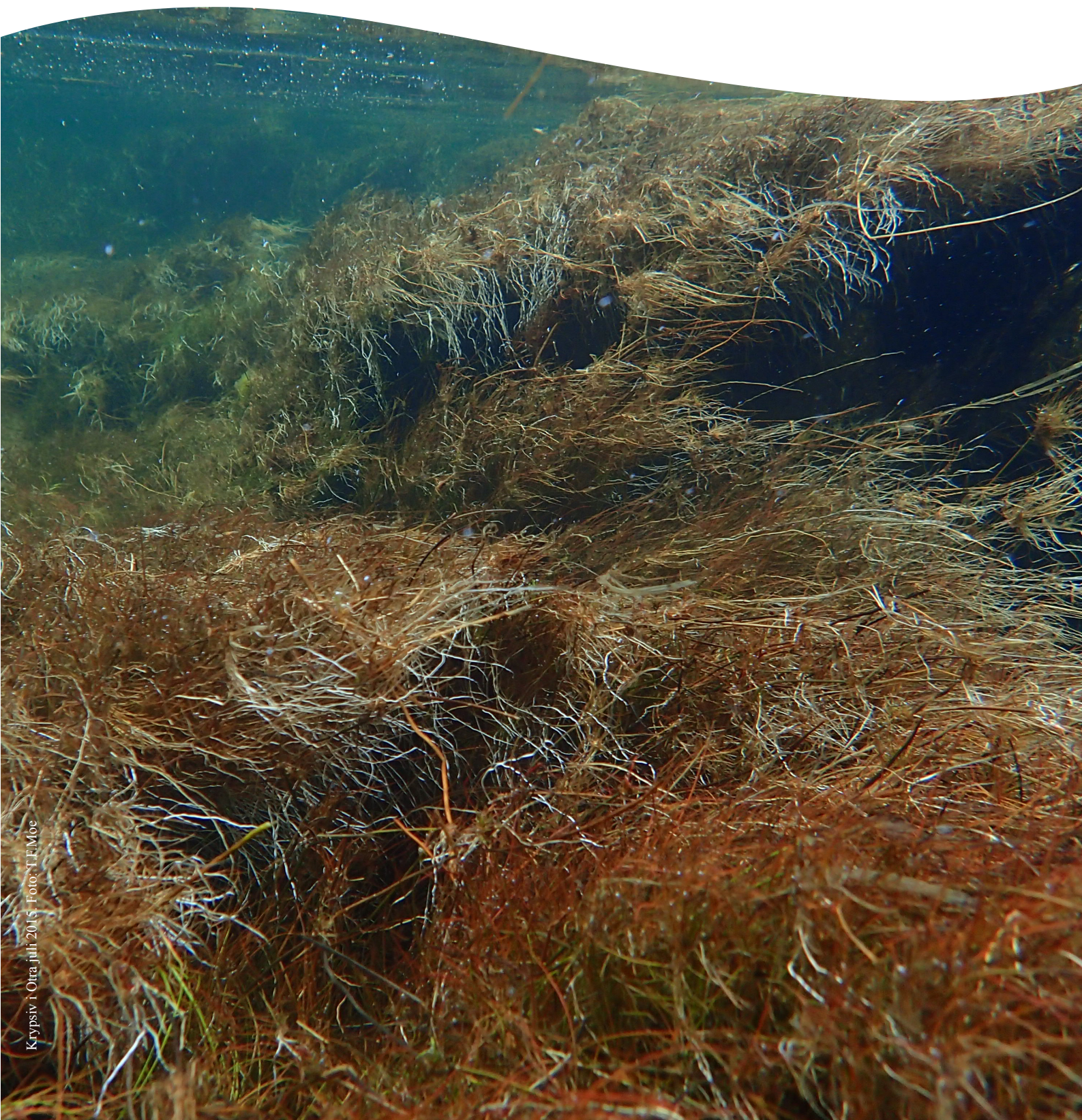


Årsrapport krypsivovervåking 2015



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Årsrapport krypsivovervåking 2015	Løpenr. (for bestilling) 6951-2016	Dato 31.01.2016
	Prosjektnr. Udemnr. 15220	Sider 35
Forfatter(e) Therese Fosholt Moe Kate Hawley	Fagområde Ferskvannøkologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Krypsivprosjektet på Sørlandet. Sekretariat: Fylkesmannen i Vest-Agder, miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse Atle Torvik Kristiansen
---	---

<p>Sammendrag</p> <p>Overvåkingsprogrammet for krypsiv i Agder ble startet i 2014, og en videreutvikling og videreføring av programmet ble utført i 2015. Nytt av året er utlegging av trykkloggere samt innhenting av data fra andre kilder som kan knyttes til overvåkingsprogrammet. Resultatene fra selve overvåkingen viser ingen statistisk signifikante endringer i krypsivveksten fra 2014 til 2015, og det var heller ingen signifikant forskjell i vann- eller porevannskjemi mellom problemvekst- og referansestasjonene i 2015. Det anbefales at dagens overvåkingsprogram fortsetter med undersøkelsene og analysene som ble utført i 2015, men med noen nye undersøkelser i tillegg.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Krypsiv 2. Problemvekst 3. Overvåking 4. Elver 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bulbous rush 2. Nuisance growth 3. Monitoring 4. Rivers
---	--



Therese Fosholt Moe
Prosjektleder



Nikolai Friberg
Forskningsleder

Årsrapport krypsivovervåking 2015

Forord

Denne rapporten beskriver arbeidet utført i forbindelse med videreutvikling av krypsivovervåkingen i Agder 2015, samt gir en oversikt over årets resultater.

Oppdragsgiver er Krypsivprosjektet på Sørlandet (KPS). Deres representant har vært Atle Torvik Kristiansen, som takkes for godt samarbeid.

Feltarbeid er utført av Therese Fosholt Moe (NIVA) og Tor Kviljo (Terrateknikk) i 2015. Vannprøvetaking er utført av Tor Kviljo og prøvene er analysert ved NIVA-lab. Bearbeidelse av data er utført av Therese Fosholt Moe og Kate Hawley. Kvalitetssikring av rapport er utført av Susanne C. Schneider og Nikolai Friberg. Rapportering til Vannmiljø er utført av Jens Vedal.

Oslo, 31. januar 2016



Therese Fosholt Moe

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Formål	9
2. Materiale og metoder	10
2.1 Lokalitetsbeskrivelse	10
2.2 Undersøkelser ved hver lokalitet	12
2.2.1 Krypsiv	12
2.2.2 Andre vannplanter og påvekstalger	13
2.2.3 Vannkjemi og -temperatur	13
2.2.4 Porevannskjemi og -temperatur	13
2.2.5 Vannføring og vanntemperatur	13
2.2.6 Bunnssubstrat	15
2.2.7 Andre data	16
2.3 Statistikk	18
3. Resultater	19
3.1 Krypsiv	19
3.2 Andre vannplanter og påvekstalger	21
3.3 Vann og porevann	23
3.4 Vannføring	26
3.5 Bunnssubstrat	27
3.6 Andre undersøkelser	27
4. Diskusjon og konklusjoner	28
4.1 Krypsiv 2014 og 2015	28
4.2 Problemvekst versus referanselokaliteter	29
4.3 Konklusjoner og forslag videre	29
5. Litteratur	31
Vedlegg A.	32

Sammendrag

I 2015 har fokus for prosjektet vært å videreutvikle programmet som ble utviklet i 2014, det vil si ferdigstillelse av lokalitetsutvelgelsen, utlegging av temperatur- og trykklogger samt innhenting av data fra diverse andre kilder som kan knyttes til overvåkingsprogrammet. Selve overvåkingsprogrammet er også fulgt for alle stasjoner, med kvantifisering av krypsiv, analyser av vann og porevann samt kvantifisering av annen vannvegetasjon, påvekstalger og substrat.

Resultatene fra 2015 viser ingen statistisk signifikante endringer i krypsivveksten fra 2014 til 2015 verken på problemvekst- eller referanselokalitetene, noe som også var hovedinntrykket fra feltarbeidet. Det var heller ingen signifikant forskjell i vann- eller porevannskjemi mellom problemvekst- og referansestasjonene.

Det anbefales at dagens overvåkingsprogram fortsetter med undersøkelsene og analysene som er utført i 2015. For 2016 anbefales det at trykkloggerne kalibreres slik at man kan beregne vannføring.

Summary

Title: Monitoring bulbous rush, yearly report 2015

Year: 2016

Author: Therese Fosholt Moe, Kate Hawley

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6686-3

The focus of the project in 2015 was two-fold: Firstly, to further develop the program that was initiated in 2014, meaning completion of site selection, placement of temperature and pressure loggers, and data retrieval from various other sources that can be linked to the monitoring program. Secondly, the monitoring program was executed for all stations, with quantification of common bulbous rush, analyzes of water and pore water and quantification of other aquatic vegetation and substrate grain size.

The results from 2015 show no statistically significant changes in the amount of bulbous rush from 2014 to 2015, neither at nuisance or reference sites. There was also no significant difference in river water or pore water chemistry between nuisance and reference sites.

It is recommended that the current monitoring program will continue with the sampling and analyzes carried out in 2015. For 2016 it is recommended that pressure loggers are calibrated so it is possible to calculate water flow.

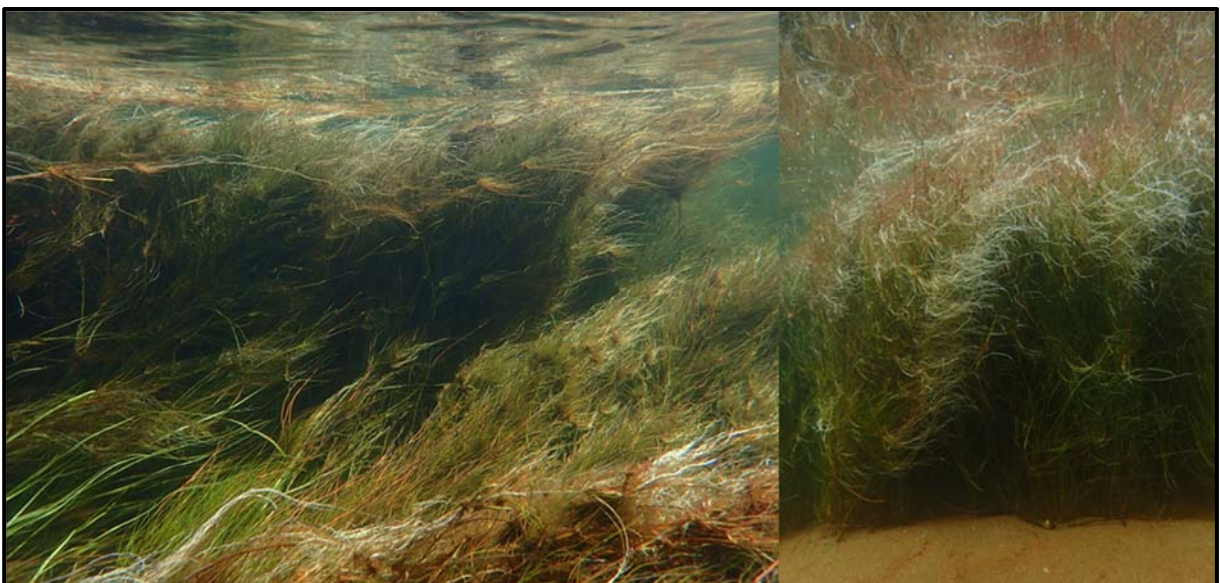
1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Krypsiv (*Juncus bulbosus*) er en flerårig karplante som er vanlig i næringsfattige innsjøer og elver i Norge. Den starter som en liten rosett på 10-20 cm lengde, men kan utvikle årsskudd med nye rosetter (Fig. 1). Etter flere år med utvikling av årsskudd kan resultatet bli tette bestander av krypsiv (Fig. 2), med enkeltplanter på opp til 2-3 m lengde.

