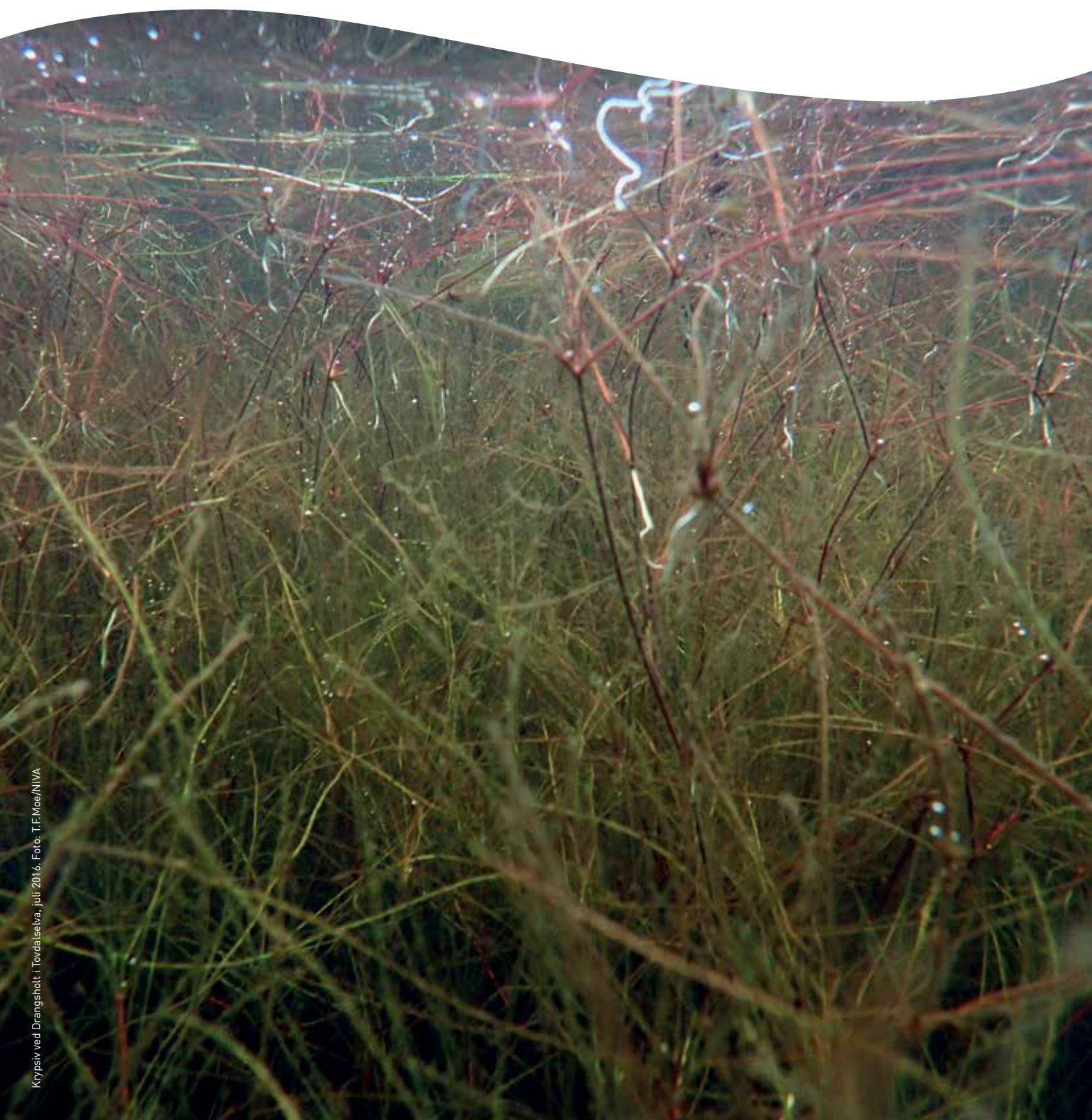


# Årsrapport krypsivovervåking 2016



**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 51 22 14

Tittel Årsrapport krypsivovervåking 2016	Løpenr. (for bestilling) 7092-2016	Dato 19.11.2017
	Prosjektnr. Undernr. 15220	Sider 40
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
---	---

**Sammendrag**

Overvåkingsprogrammet for krypsiv i Agder ble startet i 2014, og en videreutvikling og videreføring av programmet ble utført i 2015 og 2016. Det har ikke vært registrert markerte endringer i krypsivveksten ved noen stasjoner, med unntak av Drangsholt, der krypsivvolumet har økt som resultat av en overgang fra rosettplanter til såtevekst. Mengden krypsiv på hver stasjon er kvantifisert på ulike måter, men ingen av metodene viste sammenheng med noen av de målte parameterne (vannkjemi, porevannkjemi, vanntemperatur, substrat, annen vannvegetasjon) verken for 2016 eller for de tre siste årene sett under ett. Det anbefales at dagens overvåkingsprogram fortsetter med undersøkelsene og analysene som ble utført i 2016, men at man i 2017 setter i gang mer omfattende statistiske analyser av det nå foreliggende datamaterialet.

<b>Fire norske emneord</b> 1. Krypsiv 2. Problemvekst 3. Overvåking 4. Elver	<b>Fire engelske emneord</b> 1. Bulbous rush 2. Nuisance growth 3. Monitoring 4. Rivers
--	---



*Therese Fosholt Moe*  
Prosjektleder



*Markus Lindholm*  
Forskningsleder

# Årsrapport krypsivovervåking 2016

## Forord

Denne rapporten beskriver arbeidet utført i forbindelse med videreutvikling av kryptisovervåkingen i Agder 2016, samt gir en oversikt over årets resultater og en sammenstilling av resultatene for de tre første årene.

Oppdragsgiver er Kryptisprosjektet 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 2016. Vannprøvetaking er utført av Tor Kviljo og prøvene er analysert ved NIVA-lab. Bearbeidelse av data er utført av Therese Fosholt Moe, Kate Hawley og James Edward Sample, og Therese Fosholt Moe har hatt ansvar for rapporten. Kart er laget av Kate Hawley. TEOTIL-beregninger er utført av John Rune Selvik. Kvalitetssikring av rapport er utført av Markus Lindholm. Rapportering til Vannmiljø utføres av Jens Vedal.

Oslo, 19. november 2016



*Therese Fosholt Moe*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Formål	9
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>10</b>
2.1 Lokalitetsbeskrivelse	10
2.2 Undersøkelser ved hver lokalitet	12
2.2.1 Krypsiv	12
2.2.2 Påvekstalger, begroingsalger og andre vannplanter	13
2.2.3 Vannkjemi og -temperatur	13
2.2.4 Porevannskjemi	14
2.2.5 Vannføring og vanntemperatur	14
2.2.6 Bunns substrat	16
2.2.7 Andre data	17
2.3 Statistikk	17
<b>3. Resultater</b>	<b>18</b>
3.1 Krypsiv	18
3.2 Påvekstalger, begroingsalger og andre vannplanter	21
3.2.1 Påvekstalger	21
3.2.2 Begroingsalger og andre vannplanter	21
3.3 Bunns substrat	23
3.4 Vann og porevann	23
3.5 Vannføring	25
3.6 Temperatur	26
3.7 TEOTIL	27
3.8 Isgang/isdannelse	30
<b>4. Diskusjon og konklusjoner</b>	<b>31</b>
4.1 Krypsiv 2014-2016	31
4.2 Hvilke faktorer påvirker krypsivveksten?	32
4.3 Konklusjoner og forslag til videre undersøkelser	33
<b>5. Litteratur</b>	<b>34</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>35</b>

---

## Sammendrag

Overvåkingsprogrammet for krypsiv i Agder ble startet i 2014, og en videreutvikling og videreføring av programmet ble utført i 2015 og 2016.

Det har ikke vært registrert markerte endringer i krypsivveksten ved noen stasjoner, men unntak av Drangsholt, der krypsivvolumet har økt som resultat av en overgang fra rosettplanter til såtevekst.

Mengden krypsiv på hver stasjon er kvantifisert på ulike måter, men ingen av metodene viste sammenheng med noen av de målte parameterne (vannkjemi, porevannkjemi, vanntemperatur, substrat, annen vannvegetasjon) verken for 2016 eller for de tre siste årene sett under ett.

Det anbefales at dagens overvåkingsprogram fortsetter med undersøkelsene og analysene som ble utført i 2016, men at man i 2017 setter i gang mer omfattende statistiske analyser av det nå foreliggende datamaterialet.