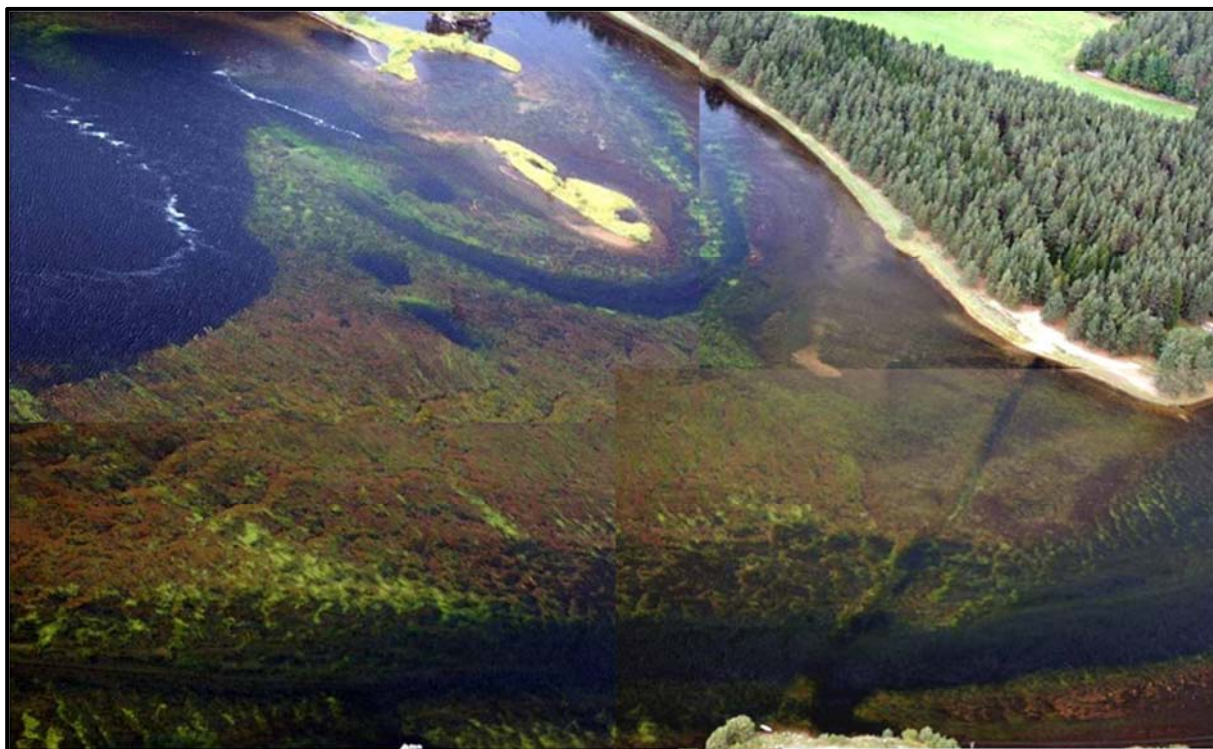


Figur 1. Ulike vekstformer av krypsiv (*Juncus bulbosus*), fra små rosettplanter til store såter. Røde ringe viser eksempel på årsskudd med nye rosetter. Foto: T. F. Moe.



Figur 2. Massebestander av krypsiv (*Juncus bulbosus*) i Otra 2014. Foto: T. F. Moe.

Siden midten av 1980-tallet har det skjedd en massiv ekspansjon av krypsivets utbredelse og bestandstetthet, særlig på Sørlandet, hvor arten har blitt dominerende i flere elver og innsjøer. Som med alle langskuddsplanter må man forvente stedvis relativt store bestander også av krypsiv, men i de mest utsatte områdene dekker krypsivet hele elvebunnen og har en vekstform som gjør at den fyller hele vannsøylen. Dette ser vi for eksempel i deler av Mandalselva og Otra (Fig. 3), hvor det flere steder ikke er mulig å fiske, bade eller komme fram med båt (Fig. 4). Krypsivet kan videre ødelegge gyteplasser for fisk, løsnede krypsivmatter tetter igjen inntaksristene i vannkraftverk og krypsivet kan oppfattes estetisk sjenereende (Fig. 4). I disse tilfellene er krypsivet til hinder eller sjenanse for menneskelig bruk av vannforekomstene, og vi kaller det «problemvekst».



Figur 3. Krypsiv problemvekst i Otra - kun et smalt parti midt i elva er fritt for krypsiv (*Juncus bulbosus*). Foto: Tor Kviljo.



Figur 4. Det er ikke mulig å fiske, bade eller kjøre båt ved Sveindal i Mandalselva juli 2015 på grunn av krypsiv (venstre). Løsnede krypsivmatter i Otra juli 2015 (høyre). Foto: T. F. Moe.

1.2 Formål

Hva som gjør at krypsivet går fra små bestander av rosettplanter og enkelte såter til så total dominans i noen innsjøer og elvestrekninger er fortsatt usikkert, og det er gjennomført en rekke større og mindre prosjekter for å finne årsakene til problemveksten. Basert på de gjennomførte studiene foreligger det mye, men dessverre spredte, data for krypsiv fra innsjøer og elver. Det er få datasett med tidsutvikling fra samme sted, og det er også stort sprik i undersøkelsesmetodikk, analysevariable og tilgjengeligheten av primærdata og annen relevant lokalitetsinformasjon.

Våren 2014 utarbeidet NIVA derfor, på oppdrag fra Krypsivprosjektet på Sørlandet (KPS), et utkast til overvåkingsprogram for krypsiv (Moe m.fl. 2014). Programmet skal ha et langsiktig perspektiv ved at faste stasjoner overvåkes med samme basismetodikk hvert år. Formålet er at man på denne måten kan oppdage trender og samtidig ha mulighet til å oppdage om trendene er et resultat av klimavariasjon/-endring eller om de kan skyldes andre menneskeskapt påvirkninger som f.eks. regulering eller eutrofiering. Det er et mål at programmet skal være såpass fleksibelt at det kan tilpasses etter hvert som ny kunnskap dukker opp, samtidig som det må ha en fast struktur slik at data blir sammenliknbare over tid.

Det er viktig å være klar over at slike overvåkingsprogram ikke kan avdekke årsak-virkningsforhold, men de kan peke på faktorer som kan være sannsynlige årsaker til utvikling av krypsiv problemvekst. Disse faktorene kan så videre undersøkes for årsakssammenhenger gjennom FoU-prosjekter, uavhengig av overvåkingsprogrammet. I praksis skal overvåkingen dokumentere hvordan krypsivbestandene utvikler seg over tid på elvestrekninger med og uten problemvekst. På de samme lokalitetene skal man samtidig måle faktorer som er viktige for vekst og overlevelse av vannvegetasjon, for slik å kunne finne sammenhenger mellom disse og krypsivveksten.

2014 var et pilotår, det vil si at man dette året valgte ut overvåkingsstasjoner og testet ut ulike metoder for måling/estimering av krypsivbiomasse og en ny metode for prøvetaking av porevann (Moe, Kaste og Schneider 2015). Formålet med krypsivovervåkingen i 2015 var todelt:

1. Å videreutvikle overvåkingsprogrammet ved å teste metodikken fra 2014 på de stasjonene som ikke ble undersøkt den gang (Logna, Strauman og Kilefjorden), å montere, legge ut og måle inn loggere for kontinuerlig måling av temperatur og vanntrykk ved alle prøvepunkter, samt å undersøke og samle inn potensielle andre kilder til data som kunne knyttes til krypsivovervåkingen (f.eks. NVE's vannføringsdata).
2. Å videreføre overvåkingen fra 2014 ved å gjøre tilsvarende undersøkelser ved alle stasjoner i 2015.

Denne rapporten beskriver årets undersøkelser og resultater.

2. Materiale og metoder

2.1 Lokalitetsbeskrivelse

I løpet av 20-24. juli 2015 ble seks stasjoner i hver av elvene Otra, Mandalselva og Tovdalselva undersøkt, totalt 18 stasjoner (Tabell 1). I hver elv er det valgt ut tre problemvekst- og tre referanselokaliteter (Fig. 5). Alle stasjoner er undersøkt med lik metodikk. I 2014 ble Logna og Strauman foreslått som lokaliteter, men det var den gang ikke ressurser til å prøveta lokalitetene. Disse er prøvetatt med standard metodikk i 2015.

Tabell 1. Oversikt over lokaliteter undersøkt 20-24. juli 2015 i Mandalselva, Otra og Tovdalselva. Koordinatene er rapportert i desimalgrader med projeksjon WGS84.

Stasjonsnavn	Kortnavn	Koordinat N	Koordinat Ø	Krypsivstatus
Mandalselva				
Åsral	ÅSE	58.61225	7.41769	Problemvekst
Logna	LOG	58.62424	7.43353	Referanse
Sveindal	SVE	58.48779	7.45585	Problemvekst
Smedsland*	SME	58.46771	7.45873	Referanse
Fyglestveit	FYG	58.22007	7.51627	Problemvekst
Midtre Møll	MID	58.08604	7.51474	Referanse
Otra				
Brokke (Mo)	BRO	59.07342	7.57149	Problemvekst
Valle	VAL	59.23318	7.50722	Referanse
Kilefjorden	KIL	58.45313	7.81354	Problemvekst
Strauman	STR	58.51991	7.78757	Referanse
Vennesla	VEN	58.29179	7.97566	Problemvekst
Ose*	OSE	58.96748	7.67510	Referanse
Tovdalselva				
Åpål	ÅPÅ	58.73415	8.27949	Problemvekst
Hillestad	HIL	58.80423	8.17478	Referanse
Herefoss	HER	58.53612	8.34880	Problemvekst
Søre Herefoss	SØR	58.45375	8.32574	Referanse
Drangsholt	DRA	58.25147	8.15677	Problemvekst
Bjorhus	BJO	58.30759	8.18063	Referanse

* Disse stasjonene er flyttet noen meter i forhold til 2014 av hensyn til grunneierbehov.



Figur 5. Oversikt over lokalitetene som ble undersøkt 20-24. juli 2015 i Mandalselva, Otra og Tovdalselva. Lysegrå sirkler viser problemvekstlokaliteter, mørkegrå trekkanter viser referanselokaliteter. (Kilde: Norgeskart)

2.2 Undersøkelser ved hver lokalitet

På hver stasjon ble det undersøkt en elvestrekning på ca 50 m, fra land og så dypt det var mulig å komme med vadebukse (ca 1,1 m). Alle registreringer og prøvetakinger ble utført innenfor dette området, men det ble også registrert eventuelle interessante funn i dypere områder (kun observert gjennom vannkikkert). Alle rådata er samlet i en egen Excel-fil som følger denne rapporten, samt i tabeller i Vedlegg A. Det er også tatt over- og undervannsfoto ved hver lokalitet.

2.2.1 Krypsiv

Krypsiv kan ha mange ulike vekstformer (Fig. 1), og opplevelsen av hvorvidt krypsiv er problematisk eller ikke avhenger gjerne av vekstform. I kvantifiseringen av krypsivbiomassen har vi derfor delt krypsivet inn etter vekstform: 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. Overflatematter er ikke inkludert da dette i elver er helt avhengig av de høyst variable parameterne strømshastighet og vanddybde. For hver vekstform er det så estimert dekningsgrad (Fig. 6), og det er tatt 6 målinger av hver av parameterne vanddybde, plantelengde og hvor høyt i vannet hver vekstform står («Patch height» i Fig. 6).

Det finnes mange ulike måter å kvantifisere krypsivmengden på, og det er fordeler og ulemper ved hver enkelt metode. I innsjøer og på elvestrekninger der vannet er tilnærmet stillestående gir kombinasjonen dekningsgrad, vanddybde og plantelengde mulighet for å beregne PVI («Plant Volume Inhabited»), et mål på hvor stor del av vannsøylen som er fylt av krypsivplanter. I strømmende vann bøyes plantene ned mot bunnen og plantene blir «liggende» i vannsøylen, så vi har brukt målinger av hvor høyt i vannet hver vekstform står («patch height») istedenfor plantelengde for å få et mer hensiktsmessig mål for PVI i rennende vann. Da denne metodikken kan være sensitiv for vannstandsendringer har vi i rapporten valgt å illustrere krypsivveksten ved å beregne krypsivvolum, det vil si gjennomsnittlig «patch height» multiplisert med dekningsgrad for hver vekstform og til slutt summert for alle vekstformer. Dette gir et relativt mål på volumet av krypsivplanter på stasjonen. For hver stasjon er det også regnet ut dekningsgrad av enkeltsåter og såtevekst, for å få et mål på utbredelsen av de problematiske vekstformene av krypsiv på hver stasjon.

Krypsiv dekningsgrad % (hele stasjonen)	Dekning %	Patch height (6 replicates)	Vanddybde (6 replicates)	Gj.sn. plantelengde (6 replicates)
Rosettplanter (uten tydelige årsskudd)				
Enkeltsåter (blanding rosett/årsskudd)				
Såtevekst (årsskudd dominerer)				

Figur 6. Feltskjema for registrering av krypsiv (*Juncus bulbosus*) på hver lokalitet i 2015.

Påvekstalger er den delen av begroingsalgene (fastsittende alger og cyanobakterier) som vokser på krypsivplantene, og disse er her definert til fire kategorier som på ulike måter kan påvirke krypsivplantene. For hver lokalitet er det beskrevet andelen av krypsivplanter som havner i hver av disse fire kategoriene:

- Plantene er innhyllet i «løse skyer» med grønnalger.
- Plantene har tydelig påvekst av alger (og eventuelt detritus) som fastsittende belegg.
- Deler av hver plante er dekket av «løse skyer»/kiselalger/detritus.
- Plantene er nesten fri for begroingsalger.

2.2.2 Andre vannplanter og påvekstsalger

Krypsiv konkurrerer med annen vegetasjon om ressurser som lys, næringssalter og plass. Dette gjelder annen akvatisk makrovegetasjon, vannmoser, kransalger og begroingsalger (inkludert påvekstsalger). Alle disse gruppene er kvantifisert i årets undersøkelser.

Akvatisk makrovegetasjon er høyere planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter («sivvegetasjon» eller «sumpplanter») og «ekte» vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tiden og et velutviklet rotsystem. Disse er ikke inkludert i overvåkingsprogrammet. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket i vannet eller har blader flytende på vannoverflaten. Alle arter innenfor denne gruppen er identifisert og kvantifisert. Vannplantene deles gjerne i fire livsformgrupper: *isoetider* (kortsukksplanter, for eksempel brasmegras), *elodeider* (langskuddsplanter, for eksempel krypsiv), *nymphaeider* (flytebladsplanter, for eksempel flotgras) og *lemnider* (frittflytende planter, for eksempel andemat). I tillegg inkluderes de største algene, *kransalgene*.

I dette overvåkingsprogrammet har vi fokusert på de ekte vannplantene (altså ikke helofyttene), samt at vi kvantifiserer den totale mengden av hver av gruppene kransalger, begroingsalger og vannmoser der disse finnes. Kvantifiseringen er gjort etter en semi-kvantitativ 5-punkt-skala, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. Dette er vanlig prosedyre for registrering av vannplanter i ferskvann i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa 2013). Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (2005).

2.2.3 Vannkjemi og -temperatur

I felt ble det målt pH og redox-potensiale direkte i vannet med et håndholdt WTW 330 (med SensoLyt Pt redox-elektrode), samt konduktivitet og temperatur med WTW 340i. Det ble også tatt vannprøver på hver lokalitet, like oppstrøms en vekstform av krypsiv som var representativ for lokaliteten. Vannprøven ble i hovedsak tatt ca 10 cm over bunnsstratet for å måle det vannet som plantene faktisk mottar, men ved meget løst substrat ble prøven tatt litt høyere i vannsøylen for å unngå partikler i vannprøven. Vannprøver for analyser på CO₂ (karbondioksid) ble konserverert med HgCl₂ (kvikksølvklorid) mens prøver for analyser på TotP (total fosfor), PO₄³⁻ (fosfat), NH₄⁺ (ammonium), NO₃⁻ (nitrat) og TOC (total organisk karbon) ble konserverert med H₂SO₄ (svovelsyre). Vannprøven for analyse av SO₄²⁻ (sulfat) var ukonserverert. Alle vannanalyser er foretatt av NIVA-lab. Vannkjemi er prøvetatt tre ganger, i juni, juli og september.

2.2.4 Porevannskjemi og -temperatur

Porevann ble prøvetatt én gang, i juli 2015. Dette ble gjort ved bruk av RhizonMOMs (fra firmaet Rhizosphere Research Product) koblet til en 60 mL sprøyte. Det keramiske endestykket stikkes helt ned i sedimentet i oppstrøms del av den krypsivvekstformen som er representativ for stasjonen. Porevannet ble samlet inn i tre sprøyter fra hver stasjon og med bærbare analyseapparater (WTW 330 og 340i) ble det på stedet målt vanntemperatur, pH, redoxpotensial og konduktivitet i hver av de tre sprøytene. Porevannet fra de tre sprøytene ble så blandet og delt i tre: Første del ble konserverert med HgCl₂ og analysert for CO₂. Andre del ble konserverert med H₂SO₄ og analysert for TotP, NH₄⁺ og NO₃⁻. Siste del ble konserverert med HNO₃ (salpetersyre) og analysert for TotFe (total jern). De konserverte prøvene er analysert av NIVA-lab.

2.2.5 Vannføring og vanntemperatur

Data for vannføring/hydrologisk regime måles på flere ulike måter:

HydraII

NVE lagrer vannføringsdata for flere punkter i Otra, Mandalselva og Tovdalselva i databasen HydraII. Disse oppdateres årlig og data for 2015 vil legges inn tidlig i 2016. Døgnmiddelverdier for vannføring og vanndybde er hentet inn for tidligere år for stasjonene vist i figur 7. Videre data fra denne databasen vil være enkelt å samle inn også i årene som kommer. Fordelen med disse dataene er at de er gratis og enkle å hente ut. Ulempen med NVEs data er at de ikke kan knyttes direkte til noen av krypsivstasjonene.



Figur 7. Oversikt over relevante stasjoner med registrert vannføring og/eller vanndybde i NVE's HydraII-database (sorte kryss) for Mandalselva, Otra og Tovdalselva. Lysegrå sirkler viser problemvekstlokaliteter, mørkegrønne trekkanter viser referanselokaliteter. (Kilde: Norgeskart)

Agder Energi

Agder Energi har flere kraftverk i Mandalselva og Otra og det har vært vurdert i hvilken grad informasjon herfra kan være relevant for krypsivovervåkingen. Dette er snakk om meget store mengder data, og for noen av stasjonene (f.eks. de som ligger ved utløpet av kraftverk) foreligger det også noen restriksjoner i forhold til hvordan de kan brukes og eventuelt vises i offentlig tilgjengelige rapporter. Og som for HydraII-dataene så er det stor variasjon knyttet til plasseringen av kraftverkernes måleinstrumenter i forhold til krypsivovervåkingens stasjonsplassering.

NIVA har fått tilgang til døgnmiddelvanntilføring fra 1990-2014 for Syrtveit og Hovet i Otra gjennom forskningsprosjektet MARS (samme stasjoner som i HydraII; Fig. 7), og det er forventet å få snarlig tilgang til informasjon om vannføring også for Brokke. Ettersom det krever mye ressurser å analysere slike store datasett anbefaler vi å fokusere på disse tre i første omgang, for å se hva de kan bringe frem av informasjon, før vi eventuelt forsøker å fremskaffe informasjon også om andre deler av Otra og Mandalselva. Dette er data som uansett samles inn og lagres slik at de enkelt kan hentes opp på et senere tidspunkt.

Vannføringsloggere og vanntemperatur

Det er mye usikkerhet knyttet til mulighetene for å relatere vannføringsdata samlet inn til andre formål (for eksempel HydraII og kraftverksdata) til veksten av krypsiv på lokalitetene i krypsivovervåkingen. Nytt av 2015 er derfor at det på hver stasjon i juli ble lagt ut loggere som måler vanntrykk (HOBO Water Level Logger U20L). Disse loggerne viser vannstand nøyaktig på krypsivlokalitetene og kan slik direkte knyttes til krypsivveksten på disse stasjonene. Det er viktig å være klar over at loggerne kun måler trykk, så det må lages en kalibreringskurve for hver stasjon for å kunne regne om disse dataene til vannføring. Dette arbeidet er planlagt utført i 2016. Når man måler vanntrykk er det også nødvendig å korrigere for lufttrykket på måletidspunktet, og det ble derfor lagt ut totalt 7 loggere for kontinuerlig måling av lufttrykk i de aktuelle områdene (hver logger dekker en radius på 15 km).

Mye av årets ressurser har gått med til loggerne og arbeidet med montering, utplassering og innmåling av totalt 25 loggere (18 i vann og 7 i luft). For at loggerne ikke skal forsvinne ved høy vannføring, isskuring eller liknende kreves solid montering og forankring på hver stasjon. Videre må alle loggere innmåles nøyaktig for å sikre at man har kontroll på eventuell forflytning av loggerne som kan påvirke resultatene. For å unngå at nysgjerrige gjester skal forstyrre loggerne er de også dekket til/gjemt. Nøyaktig beskrivelse av loggerne og deres plassering kan fås på forespørsel.

Alle loggere registrerer data hver hele time, og data fra loggerne er planlagt hentet ut to ganger i året, samtidig med vannprøvetaking vår og høst. De første dataene vil samles inn våren 2016.

Loggerne måler også kontinuerlig temperatur.

2.2.6 Bunnsubstrat

I områder med meget grovt substrat og høy vannhastighet kan det være vanskelig for langskuddsvegetasjon å utvikle massebestander, ettersom det i disse områdene kan være vanskelig å få rotfeste og det vil være kontinuerlig hydrologisk stress på plantene. Lavere planter med stort rotsystem vil ha en fordel i slike områder. Krypsiv og annen (langskudds-) vegetasjon kan fungere som substratfeller ved at vannhastigheten blir lavere og finpartikulært materiale synker ned og sedimenteres på bunnen. Dersom krypsivet først får feste kan det på denne måten skape bedre forhold for seg selv både gjennom mer egnede substratforhold, og ved å skape roligere strømningsforhold for plantene som havner i le. På denne måten kan krypsiv og annen vegetasjon endre bunnforholdene over tid, noe som igjen kan påvirke hvilke planter som vil klare å få rotfeste i området.

Videre kan de ulike vannplantene påvirke de kjemiske forholdene i sedimentet ved at noen arter for eksempel pumper oksygen ned i sedimentet (særlig kortskuddsplanter), mens andre arter ikke gjør dette. Særlig i innsjøer, men også til en viss grad i elver, kan dette påvirke nedbrytningshastigheten av dødt

organisk materiale, samt at det kan endre på hvilken form de ulike stoffene finnes i sedimentet (for eksempel om nitrogen finnes som ammonium eller nitrat). Ved en overgang fra generelt kortskuddsplanter til dominans av langskuddsplanter vil dette dermed kunne endre bunnforholdene både fysisk og kjemisk, noe som kan gjøre det vanskelig å komme tilbake til opprinnelige forhold.

Bunnsubstrat er i denne undersøkelsen beskrevet som prosentvis dekning av ulike størrelsesfraksjoner i henhold til tabell 2. Inndelingen tar utgangspunkt i Wentworth scale, men er modifisert for å gjøre den brukervennlig i felt og samtidig relevant for krypsivveksten. På stasjoner der det lå et løst lag organisk materiale på toppen av substratet har vi beskrevet dekningsgraden av de ulike substrattypene under det organiske materialet (totalt 100 %) samt dekningsgraden av det organiske materialet på toppen. Total dekningsgrad kan derfor overstige 100 % på en gitt stasjon.

Tabell 2. Oversikt over inndeling i kornstørrelser.