## Summary

Title: Monitoring bulbous rush, yearly report 2016

Year: 2016

Author: Therese Fosholt Moe, Kate Hawley

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6827-0

A monitoring program for bulbous rush (*Juncus bulbosus*) was initiated in 2014, with the aim of finding factors that influence the growth of bulbous rush. The focus of the project in 2016 has been to continue the monitoring and further develop the program.

The results from 2016 show no statistically significant changes in the amount of bulbous rush from 2014 to 2016, neither at nuisance nor reference sites. Looking at single sites, there was a clear shift in growth in Drangsholt, where the total volume of plants increased due to a shift from rosette plants to budding rosettes.

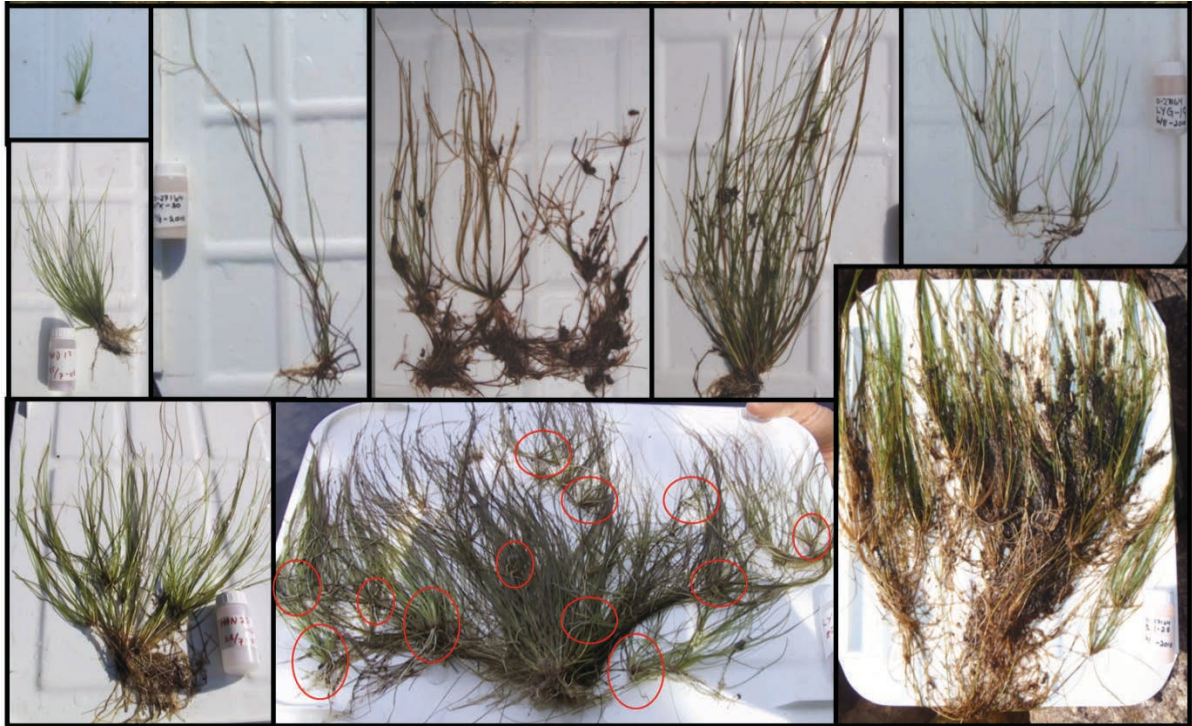
We found no significant differences in any of the measured parameters (water chemistry, pore water chemistry, water temperature, substrate, other aquatic vegetation and algae) between nuisance and non- nuisance sites, or any correlations with total *Juncus bulbosus* cover or volume.

It is recommended that the current monitoring program continues in 2017 with the sampling and analyzes carried out in 2016, and that thorough statistical tests are initiated.