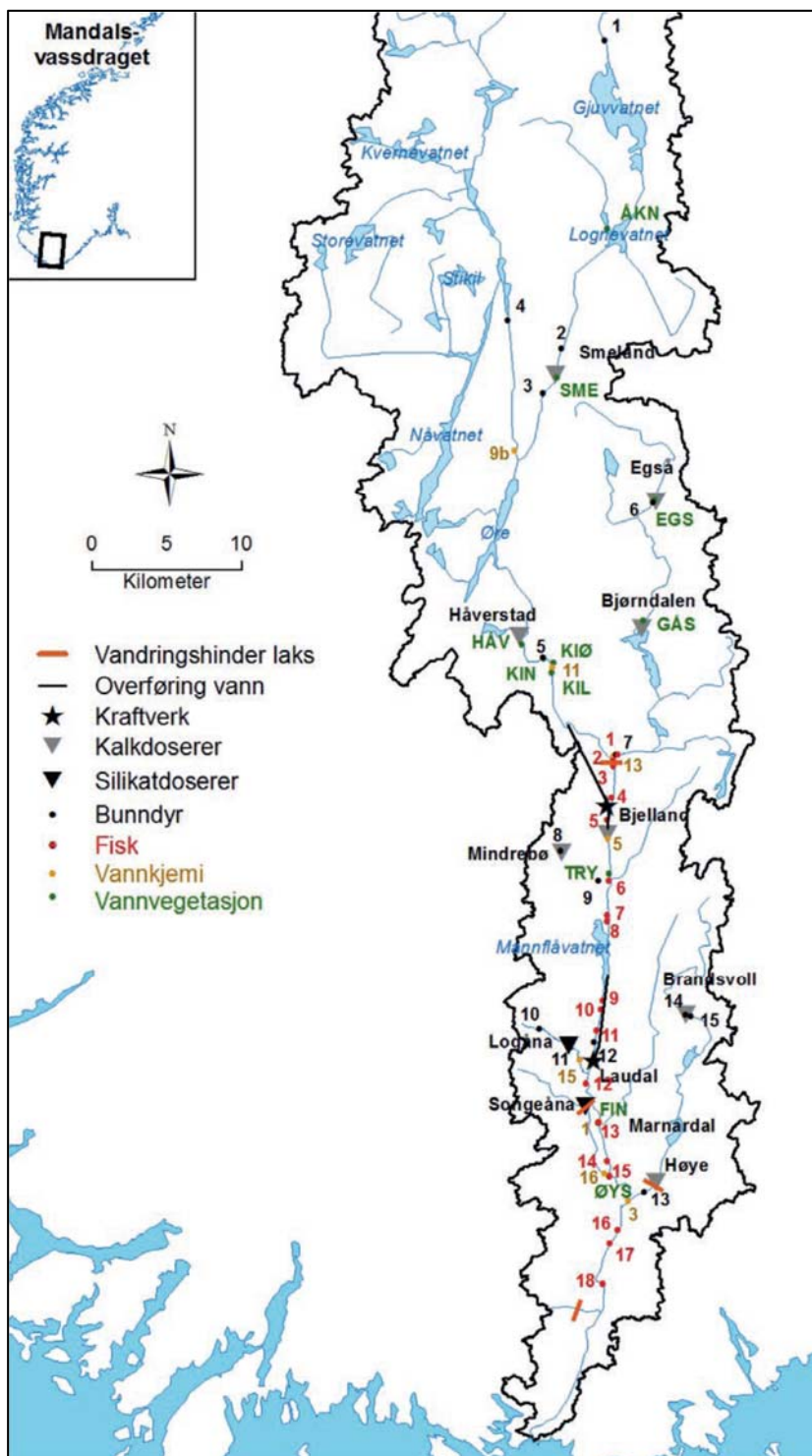
Substrattype	Kornstørrelse
Blokker	> 25 cm
Stein	6 - 25 cm
Grus	2 - 6 cm
Fin grus	2 mm - 2 cm
Sand	0,1 - 2 mm
Silt/leire	< 0,1 mm
Organisk	

2.2.7 Andre data

I utkastet til overvåkingsprogram som ble sendt KPS våren 2014 (Moe m.fl. 2014) ble det foreslått å teste modellering av næringssalttilførsler til hver stasjon ved bruk av TEOTIL (Selvik, Tjomsland og Høgåsen 2012). Dette ble i første omgang vurdert til ikke å være finmasket nok til å vise tydelige forskjeller mellom krypsivstasjonene, da disse ligger relativt nær hverandre sammenliknet med det formålet TEOTIL ble utviklet for. Det ble derfor valgt ikke å bruke mer ressurser på TEOTIL på daværende tidspunkt, men senere erfaringer har vist at dette sannsynligvis allikevel kan fungere og det anbefales at dette tas inn i neste års undersøkelser.

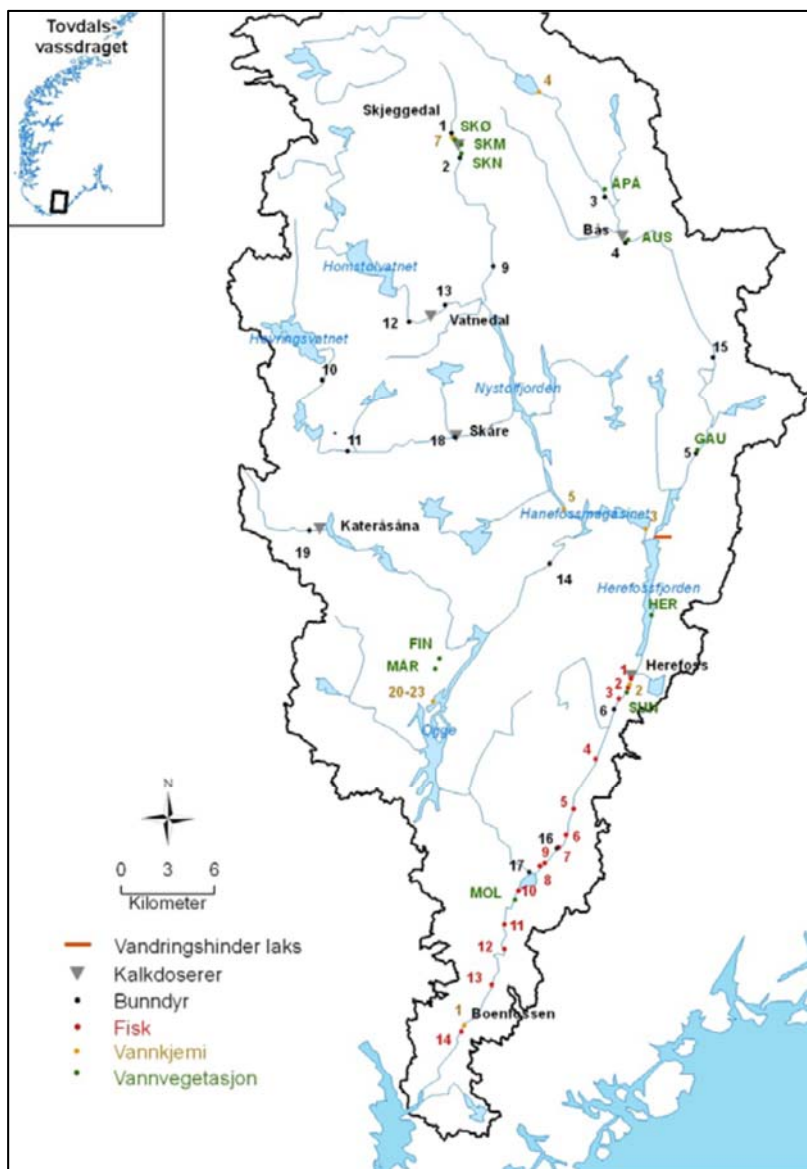
Også kalkingsovervåkingen har dataserier som har vært vurdert knyttet til krypsivovervåkingen. Dette gjelder Mandalselva og Tovdalselva, men som for vannføringsdataene er det relativt lite overlapp i plassering av stasjoner i kalkingsovervåkingen sammenliknet med krypsivstasjonene, og mange av dosererne vil påvirke både problemvekst- og referanselokaliteter. Det vil derfor være vanskelig å benytte kalkingsdataene for å skille mellom problemvekst- og referanselokaliteter.

I Mandalselva (Fig. 8) ligger stasjonene LOG og ÅSE nedstrøms kalkdoserer Smeland. Stasjonene SVE og SME ligger nedstrøms kalkdoserer Håverstad. Stasjonen FYG ligger nedstrøms utløpet av sideelva Logåna, som kalkes. Stasjonen MID ligger noen kilometer sør for utløpet av sideelva Songeåna (silikatdoserer) og sideelva Høyeåna (kalkdoserer).



Figur 8. Oversikt over kalk- og silikatdoserere i Mandalselva 2014 (henholdsvis grå og sorte trekant). Figur hentet fra (Schartau, Hindar og Hellen 2014).

I Tovdalselva (Fig. 9) blir ingen av stasjonene HIL og ÅPÅ påvirket av kalking. Stasjonen HER ligger noen mil sør for kalkingsanlegget ved Bås. Stasjonen SØR ligger like oppstrøms kalkingsanlegget ved Søre Herefoss, men nedstrøms for Herefossfjorden som påvirkes av kalking i sidevassdragene Skjeggedal, Vatnedal, Skåre og Kateråsåna. Stasjonene BJO og DRA ligger noen mil nedstrøms kalkingsanlegget ved Søre Herefoss.



Figur 9. Oversikt over kalkdoserere i Tovdalselva 2014 (grå trekanter). Figur hentet fra (Schartau, Hindar og Hellen 2014).

For Otra finnes det også noe pH-data gjennom MARS-prosjektet, et EU-finansiert prosjekt under FP7 om effekter av flere samtidige stressfaktorer på ferskvannskosystemer. Foreløpig er dette begrenset til 2012-2014 og gjelder Syrtveit og Ose/Brokke (plassert ved Brokke 2012-2014, men flyttet til Ose fra og med våren 2015). Koordinater i desimalgrader WGS84 for Syrtveit: 58.639547, 7.807737, Brokke: 59.111583, 7.509555 og Ose 58.949517, 7.686859. Disse dataene er foreløpig ikke knyttet til krysivovervåkingen.

2.3 Statistikk

Formålet med overvåkingsprogrammet er å avdekke langtidstrener som tidligere undersøkelser ikke har klart å påvise. Det er derfor ikke forventet å finne tydelige forskjeller mellom problemvekst- og referanselokaliteter på et såpass tidlig tidspunkt (dette er andre år av overvåkingen). Det er allikevel gjort grunnleggende statistiske undersøkelser av de ulike parameterne som kan påvirke krysivveksten. Alle statistiske tester er utført i JMP v1, SAS institute Inc. Kartene er laget av Norgeskart og har blitt redigert i ArcMap 10.

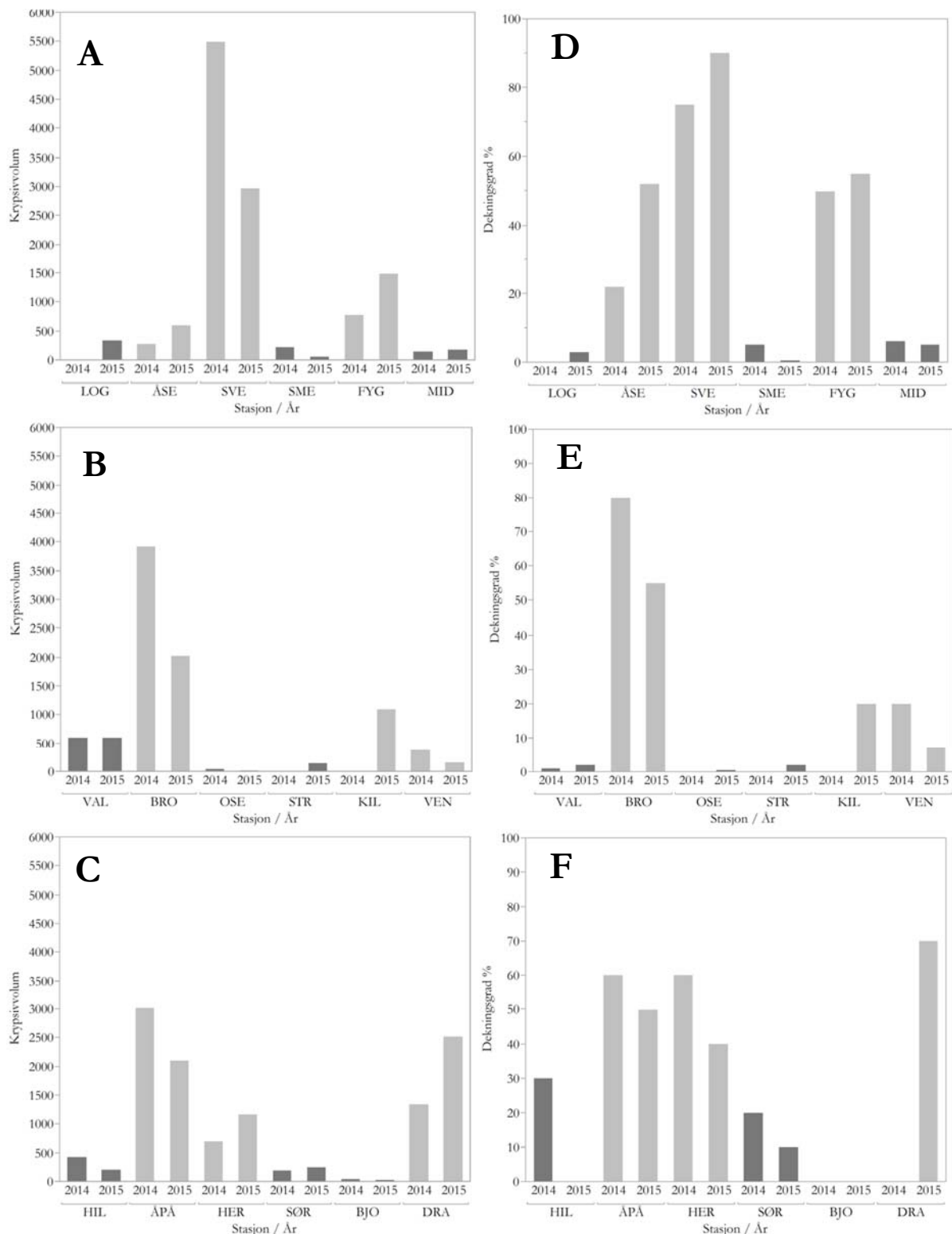
3. Resultater

3.1 Krypsiv

Mengden krypsiv på hver stasjon i 2014 og 2015 er her illustrert på to ulike måter. Figur 10 A, B og C viser relativt volum av krypsiv på hver stasjon. Av figuren ser vi en tydelig forskjell i mengden krypsiv mellom problemvekst- og referansestasjoner. Det er ingen signifikante forskjeller mellom årene 2014 og 2015 verken for problemvekst (ANOVA, $F = 0.34$, $n = 17$, $df = 1$, $p = 0.57$) eller referanselokalitetene (ANOVA, $F = 0.14$, $n = 16$, $df = 1$, $p = 0.71$).

Figur 10 D, E og F viser den prosentvise andelen av bunnflata på hver lokalitet som er dekket av vekstformene enkeltsåter og såtevekst (altså er ikke rosettplanter inkludert). Denne metoden gir hovedsakelig samme inntrykk som den foregående kvantifiseringsmetodikken, men med noe mer tydelig skille mellom problemvekst og referanselokaliteter for Mandalselva og Otra og noe mindre tydelig skille for Tovdalselva. Det er heller ingen signifikante forskjeller mellom årene med denne metodikken, verken for problemvekst- (ANOVA, $F = 0.05$, $n = 17$, $df = 1$, $p = 0.83$) eller referanselokalitetene (ANOVA, $F = 2.44$, $n = 16$, $df = 1$, $p = 0.14$).

Total oversikt over krypsivveksten målt pr stasjon finnes i Tabell V-1 i Vedlegg A.



Figur 10. Relativt krypsivolum (*Juncus bulbosus*) på hver prøveflate i Mandalselva (A), Otra (B) og Tovdalselva (C) i 2014 og 2015. Prosentvis andel av bunnen som er dekket av enkeltsåter og såtevekst i Mandalselva (D), Otra (E) og Tovdalselva (F). Lysegrå søyler viser lokaliteter med problemvekst, mørkegrå søyler viser referanselokaliteter. Lokalitetene LOG, STR og KIL ble ikke undersøkt i 2014. Fullt navn på hver stasjon finnes i tabell 1.

3.2 Andre vannplanter og påvekstalger

Det var generelt mindre begroingsalger i Mandalselva enn i Otra og Tovdalselva, men det var stor variasjon fra stasjon til stasjon (Tabell 3, 4 og 5).

Tabell 3. Prosentvis andel av plantene som er dekket av ulike beleggstyper av påvekstalger i Mandalselva juli 2015.

Begroingsalger	LOG	ÅSE	SVE	SME	FYG	MID
Løse skyer	5	90	0	0	0	0
Fastsittende belegg	0	0	0	0	0	0
Delvis dekke	0	0	0	0	0	5
Fri for begroing	95	10	100	100	100	95

Tabell 4. Prosentvis andel av plantene som er dekket av ulike beleggstyper av påvekstalger i Otra juli 2015.

Begroingsalger	VAL	BRO	OSE	STR	KIL	VEN
Løse skyer	0	0	0	0	0	0
Fastsittende belegg	100	0	0	20	100	20
Delvis dekke	0	0	0	30	0	20
Fri for begroing	0	100	100	50	0	60

Tabell 5. Prosentvis andel av plantene som er dekket av ulike beleggstyper av påvekstalger i Tovdalselva juli 2015.

Begroingsalger	HIL	ÅPÅ	HER	SØR	BJO	DRA
Løse skyer	40	0	0	0	0	0
Fastsittende belegg	0	100	100	80	50	0
Delvis dekke	60	0	0	20	0	0
Fri for begroing	0	0	0	0	50	100

På stasjonen Valle (VAL) ble det kun observert krypsiv, på alle resterende stasjoner ble det observert minst ett annet vegetasjonselement (Tabell 6).

Tabell 6. Vannvegetasjon registrert ved 18 stasjoner i Mandalselva, Otra og Tovdalselva juli 2015. Mengdebeskrivelser på 5-punkt-skala der 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende.

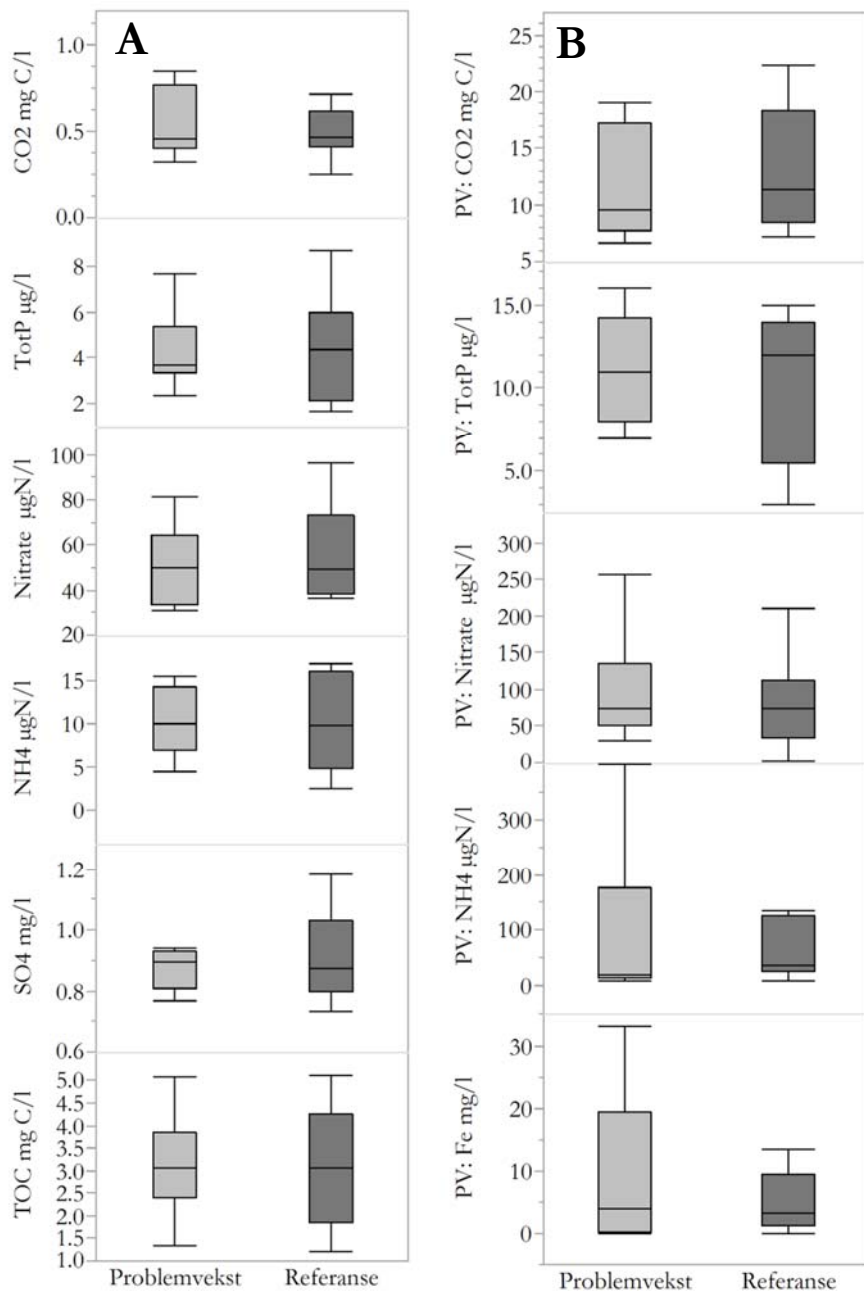
Latinsk navn	Norsk navn	LOG	ÅSE	SVE	SME	FYG	MID	VAL	BRO	OSE	STR	KIL	VEN	HIL	ÅPÅ	HER	SØR	BJO	DRA
Kortskuddsplanter (isoetider)																			
<i>Isoetes echinospora</i>	Mjukt brasmegras	-	-	-	2	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2	-	-
<i>Isoetes lacustris</i>	Stivt brasmegras	-	-	-	-	1	2	-	-	1	2	2	1	2	-	-	-	3	1
<i>Littorella uniflora</i>	Tjønngras	-	-	-	-	2	2-3	-	-	-	3	-	-	-	2	4	3	-	-
<i>Lobelia dortmanna</i>	Botngras	-	-	1	2	1	2-3	-	-	-	3	3	-	3	3	4	4	3	3-4
<i>Ranunculus reptans</i>	Evjesoleie	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
<i>Subularia aquatica</i>	Sylblad	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Langskuddplanter (elodeider)																			
<i>Callitriche hamulata</i>	Klovasshår	-	-	-	2-3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus bulbosus</i>	Krypsiv	4-5	4	5	3-4	5	2-3	3-4	5	2	3	4-5	3	3	4	4	3	2	5
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Tusenblad	-	-	1	2-3	2-3	2	-	-	-	1	-	1	-	-	3	1	-	-
<i>Potamogeton gramineus</i>	Grastjønnaaks	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Pilblad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Utricularia minor</i>	Småblærerrot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	2	-	-
<i>Utricularia ochroleuca</i>	Mellomblærerrot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	3	3	3	3	-	-
<i>Utricularia vulgaris</i>	Storblærerrot	-	-	2	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	2	-	-	-
Flytebladsplanter (nymphaeider)																			
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
<i>Potamogeton natans</i>	Vanlig tjønnaaks	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sparganium angustifolium</i>	Flotgras	2	2	3	2-3	2-3	1	-	2	3	1	1	1	1	-	-	-	-	-
Annen vannvegetasjon																			
Begroingsalger		4	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Vannmoser		4-5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.3 Vann og porevann

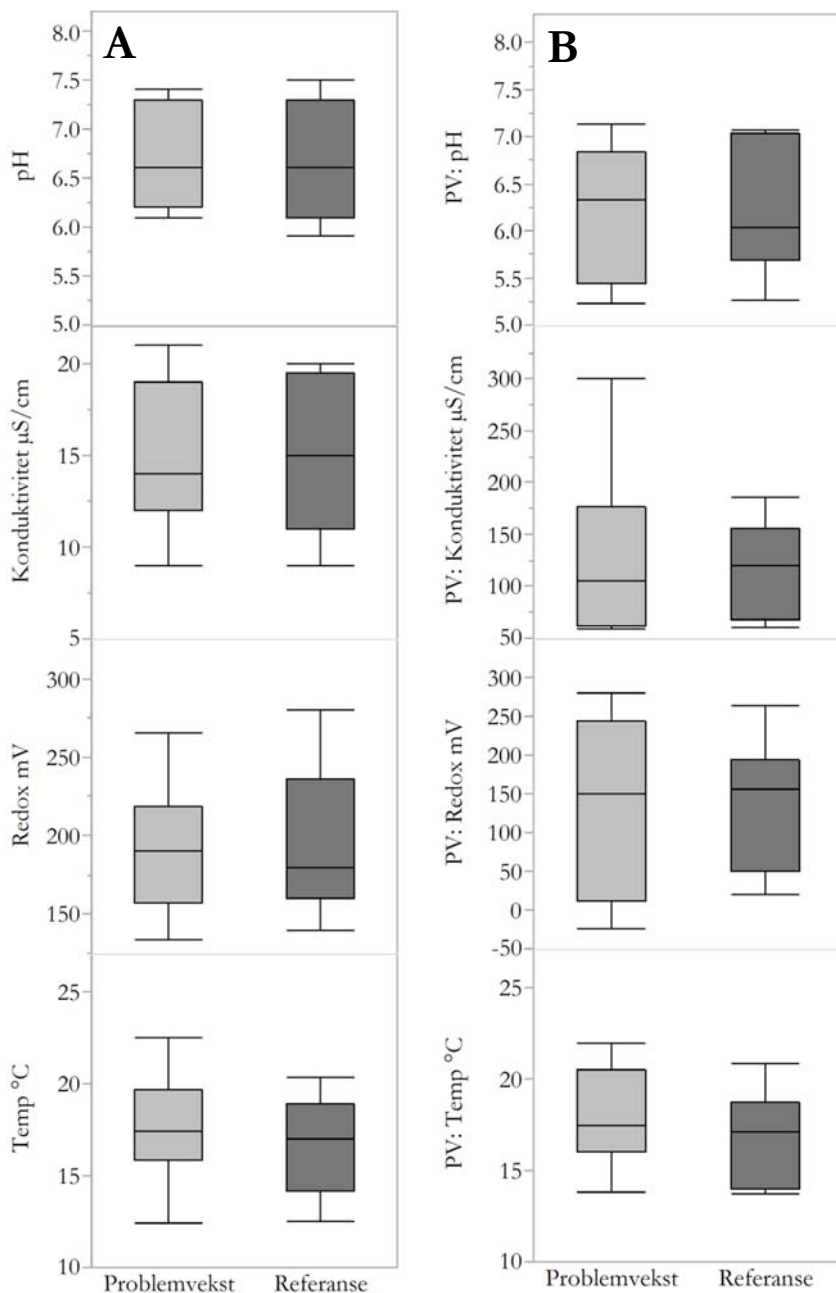
Analyseresultater for CO₂, TotP, NO₃-N, NH₄-N, SO₄ og TOC i vann og CO₂, TotP, NO₃-N, NH₄-N og TotFe i porevann er vist for problemvekst- og referansestasjoner i Figur 11 A og B. For vannkjemi er det vist et gjennomsnitt av tre målinger gjennom vekstsesongen, for porevann er det gjort kun én måling i juli. I figur 12 A og B er det vist resultater for målinger av pH, konduktivitet, redoxpotensial og temperatur som ble utført i felt i vannet og i porevann. For porevann er det benyttet gjennomsnitt av målinger tatt fra tre ulike steder på hver lokalitet. Det var ingen signifikante forskjeller mellom problemvekst- og referansestasjonene for noen av parameterne.