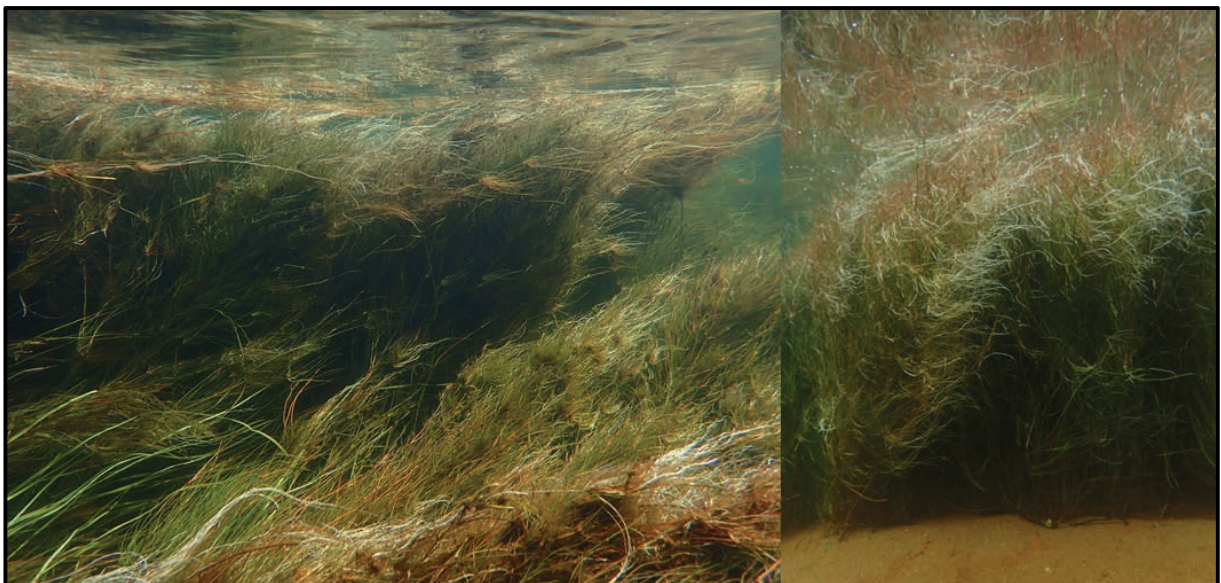
# 1. Innledning

## 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 (**Figur 1**). Etter flere år med utvikling av årsskudd kan resultatet bli tette bestander av krypsiv (**Figur 2**), med enkeltpanter på opp til 2-3 m lengde.



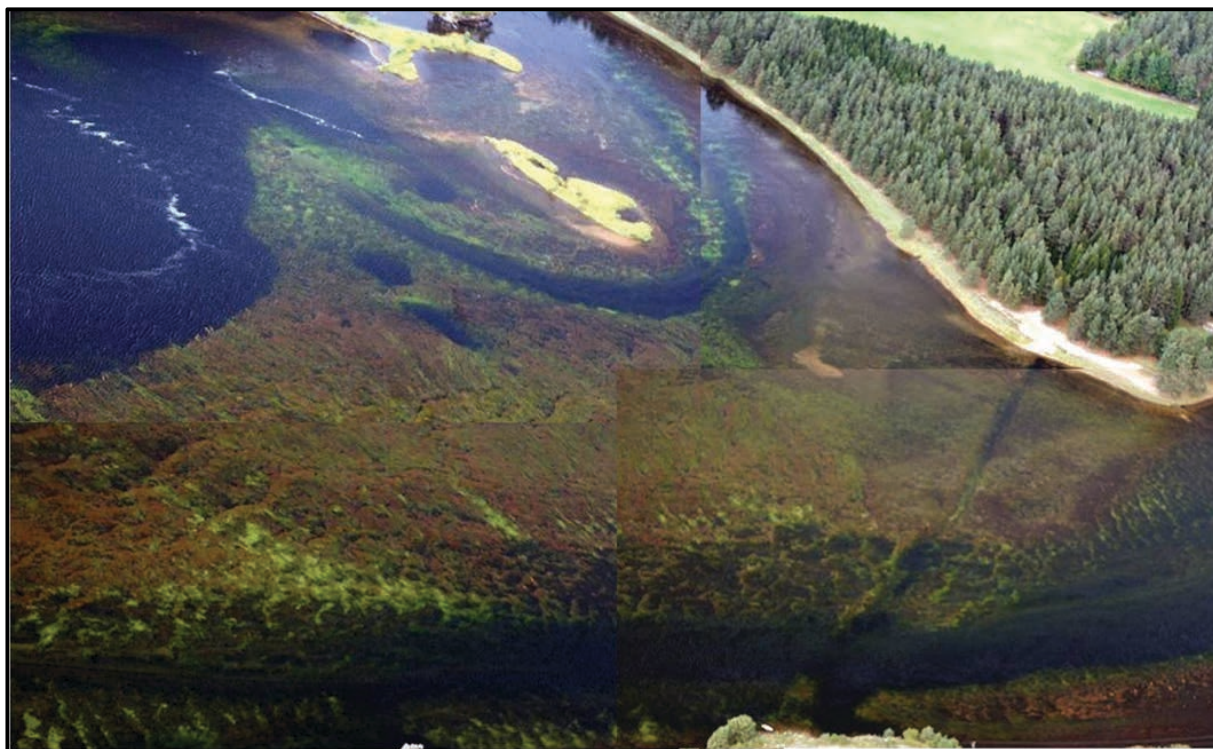
**Figur 1.** Ulike vekstformer av krypsiv (*Juncus bulbosus*), fra små rosettplanter til store såter. Røde ringe viser eksempel på årsskudd med nye rosetter. Foto: T. F. Moe.