Analysen av PO₄-P er ikke inkludert i figur 11 A ettersom verdiene her for det meste lå under deteksjonsgrensen (< 5 µg P/L). Det var ikke nok porevann til å analysere på TotP ved stasjon HER og NH₄ ved stasjonene STR og SVE.

Analyseresultater for alle stasjoner finnes i Tabell V-2 (vannkjemi) og V-3 (porevann) i Vedlegg A.



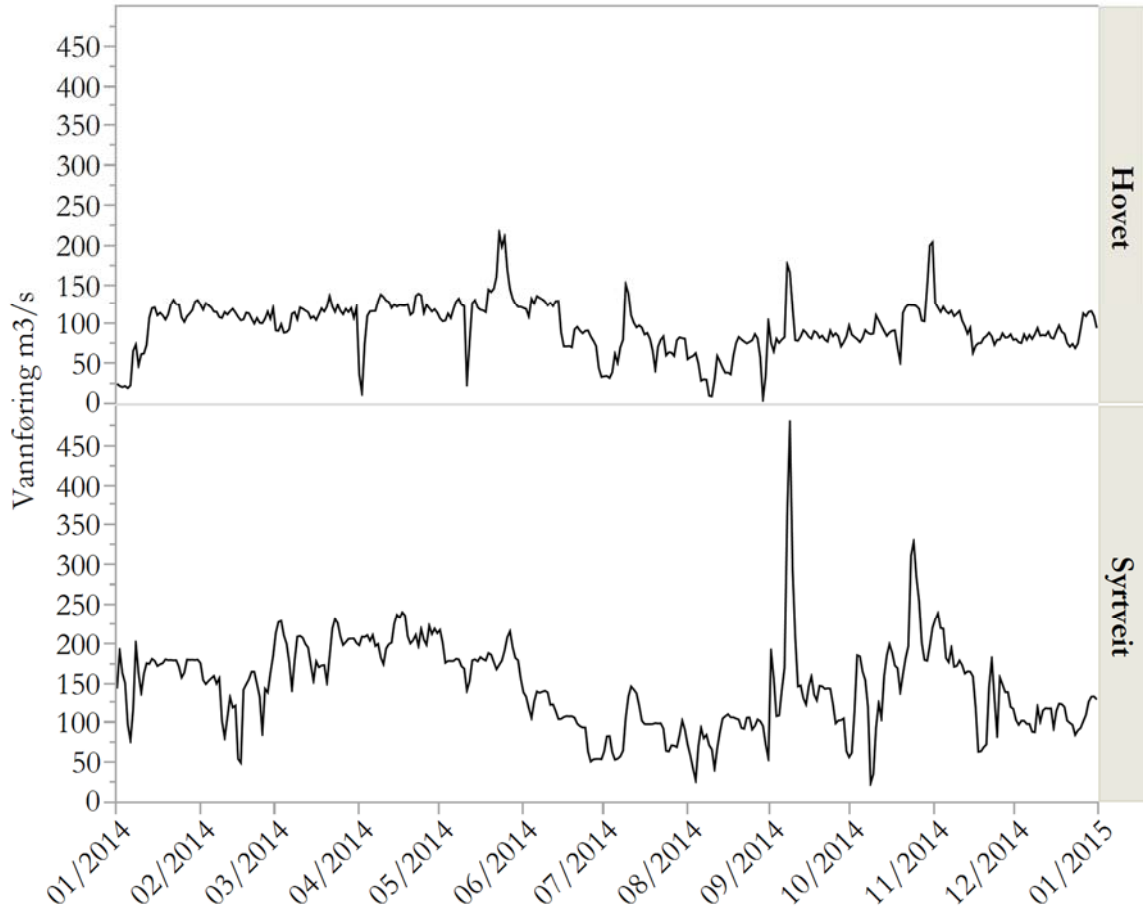
Figur 11. Vann- (A) og porevannskjemi (B) for problemvekst- og referanselokaliteter i Mandalselva, Otra og Tovdalselva juli 2015 for parametere målt i laboratoriet. Midtstrek i hver boks viser median, øvre og nedre boksgrense viser henholdsvis 75 og 25 % percentilen, øvre og nedre ytre strek viser maksimum og minimum. Uteliggere er markert med prikk. Ekstreme uteliggere er fjernet for bedre visning (gjelder CO₂ og SO₄ på stasjon DRA og NH₄ i vannet på stasjon SVE og i porevannet på stasjon BJO), men verdiene kan finnes i Tabell V-2 og V-3 i Vedlegg A. Det var ingen signifikante forskjeller mellom problemvekst- og referanselokaliteter for noen av parameterne.



Figur 12. Vann- (A) og porevannskjemi (B) for problemvekst- og referanselokaliteter i Mandalselva, Otra og Tovdalselva juli 2015 for parametere målt i felt. For porevann er målingene et gjennomsnitt av tre porevannsprøver. Midtstrekk i hver boks viser median, øvre og nedre boksgrense viser henholdsvis 75 og 25 % percentilen, øvre og nedre ytre strek viser maksimum og minimum. Uteliggere er markert med prikk. Ekstreme uteliggere er fjernet for bedre visning (gjelder stasjonene konduktivitet på stasjon SME), men verdiene kan finnes i Tabell V-2 og V-3 i Vedlegg A. Det var ingen signifikante forskjeller mellom problemvekst- og referanselokaliteter for noen av parametrene.

3.4 Vannføring

Dataseriene fra HydraII er foreløpig ikke analysert, men rådata for alle år til og med 2014 er samlet inn og klargjort. Vannføringsdata fra Agder Energi er konfidensielle, men en tidsserie for Hovet og Syrtveit (Otra) i 2014 er vist i figur 13.



Figur 13. Døgnmiddelverdier av vannføring i m³/sek ved Hovet og Syrtveit i Otra 2014. Kilde: Agder Energi.

Data fra trykk- og temperaturloggerne som er lagt ut på hver stasjon vil hentes inn første gang våren 2016, så resultater fra disse vil ikke kunne beskrives før i 2016-rapporten.

3.5 Bunnsubstrat

Bunnsubstratet varierer betraktelig mellom de ulike stasjonene, og det er også stor variasjon i mengden organisk materiale mellom de ulike lokalitetene (Tabellene 7, 8 og 9). Kornfordeling og mengde organisk materiale henger naturligvis også sammen med strømningshastigheten på stasjonen, og tabell 10 viser relativ strømhastighet på hver stasjon på prøvetakingstidspunktet.

Tabell 7. Bunnsubstratets størrelsesfordeling i Mandalselva juli 2015.

Substrat	LOG	ÅSE	SVE	SME	FYG	MID
Blokker	40	10	0	0	1	0
Stein	40	30	0	2	5	0
Grus	10	30	0	0	40	85
Fin grus	5	25	5	0	40	5
Sand	5	5	40	98*	14	10
Silt/leire	0	0	5	0	0	0
Organisk	0	0	50	0	0	0
Totalt	100	100	100	100	100	100

* Iblandet organisk materiale på nær hele arealet (sort masse, ikke identifiserbart organisk)

Tabell 8. Bunnsubstratets størrelsesfordeling i Otra juli 2015.

Substrat	VAL	BRO	OSE	STR	KIL	VEN
Blokker	30	0	5	0	100	0
Stein	65	0	0	0	0	2
Grus	0	0	0	0	0	70
Fin grus	0	30	0	0	0	15
Sand	5	70	20	0	0	13
Silt/leire	0	0	75	100	0	0
Organisk	80	0	0	0	70	0
Totalt	180	100	100	100	170	100

Tabell 9. Bunnsubstratets størrelsesfordeling i Tovdalselva juli 2015.

Substrat	HIL	ÅPÅ	HER	SØR	BJO	DRA
Blokker	0	10	10	0	1	0
Stein	20	5	15	0	2	0
Grus	10	0	15	30	30	0
Fin grus	25	0	10	40	15	0
Sand	25	60	0	30	22	20
Silt/leire	0	0	50	0	25	10
Organisk	20	35	50	0	40	80
Totalt	100	110	150	100	135	110

Tabell 10. Relativ strømhastighet ved 18 stasjoner i Mandalselva, Otra og Tovdalselva juli 2015.

Stasjon	Strømhastighet
LOG	Hurtigstrømmende
ÅSE	Hurtigstrømmende
SVE	Stilleflytende
SME	Stilleflytende
FYG	Middels
MID	Middels
VAL	Stilleflytende
BRO	Middels
OSE	Middels
STR	Stilleflytende
KIL	Stilleflytende
VEN	Middels
HIL	Stilleflytende
ÅPÅ	Stilleflytende
HER	Stilleflytende
SØR	Stilleflytende
BJO	Stilleflytende
DRA	Stilleflytende

3.6 Andre undersøkelser

Det har i 2015 blitt samlet inn en del data fra andre overvåkingsprogram og prosjekter, og det har især vært undersøkt muligheten for å kople inn data fra kalkingsovervåkingen og MARS-prosjektet samt modellering av næringssalttilførsler ved bruk av TEOTIL. Det var ikke ressurser til å analysere disse dataene i 2015, men det er gjort klar for dette til 2016.

4. Diskusjon og konklusjoner

Det har vært gjort mange undersøkelser for å se på hvilke faktorer som påvirker veksten av krypsiv uten at disse har vist entydige svar (for eksempel Aulio, 1987, Rørslett 1987, Rørslett 1990, Svedäng 1992, Johansen 1993, Roelofs, Brandrud og Smolders 1994, Roelofs m.fl. 1995, Lucassen m.fl. 1999, Johansen m.fl. 2000, Johansen 2006 a, Johansen 2006 b, Moe m.fl. 2013, Schneider m.fl. 2013). Utviklingen av dette overvåkingsprogrammet er satt i gang for å kunne fange opp trender som ellers lett ville blitt oversett ved enkeltundersøkelser, og for å kunne peke på faktorer som kan være sannsynlige årsaker til utvikling av krypsiv problemvekst.

Det har foreløpig kun gått to år av overvåkingen, noe som er for lite til å kunne si noe om trender. Videre har fokus i 2015 vært på videreutvikling av overvåkingsprogrammet med forberedelse og utsetting av loggere samt innhenting av data fra andre kilder som kan knyttes til krypsivovervåkingen. Det har dermed hverken vært data eller ressurser nok til å gjøre større statistiske analyser i 2015.

4.1 Krypsiv 2014 og 2015

Hovedinntrykket fra årets feltarbeid var at det ikke var noen markante endringer i mengden krypsiv i 2015 i forhold til 2014, og dette bekreftet de statistiske analysene. De forskjeller i mengdeangivelser for krypsiv mellom 2014 og 2015 som allikevel observeres på enkeltstasjoner skyldes ulikt vanndyp på prøvetakingstidspunktet mellom de to årene og ikke faktiske endringer i mengden krypsiv: For Sveindal og Fyglestveit var det i 2015 lavere vannstand enn i 2014, noe som gjorde at vi kom lenger ut i elva. Fra figur 10 A kan man få inntrykk av at det totale volumet av planter synker i Sveindal fra 2014 til 2015, men dette skyldes at krypsivplantene her er så lange at de fyller hele vannsøylen nesten uansett vannstand. Lavere vannstand vil dermed gi seg direkte utslag i mindre utregnet krypsivvolum. For Brokke var det mer vann i 2015 enn i 2014, noe som gjorde at vi ikke kom like langt ut i elva, der de største krypsivsåtene står. Dermed blir den relative andelen såtevekst på prøveflaten mindre og dette ser vi av figur 10 B. Det er dog i feltnotatene beskrevet mengden krypsiv også ute i elva, og denne er identisk mellom 2014 og 2015.

I figur 10 D, E og F ble det benyttet en annen metode for å illustrere krypsivveksten. Denne delen av figuren viser den prosentvise andelen av bunnflata på hver lokalitet som er dekket av kun av enkeltsåter og såtevekst (altså uten rosettplanter). Dette er satt opp for å vise utbredelsen av de mer problematiske vekstformene på hver stasjon og tar altså ikke hensyn til høyden på plantene. Denne metoden gir hovedsakelig samme inntrykk som den foregående kvantifiseringen, men for Sveindal (SVE) ser det med denne metoden ut som at dekningsgraden har økt. Dette skyldes at vannstanden i 2014 var høyere enn i 2015 og at man dermed inkluderte mer av strandlinja i prøveflata i 2014.

Det finnes altså flere måter å kvantifisere krypsivveksten på, og flere ulike metoder ble testet ut (resultater ikke vist her). Man kan for eksempel benytte PVI, som viser den prosentvise andelen av vannsøylen som er fylt med krypsiv. Fordelen med denne metoden er at den er relativt godt knyttet opp mot opplevelsen av problemvekst (hvor stor andel av vannet er fylt med krypsiv). Ulempen er at den vil variere med varierende vannstand, og det så vi gav tydelig utslag i dette datasettet. Basert på erfaringene fra de to første årene vil vi derfor anbefale at man i senere undersøkelser definerer ikke bare øvre og nedre avgrensning av prøveflata, men også definerer en indre og ytre grense slik at man ikke får varierende resultater basert på om strandlinja er inkludert eller ikke. For stasjoner som Sveindal der hele vannsøylen uansett er fylt med krypsiv er det også anbefalt å forsøke biomassemålinger (som så kan korreleres med og regnes om til volum) slik at man kan fange opp endringer som ikke vil fanges opp med tradisjonelle volummålinger.

4.2 Problemvekst versus referanselokaliteter

Problemvekst av krypsiv er en menneskeskapt definisjon, og det er viktig å ha i bakhodet at det ikke finnes noen naturgitt, objektiv grense mellom hva som er problemvekst og hva som ikke er det. Inndelingen i problemvekst og referanselokaliteter i denne undersøkelsen tar derfor utgangspunkt i en ekspertvurdering av hva som kan oppfattes som problemvekst eller ikke. Det kan også være verdt å merke seg at det i de aktuelle elvene i denne undersøkelsen også finnes områder med store mengder flotgras (*Sparganium angustifolium*), og det kan diskuteres i hvilken grad dette også kan omtales som problemvekst.

Det er naturligvis klare forskjeller i krypsivveksten mellom problemvekst- og referanselokalitetene, det er nettopp dette som har vært grunnlaget for utvalget av lokaliteter. Men fra figur 10 kan man få inntrykk av at det er minst problemvekst ved stasjonene i Otra, særlig i Kilefjorden (KIL) og Venneslafjorden (VEN). Dette skyldes hovedsakelig at Otra er en stor elv med høy vannføring, noe som gjør det vanskelig å komme ut til de områdene som har mest problemvekst. Det gjøres også mye tiltak for å fjerne krypsiv i de mest utsatte områdene, og det er ikke hensiktsmessig å overvåke på lokaliteter der det har vært, eller er sannsynlig at det kan komme til å bli gjort, tiltak de nærmeste årene. Det er allikevel viktig å gjøre undersøkelser i de mest utsatte områdene, og problemvekststasjonene her er spesielt valgt ut slik at de ikke er utsatt for tiltak, men har problemvekstformer av krypsiv også på grunnere områder, til tross for at dekningsgraden der ikke nødvendigvis er veldig høy.

Det var ingen signifikante forskjeller i vann- eller porevannskjemi mellom problemvekst- og referanselokalitetene i årets datasett. Dette stemmer med tidligere studier (f.eks. Moe m.fl. 2015 og Schneider m.fl. 2015), der man studerte flere av de samme parameterne på et gitt år, men uten at man den gang fant klare sammenhenger med krypsivveksten. Ser man samlet på krypsivlitteraturen peker denne allikevel i retning av at CO₂ og NH₄ kan spille en viktig rolle, og dette er noe av bakgrunnen til at overvåkingsprogrammet ble satt i gang – nemlig ønsket om å se på disse faktorene over tid. Kanskje kan man da klare å fange opp trender som ikke er like tydelige ved kortere studier.

4.3 Konklusjoner og forslag videre

Fokus de to første årene har vært på etablering av overvåkingsprogrammet. I 2015 har fokus ligget på videreutvikling av arbeidet som ble gjort i 2014, med ferdigstilling av lokalitetsutvelgelsen, utlegging av temperatur- og trykkloggere samt innhenting av data fra diverse andre kilder som kan knyttes til overvåkingsprogrammet. Selve overvåkingsprogrammet er også fulgt for alle stasjoner, og data fra dette viser ingen signifikante endringer i krypsivveksten fra 2014 til 2015, verken på problemvekst- eller referanselokalitetene, noe som stemmer overens med hovedinntrykket fra feltarbeidet. Det var heller ingen signifikant forskjell i vann- eller porevannskjemi mellom problemvekst- og referansestasjonene. Det anbefales at dagens overvåkingsprogram fortsetter med undersøkelsene og analysene som er utført i 2015, men at det legges til noen ytterligere faktorer (se forslag nedenfor).

Det har vært gjort mange undersøkelser for å se på hvilke faktorer som påvirker *veksten* av krypsiv. Men for å bygge store krypsivsåter kreves det flere års akkumulert vekst, så også *overlevelse og slitasje* på plantene vil være viktige faktorer å undersøke. I denne sammenhengen vil det være særlig interessant å se på vinteroverlevelse med tanke på isskuring, samt episoder med høy vannhastighet som kan skylle bort krypsivet. Tre nye elementer er anbefalt inkludert i neste års overvåkingsprogram for å studere dette:

1. Kalibrering av vanntrykkloggerne slik at data fra disse kan regnes om til vannføringsdata. Dette vil være viktig for å se på i hvilken grad hydrologisk regime påvirker krypsivveksten, og da særlig utjevnet vintervannføring med tanke på isdannelse samt episoder med høy vannhastighet. Disse dataene bør også koples til NVE's vannføringsdata for å se om det faktisk gir mer verdi å analysere direkte på hver stasjon framfor å benytte allerede innsamlede vannføringsdata fra NVE.
2. I det opprinnelige prosjektforslaget ble det anbefalt at KPS gjør avtaler med lokale beboere slik at disse kan sjekke dato for isgang/isdannelse på de ulike stasjonene. Dette vil være vesentlig informasjon for å se på vinteroverlevelse og fysisk stress på plantene.

3. Temperaturdata fra loggerne bør analyseres for å se på hvorvidt det er ulikheter i sommer- og vintertemperatur mellom problemvekst- og referanselokaliteter. Dette kan påvirke både isdannelse om vinteren og lengden på vekstsesongen.

Ettersom all akvatisk vegetasjon konkurrerer om ressursene anbefales det også å se på sammenhengen mellom den samlede mengden akvatisk vegetasjon per stasjon og de ulike måleparameterne, for å se om denne er sterkere enn dersom man kun ser på krypsiv.

På sikt vil det være ønskelig å gjøre statistiske analyser på det innsamlede materialet, på innsamlede data fra temperatur- og trykkloggerne, NVE, Agder Energi, MARS-prosjektet og kalkingsovervåkingen, samt å inkludere substrat og annen akvatisk vegetasjon i multivariate, statistiske analyser, slik at vi kan finne ut hvilke variable som særlig er koplet til høy forekomst av krypsiv.

5. Litteratur

- Aulio, K. (1987) Rapid decline of mass occurrences of *Juncus bulbosus* in a deacidified freshwater reservoir. Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica, 63, 41-44.
- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Johansen, S.W. (1993) Krypsiv i Mandalsvassdraget. Status for utbredelse, vurdering av tilgroing og årsaker, samt forslag til tiltak. NIVA-rapport 2954, 56 s.
- Johansen, S.W. (2006 a) Vekst av krypsiv i elver. Betydningen av redusert vannføring i forhold til andre miljøendringer. NVE-rapport 8-2006, 61 s.
- Johansen, S.W. (2006 b) Kartlegging av miljøvariable i problemvekstområder med krypsiv. Tovdalsvassdraget. NIVA-rapport 5226-2006, 39 s.
- Johansen, S.W., Brandrud, T.E. og Mjelde, M. (2000) Konsekvenser av reguleringsinngrep på vannvegetasjon i elver. Tilgroing av krypsiv. Kunnskapsstatus. NIVA-rapport 4321, 67 s.
- Lid, J. og Lid, D.T. (2005) Norsk flora. Det norske samlaget 6. utg. ved R. Elven
- Lucassen, E., Bobbink, R., Oonk, M.M.A., Brandrud, T.E. og Roelofs, J.G.M. (1999) The effects of liming and reacidification on the growth of *Juncus bulbosus*: a mesocosm experiment. Aquatic Botany, 64, 95-103.
- Moe, T.F., Bryisting, A.K., Andersen, T., Schneider, S.C., Kaste, Ø. og Hessen, D.O. (2013) Nuisance growth of *Juncus bulbosus*; the roles of genetics and environmental drivers tested in a large-scale survey. Freshwater Biology 58: 114-127.
- Moe, T.F., Schneider, S.C., Kaste, Ø. & Hindar, A. (2014) Forprosjekt overvåkingsprogram for krypsiv. NIVA-notat 0107/15. 8 s.
- Moe, T.F., Kaste, Ø. og Schneider, S. (2015) Krypsiv overvåkingsprogram. Rapport fra pilotåret 2014. NIVA-notat 0108/15. 13 s.
- Roelofs, J.G.M., Brandrud, T.E. og Smolders, A.J.P. (1994) Massive expansion of *Juncus bulbosus* L. after liming of acidified SW Norwegian lakes. Aquatic Botany, 48, 187-202.
- Roelofs, J.G.M., Smolders, A.J.P., Brandrud, T.E. og Bobbink, R. (1995) The effect of acidification, liming and reacidification on macrophyte development, water quality and sediment characteristics of soft-water lakes. Water Air and Soil Pollution, 85, 967-972.
- Rørslett, B. (1987) Tilgroing i Otra nedstrøms Brokke. Problemanalyse og forslag om tiltak NIVA-rapport OR-1997, 40 s.
- Rørslett, B. (1990) Tilgroing i terskelbasseng i Otra ved Valle. Problemanalyse og forslag om tiltak. NIVA-rapport 2442, 117 s.
- Schartau, A.K., Hindar, A. og Hellen, B.A. (2014) Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør – Tiltaksovervåking i 2014. Miljødirektoratet-rapport 412-2104. 347 s.
- Schneider, S.C., Moe, T.F., Hessen, D.O. og Kaste, Ø. (2013) *Juncus bulbosus* nuisance growth in oligotrophic freshwater ecosystems: Different triggers for the same phenomenon in rivers and lakes? Aquatic Botany 104: 58-24
- Selvik, J.R., Tjomsland, T. og Høgåsen, T. (2012) TEOTIL: Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2011 – tabeller og figurer. NIVA-notat. 22 s.
- Svedäng, M.U. (1992) Carbon dioxide as a factor regulating the growth dynamics of *Juncus bulbosus*. Aquatic Botany, 42, 231-240.

Vedlegg A.

Tabell V-1. Krypsivvekst registrert ved 18 stasjoner i Mandalselva, Otra og Tovdalselva 20.-24. juli 2015. Det er seks replikater av hver vekstform (rosettplanter, enkeltsåter og såtevekst), og for hvert replikat av patch height er det også målt vanndybde (altså korresponderer første kolonne i patch height med første kolonne i vanndybde osv.). Patch height = hvor høyt i vannsøylen plantene stod. Plantelengde er målt fra sedimentoverflaten til skuddspiss.