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



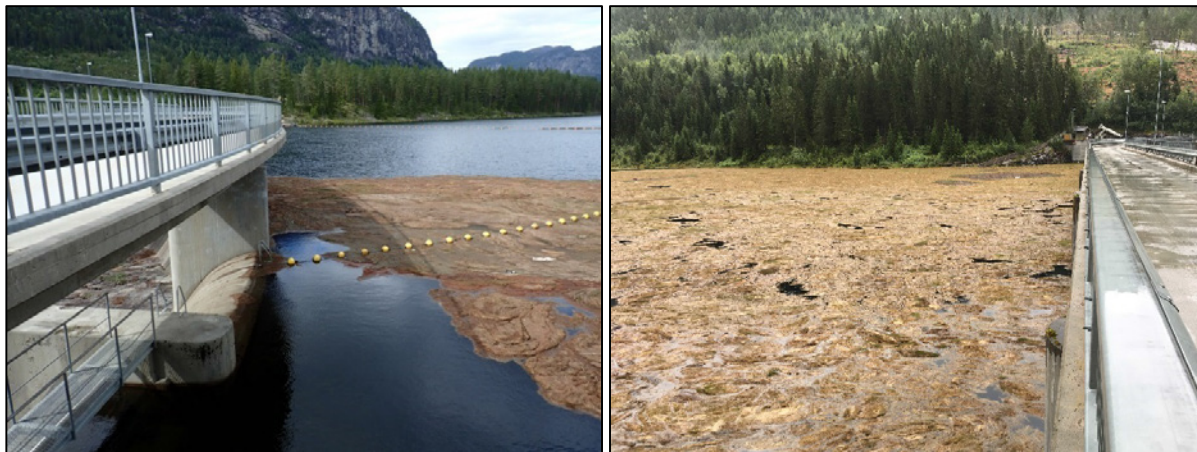
Siden midten av 1980-tallet har det skjedd en massiv ekspansjon av krypsivets utbredelse og bestandstetthet, særlig på Sørlandet, hvor arten har blitt dominerende i flere elver og innsjøer. Som med alle langskuddsplanter må man forvente stedvis relativt store bestander også av krypsiv, men i de mest 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 (**Figur 3**), hvor det flere steder ikke er mulig å fiske, bade eller komme fram med båt (**Figur 4**). Krypsivet kan videre ødelegge gyteplasser for fisk, løsnede krypsivmatter tetter igjen inntaksristene i vannkraftverk og krypsivet kan oppfattes estetisk sjenende (**Figur 4** og **Figur 5**). 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. De store sätene har høy biomasse (venstre) og har friske skudd helt opp over overflaten (høyre).  
Foto: T. F. Moe.



**Figur 5.** Naturlig løsnede krypsivmatter ved Tjurmodammen, Otra, i juli 2015 (venstre) og krypsiv som er løsnet på grunn av mekanisk fjerning ved Rysstad i juli 2016 (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.

I 2014 og 2015 ble basismetodikken fastlagt og prøvetakingslokaliteter utvalgt (Moe, Kaste og Schneider 2015; Moe og Hawley 2016). Formålet med krypsivovervåkingen i 2016 var en videreføring av overvåkingen fra de to første årene for å få nok datamateriale til å kunne se på trender over tid, samt å starte arbeidet med å lage kalibreringskurve for vannføring for hver stasjon.

Denne rapporten beskriver årets undersøkelser og resultater, samt gir en sammenstilling av resultatene for de tre første årene.

## 2. Materiale og metoder

### 2.1 Lokalitetsbeskrivelse

I 2016 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 (**Figur 6**). Alle stasjoner er undersøkt med lik metodikk.