Stasjon	Dato prøvetatt	Rosettplanter																		
		Dekningsgrad	Patch Height							Vanndybde						Plantelengde				
			%	cm							cm						cm			
LOG	23.07.2015	60	4	10	3	7	4	2	57	46	47	51	51	70	19	19	15	12	13	14
ÅSE	23.07.2015	5	3	5	7	8	4	4	56	39	76	71	61	48	20	25	21	27	22	15
SVE	23.07.2015	0,5	16	8	6	12	14	20	16	8	6	12	14	30	24	29	16	22	20	22
SME	23.07.2015	5	5	5	8	7	15	3	5	5	8	7	20	3	13	15	18	15	23	16
FYG	23.07.2015	1	12	10	12	25	9	24	30	34	40	50	19	32	24	26	24	37	40	41
MID	24.07.2015	5	5	13	23	11	10	14	42	45	57	52	31	45	13	32	42	34	21	41
VAL	22.07.2015	35	14	16	12	14	25	12	56	50	52	62	70	69	13	18	16	19	28	17
BRO	22.07.2015	5	4	4	13	12	7	16	19	17	57	47	48	62	20	8	18	16	16	25
OSE	22.07.2015	0,5	8	5	12	8	14	12	62	84	91	96	79	78	20	15	19	20	18	24
STR	22.07.2015	3	15	17	13	17	18	15	40	47	48	50	53	24	15	25	13	21	26	19
KIL	21.07.2015	2	18	32	18	20	18	22	66	67	65	65	68	59	18	32	18	20	18	22
VEN	21.07.2015	2	16	17	17	8	7	13	17	35	34	38	27	36	18	37	21	29	23	29
HIL	20.07.2015	25	8	10	7	9	7	8	45	51	37	30	43	46	17	26	23	24	20	33
ÅPÅ	20.07.2015	5	10	30	24	15	12	33	10	58	43	15	12	34	16	30	31	20	16	42
HER	20.07.2015	10	9	8	15	18	25	18	9	30	28	24	52	48	10	16	17	22	28	24
SØR	21.07.2015	5	8	12	17	12	8	14	39	25	40	30	25	23	25	20	28	20	19	16
BJO	21.07.2015	2	16	16	13	11	4	11	18	24	14	47	4	11	19	24	17	21	4	19
DRA	21.07.2015	20	25	22	24	15	10	15	27	42	42	40	15	20	28	23	27	31	10	23
Stasjon	Dato prøvetatt	Enkeltsåter																		
		Dekningsgrad	Patch Height							Vanndybde						Plantelengde				
			%	cm							cm						cm			
LOG	23.07.2015	3	8	13	10	12	8	18	63	60	56	63	43	72	45	64	48	52	38	76
ÅSE	23.07.2015	2	16	10	13	8	6	7	55	47	59	65	56	64	57	32	44	47	47	38
SVE	23.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SME	23.07.2015	0,5	40	25	25	42	45	37	40	25	35	42	45	37	68	40	48	61	79	57
FYG	23.07.2015	5	19	34	11	14	11	15	45	34	11	14	11	15	56	90	84	52	51	46
MID	24.07.2015	5	15	19	18	13	37	25	48	46	47	49	50	51	59	59	43	33	70	66
VAL	22.07.2015	2	28	35	22	48	22	30	43	39	48	70	64	71	35	58	47	62	46	52
BRO	22.07.2015	5	28	5	30	45	12	10	24	16	60	59	54	50	88	36	50	110	55	57
OSE	22.07.2015	0,5	15	-	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-
STR	22.07.2015	2	43	65	65	38	45	50	56	67	75	71	72	73	54	86	66	47	56	70
KIL	21.07.2015	20	31	41	53	68	64	57	61	63	65	68	64	57	100	44	59	95	96	103
VEN	21.07.2015	2	25	27	10	23	18	15	39	37	69	26	26	39	40	35	35	40	43	49
HIL	20.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÅPÅ	20.07.2015	30	44	66	22	25	33	38	44	66	22	25	38	38	66	85	31	44	49	78
HER	20.07.2015	20	15	15	33	17	28	30	15	15	33	17	28	40	32	28	55	25	38	37
SØR	21.07.2015	10	20	15	27	19	15	16	20	25	42	23	18	22	40	38	46	35	38	37
BJO	21.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DRA	21.07.2015	40	15	40	28	42	40	30	15	48	30	44	55	38	21	45	31	44	65	47

Stasjon	Dato prøvetatt	Såtevekst																		
		Deknings-grad	Patch Height						Vanddybde						Plantelengde					
		%	cm						cm						cm					
LOG	23.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ÅSE	23.07.2015	50	10	11	8	12	11	14	40	37	32	35	42	40	65	50	53	65	60	32
SVE	23.07.2015	90	33	33	18	36	38	40	33	33	18	36	38	40	94	132	70	122	190	121
SME	23.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FYG	23.07.2015	50	8	22	43	22	41	30	23	22	43	22	41	30	40	75	1	79	72	75
MID	24.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VAL	22.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRO	22.07.2015	50	17	40	30	38	52	48	52	68	67	63	79	73	67	110	71	105	104	121
OSE	22.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
STR	22.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KIL	21.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VEN	21.07.2015	5	9	15	24	12	16	37	9	15	28	52	25	47	26	36	52	47	33	77
HIL	20.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÅPÅ	20.07.2015	20	37	40	48	58	27	45	38	40	48	58	53	45	45	52	57	83	51	63
HER	20.07.2015	20	11	25	28	23	42	34	11	25	28	23	36	34	33	38	40	39	35	74
SØR	21.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BJO	21.07.2015	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DRA	21.07.2015	30	26	25	33	27	24	36	26	36	33	27	24	38	31	30	34	32	31	39

Tabell V-2. Vannkjemi målt på stedet (temperatur, konduktivitet, pH og redox) og i laboratoriet (CO₂, TOC, TotP, PO₄, NH₄, NO₃ og SO₄) fra Mandalselva, Otra og Tovdalselva. Parametere målt på stedet er prøvetatt 20.-24. juli 2015. Prøver analysert i laboratoriet er prøvetatt i juni (JN), juli (JL) og september (S). Sulfat ble kun analysert i juli og september. Deteksjonsgrensen for PO₄ og NH₄ er henholdsvis 1 µg P/L og 5 µg N/L, så verdier under dette er satt til henholdsvis < 1 og < 5.

Stasjon	Temperatur °C	Konduktivitet µS/cm	pH	Redox mV	CO ₂ mg C/L			TOC mg/L			TotP mg/L			PO ₄ µg P/L			NH ₄ µg N/L			NO ₃ µg N/L			SO ₄ mg/L	
					JN	JL	S	JN	JL	S	JN	JL	S	JN	JL	S	JN	JL	S	JN	JL	S	JL	S
					LOG	14	15	7,3	280	0,31	0,36	0,66	2,4	2,3	4,4	3	4	4	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	20
ÅSE	14,6	14	7,3	265	0,39	0,30	0,66	2,5	2,4	4,3	3	4	4	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	13	51	58	61	0,9	0,83
SVE	19,1	20	7,3	213	0,56	1,31	0,67	2,4	2,4	4,3	5	8	5	< 1	2	1	20	111	27	70	114	59	1,05	0,74
SME	20,3	170	7,3	140	0,53	0,27	0,60	2,6	2,2	4,4	4	8	10	< 1	1	1	8	6	26	120	89	60	0,98	0,77
FYG	17,4	17	7,3	182	0,45	0,32	0,61	2,6	2,2	5,4	4	4	6	< 1	< 1	1	7	< 5	20	73	76	65	0,96	0,87
MID	16,7	20	7	185	0,54	0,51	0,69	2,6	2,2	5,7	4	3	6	< 1	< 1	1	6	< 5	21	86	108	95	1,08	1,04
VAL	14,4	13	7,5	151	0,30	0,42	0,69	1,2	1,3	2,2	2	2	2	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	< 5	47	44	57	0,94	1,06
BRO	12,4	9	6,1	210	0,32	0,30	0,64	1,2	0,9	1,9	3	2	2	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	8	37	39	46	0,72	0,81
OSE	12,5	9	6	252	0,28	0,40	0,57	1,1	0,9	1,6	1	2	2	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	< 5	33	36	48	0,73	0,73
STR	17	14	6,2	170	0,38	0,39	0,47	1,8	1,7	3,0	16	7	3	< 1	4	< 1	25	8	15	52	40	48	0,84	0,81
KIL	17	14	6,4	160	0,36	0,30	0,51	2,0	1,9	3,0	4	5	3	< 1	< 1	< 1	18	6	15	26	25	51	0,85	0,83
VEN	17	14	6,2	190	0,47	0,42	0,50	1,8	1,8	4,0	2	4	4	< 1	< 1	< 1	6	< 5	15	51	43	56	0,89	0,94
HIL	18,9	9	5,9	220	0,24	0,24	0,28	2,9	3,2	4,0	2	2	3	< 1	< 1	< 1	13	< 5	6	38	7	64	0,8	0,75
ÅPÅ	19,3	10	6,2	224	0,31	0,24	0,42	3,2	2,8	4,6	4	3	3	< 1	< 1	< 1	13	6	11	34	14	52	0,79	0,76
HER	22,5	18	7,4	155	0,68	0,57	0,81	3,6	3,1	5,8	3	4	4	< 1	< 1	< 1	14	9	13	28	17	48	0,91	0,97
SØR	18,2	16	6,6	180	0,59	0,64	0,76	4,2	3,7	7,2	4	4	6	< 1	< 1	< 1	19	8	24	42	30	40	0,93	1,04
BJO	19	19	6,6	171	0,65	0,73	0,76	4,2	3,8	7,4	4	4	6	< 1	< 1	< 1	10	10	28	51	45	52	1,21	1,16
DRA	20	21	6,6	134	0,64	0,53	3,40	4,2	4,0	7,1	5	6	12	< 1	1	< 1	15	< 5	29	57	29	68	1,28	1,27

Tabell V-3: Porevannskjemi målt på stedet i tre replikater (temperatur, konduktivitet, pH og redox) og i laboratoriet (CO₂, TotP, NH₄, NO₃ og TotFe) fra Mandalselva, Otra og Tovdalselva, alt basert på prøver tatt 20.-24. juli 2015.

Stasjon	Temperatur °C			Konduktivitet µS/cm			pH			Redox mV			CO ₂ mg C/L	TotP mg/L	NH ₄ µg N/L	NO ₃ µg N/L	TotFe mg/L
LOG	13,8	13,7	13,7	34	87	59	7,0	7,0	7,1	241	280	270	9,6	5	8	211	0,04
ÅSE	15,9	15,8	15,8	21	98	59	7,1	7,0	7,1	282	280	280	7,9	7	9	257	0,05
SVE	18,5	18,4	18,3	268	120	512	6,9	6,0	6,9	-63	205	-18	17,8	8	-	73	28,40
SME	18,3	20,1	16,9	93	138	181	7,0	7,0	7,0	131	174	31	20,5	8	43	92	9,98
FYG	16,6	16,1	15,9	22	102	64	7,2	7,0	7,2	235	96	230	6,7	10	21	105	1,40
MID	15,8	15,6	16,1	36	110	102	7,1	7,1	7,0	171	215	81	7,2	13	29	106	3,30
VAL	13,8	13,9	13,9	25	67	93	7,1	7,0	7,0	184	205	236	7,3	6	26	45	0,23
BRO	13,9	13,8	13,8	25	153	138	5,2	5,9	5,1	213	60	180	16,8	8	16	84	6,48
OSE	14,3	13,9	14,1	114	93	160	5,4	5,2	5,2	138	164	169	16,1	15	135	27	2,28
STR	17,6	17,6	17,4	139	168	217	6,2	5,7	6,2	18	172	22	22,3	14	-	75	13,50
KIL	17,1	16,8	16,6	152	164	190	6,6	6,3	6,6	-13	-15	-30	9,5	15	208	29	3,98
VEN	17,6	17,4	17,3	20	78	90	5,1	5,1	5,5	234	235	213	8,2	12	20	74	0,25
HIL	21,6	19,0	21,9	264	115	179	5,7	6,3	5,5	32	5	51	14,7	3	98	2	9,21
ÅPÅ	21,7	21,8	22,4	29	109	346	5,7	5,5	6,5	154	181	8	12,0	12	83	48	10,60
HER	20,6	20,4	20,4	20	124	106	5,4	5,3	5,8	264	272	247	7,6	-	14	168	0,06
SØR	16,9	17,3	17,2	45	84	90	5,9	5,2	5,6	126	177	238	9,5	12	33	120	2,10
BJO	19,2	19,0	18,9	40	79	242	5,8	5,8	6,2	42	17	3	11,3	14	> 500	41	8,77
DRA	21,0	20,2	20,5	162	164	233	6,0	6,5	6,5	13	-44	-41	19,0	16	399	56	33,30

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no