Det har skjedd store endringer i substratforholdene på stasjonen i Vennesla (VEN), og stasjonen hadde markert mindre krypsiv i 2016 – det var nesten ikke krypsiv på prøveflata. Dette skyldes endringer i en terskel nedstrøms, noe som har ført til ustabile substratforhold og mye omskifting av løsmassene. Denne situasjonen er forventet å fortsette i flere år fremover, og det er nå såpass løst substrat at det av sikkerhetsmessige årsaker ikke er forsvarlig å prøveta denne flata. Ettersom stasjonen nå også var nesten uten krypsiv ble det under feltarbeidet i juli valgt å avslutte prøvetaking på denne stasjonen, og ny stasjon ble opprettet i Sodal (SØD). Den nye stasjonen har store mengder krypsiv og god tilgjengelighet, og anses å være en svært god erstatning for VEN.

**Tabell 1.** Oversikt over lokaliteter prøvetatt i 2016 i Mandalselva, Otra og Tovdalselva. Det er oppgitt en ekstra stasjon for Otra ettersom VEN ble prøvetatt i 2014-2015 samt for to vannprøver i 2016, mens den nye stasjonen SØD har tatt over for VEN fra og med juli 2016. Koordinatene er rapportert i desimalgrader med projeksjon WGS84.

Stasjonsnavn	Kortnavn	Koordinat N	Koordinat Ø	Krypsivstatus
<b>Mandalselva</b>				
Åseral	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
<b>Otra</b>				
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
Sodal	SØD	58.17875	7.96798	Problemvekst
Ose	OSE	58.96748	7.67510	Referanse
<b>Tovdalselva</b>				
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
Bjørhus	BJO	58.30759	8.18063	Referanse

\* Denne stasjonen tas ut av prøvetakingsprogrammet fra og med 2017.



**Figur 6.** Oversikt over lokalitetene som ble undersøkt i 2016 i Mandalselva, Otra og Tovdalselva. Lysegrå sirkler viser problemvekstlokaliteter, sorte trekkanter viser referanselokaliteter. (Kilde: Norgeskart)

## 2.2 Undersøkelser ved hver lokalitet

Alle stasjoner er prøvetatt for vannkjemi fire ganger i løpet av 2016 (mai, juni, juli, september). I juli ble det i tillegg gjort undersøkelser av krypsivveksten, annen vannvegetasjon og algevekst, substrat samt diverse fysisk-kjemiske vannparametere, inkludert porevann. Ved disse undersøkelsene ble det på hver stasjon undersøkt en elvestrekning på ca 50 m, fra ytre del av strandsonen og så dypt det er 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). All 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 (**Figur 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 vanndybde. For hver vekstform er det så estimert dekningsgrad (**Figur 7**), og det er tatt 6 målinger av hver av parameterne vanndybde, plantelengde og hvor høyt i vannet hver vekstform står («Patch height» i **Figur 7**).

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, vanndyp 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 total dekningsgrad av krypsivet.

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

**Figur 7.** Feltskjema for registrering av krypsiv (*Juncus bulbosus*) på hver lokalitet i 2015.

### 2.2.2 Påvekstalger, begroingsalger og andre vannplanter

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

Påvekstalger er 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 fire kategorier:

- Plantene er innhyllt i «løse skyer» (kan være alger og detritus).
- 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.

Begroingsalger er fastsittende alger og cyanobakterier som vokser på bunnssubstratet. Mengden begroingsalger er registrert på stasjoner der disse utgjør en betydelig dekningsgrad, og de mest tallrike artene er samlet inn og undersøkt i mikroskop.

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-akvatisk 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*.

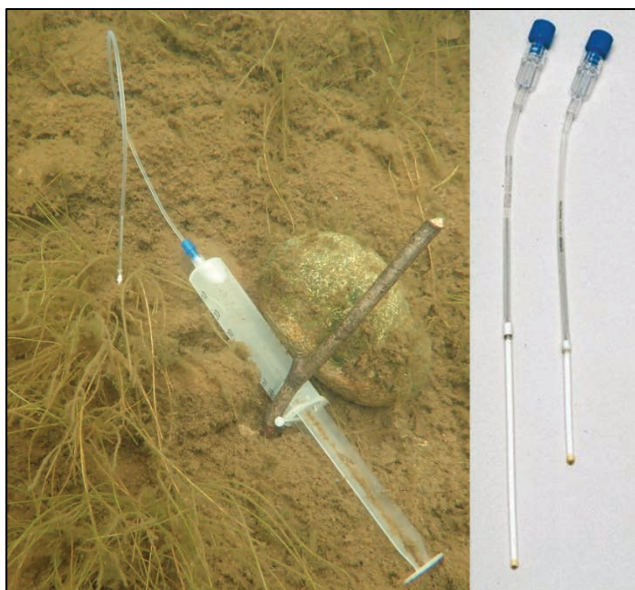
I dette overvåkingsprogrammet har vi fokusert på de ekte vannplantene (altså ikke helofyttene), samt at vi kvantifiserer den totale mengden av hver av gruppene kransalger, begroingsalger og vannmoser der disse finnes. Kvantifiseringen er gjort etter en semi-kvantitativ 5-punkt-skala, hvor 1=sjelden, 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

Plantene trenger ulike mikro- og makronæringsstoffer for overlevelse og vekst, og disse tas opp gjennom bladene og røttene. Vannkjemien ble undersøkt på hver stasjon for å se hva som er tilgjengelig for planteopptak over bladene. I felt ble redokspotensial målt direkte i vannet med et håndholdt WTW 330 (med SensoLyt Pt redox-elektrode), samt pH, konduktivitet og temperatur med WTW Multi 3420. 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 bunnssubstratet 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 CO<sub>2</sub> (karbondioksid) ble konserverert med HgCl<sub>2</sub> (kvikksølvklorid) mens prøver for analyser på TotP (total fosfor), PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (fosfat), NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (ammonium), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (nitrat) og TOC (total organisk karbon) ble konserverert med H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (svovelsyre). Vannprøven for analyse av SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (sulfat) var ukonserverert. Alle vannanalyser er foretatt av NIVA-lab. Vannkjemi er prøvetatt fire ganger, tidlig i mai, midt i juni, siste uke i juli og i andre halvdel av september. Ved analyse av siste vannprøverunde ble sulfatprøvene feilkonserverert og disse prøvene gikk tapt. Nye prøver ble samlet inn i november, og det hadde ikke vært nedbør av betydning i perioden mellom opprinnelig og ny prøvetaking.

## 2.2.4 Porevannskjemi

For å se hvilke stoffer som er tilgjengelige for planteopptak gjennom røttene ble også porevannet analysert. Porevann ble prøvetatt én gang på hver stasjon, i juli 2016. Dette ble gjort ved bruk av RhizonMOMs (fra firmaet Rhizosphere Research Product) koblet til en 60 mL sprøyte (**Figur 8**). 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 WTW Multi 3420) ble det på stedet målt pH, redokspotensial og konduktivitet i hver av de tre sprøytene. Porevannet fra de tre sprøytene ble så blandet og delt i tre: Første del ble konservert med  $\text{HgCl}_2$  og analysert for  $\text{CO}_2$ . Andre del ble konservert med  $\text{H}_2\text{SO}_4$  og analysert for TotP,  $\text{NH}_4^+$  og  $\text{NO}_3^-$ . Siste del ble konservert med  $\text{HNO}_3$  (salpetersyre) og analysert for TotFe (total jern). De konserverte prøvene er analysert ved NIVA-lab.



**Figur 8.** Porevannsprøvetaking med Rhizon MOM koblet til 60 mL-sprøyte, med den keramiske delen (hvitt endestykke) nede i sedimentet. Foto til venstre: T. F. Moe. Foto til høyre: [www.eijkelkamp.com](http://www.eijkelkamp.com).

## 2.2.5 Vannføring og vanntemperatur

Vannføring/hydrologisk regime måles på ulike måter:

### HydraII

NVE lagrer vannføringsdata for flere punkter i Otra, Mandalselva og Tovdalselva i databasen HydraII. Døgnmiddelverdier for vannføring og vanndybde er hentet inn for alle år til og med 2015 for stasjonene vist i **Figur 9**. Data for 2016 legges ut først i 2017. Der HydraII-stasjonene ligger nær krypsivstasjonene kan arealskalering benyttes for å estimere vannføring på hver enkelt krypsivstasjon. Dette er foreløpig testet ut for stasjonene Fyglestveit og Midtre Møll. På stasjoner der det skjer store endringer (for eksempel en innsjø) mellom HydraII-stasjonene og krypsivstasjonene vil en enkel arealskalering ikke være nok, men mer avanserte modeller kan benyttes for disse lokalitetene. Ved å sammenlikne resultatene med informasjon fra loggerne kan vi få informasjon om hvilken metodikk som fungerer best for de ulike stasjonene.



**Figur 9.** 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, sorte trekkanter viser referanselokaliteter. (Kilde: Norgeskart)



### Vannføringsloggere og vanntemperatur

Estimert vannføring basert på HydraII-databasen beregner estimert vannføring på hele elvetverrsnittet. Men våre målinger gjøres kun på en liten del av elvetverrsnittet, så for å få vannføringsdata som direkte relaterer seg til akkurat de plantene vi registrerer/måler er det også lagt ut loggere på hver stasjon. Disse loggerne viser vannstand nøyaktig på krypsivlokalitetene og dataene kan slik direkte knyttes til krypsivveksten på hver stasjon.

Loggerne (HOBO Water Level Logger U20L) ble lagt ut i juli 2015, og de måler trykk. For å kunne regne om det målte trykket til vanddyp må man korrigere for lufttrykket på måletidspunktet, og det ble derfor også lagt ut 7 loggere for kontinuerlig måling av lufttrykk i de aktuelle områdene (hver logger dekker en radius på 15 km). For å videre kunne regne om til vannføring må det måles vannhastighet i transekter på hver stasjon ved flere ulike vanddyp, og basert på dette lages en kalibreringskurve. Dette arbeidet ble påbegynt i 2016, men er såpass tidkrevende at det er valgt å fordele over 2-3 år.

Alle loggerne registrerer data hver hele time, og data fra loggerne er planlagt hentes ut to ganger i året, samtidig med vannprøvetaking vår og høst. Loggerne måler også 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

TEOTIL er teoretiske tilførselsberegninger av nitrogen og fosfor, opprinnelig utviklet for beregning av tilførsler til norske kystområder (Selvik, Tjomsland og Høgåsen 2012). Dataene er i denne rapporten benyttet til å beregne tilførsler til de ulike krypsivstasjonene. Datagrunnlaget hentes fra de nasjonale registrene; avløpsdata fra KOSTRA (tilrettelagt av SSB), produksjonsdata fra fiskeoppdrett (ALTINN, tilrettelagt av Fiskeridirektoratet), industridata (tilrettelagt av Klif), tapskoeffisienter for norsk jordbruk (tilrettelagt av BIOFORSK basert på nasjonale statistikk og empiriske data) og avrenningskoeffisienter for norske naturområder (basert på empiriske data tilrettelagt av NIVA, inkluderer avrenning som resultat av sur nedbør). Variasjonene innen hver kildetype kan være store fra år til år, men det er slik dataene foreligger.

## 2.3 Statistikk

Formålet med overvåkingsprogrammet er å avdekke langtidstrener som tidligere undersøkelser ikke har klart å påvise. For å avdekke disse trendene trenger man konsistente data over flere år. Det er foreløpig kun gått tre år av overvåkingen, men en del statistiske analyser er allikevel utført for å utforske de ulike parameterne som er forventet å kunne påvirke krypsivveksten.

De statistiske testene er utført i JMP v1 (SAS institute Inc) og Python Language Reference, versjon 2.7.10 (Python Software Foundation 2015). For å se på forskjeller mellom problemvekst- og referanselokaliteter er det benyttet ANOVA. I testene som ser på hvorvidt dekningsgraden eller volumet av krypsivet øker med de ulike vannkjemiske parameterne er det brukt OLS-regresjon for enkeltparameterne og ulike multiple lineærregresjoner (OLS, Ridge, Lasso, og Elastic Net) for mulige kombinasjoner av parametere. Regresjonsanalysene er utført ved å bruke Scikit-learn (Pedregosa m.fl. 2011). For å se på forskjeller mellom årene er det benyttet General Linear Models (GLM). Et signifikansnivå på  $p < 0.05$  betyr at man kan forvente at 5 % av testene man utfører viser signifikante resultater. Dette er et problem når man tester for mange ulike parametere, ettersom man bare på grunn av testmetodikken kan forvente at 1 av 20 tester viser signifikant resultat. Signifikansnivåene i testene er derfor regulert for å ta hensyn til dette. Krypsivdata er illustrert med JMP, mens de resterende figurene er laget i Seaborn versjon 0.7.dev. (Waskorn m.fl. 2016).

Kartene er produsert av Norgeskart og har blitt redigert i ArcMap 10.

## 3. Resultater

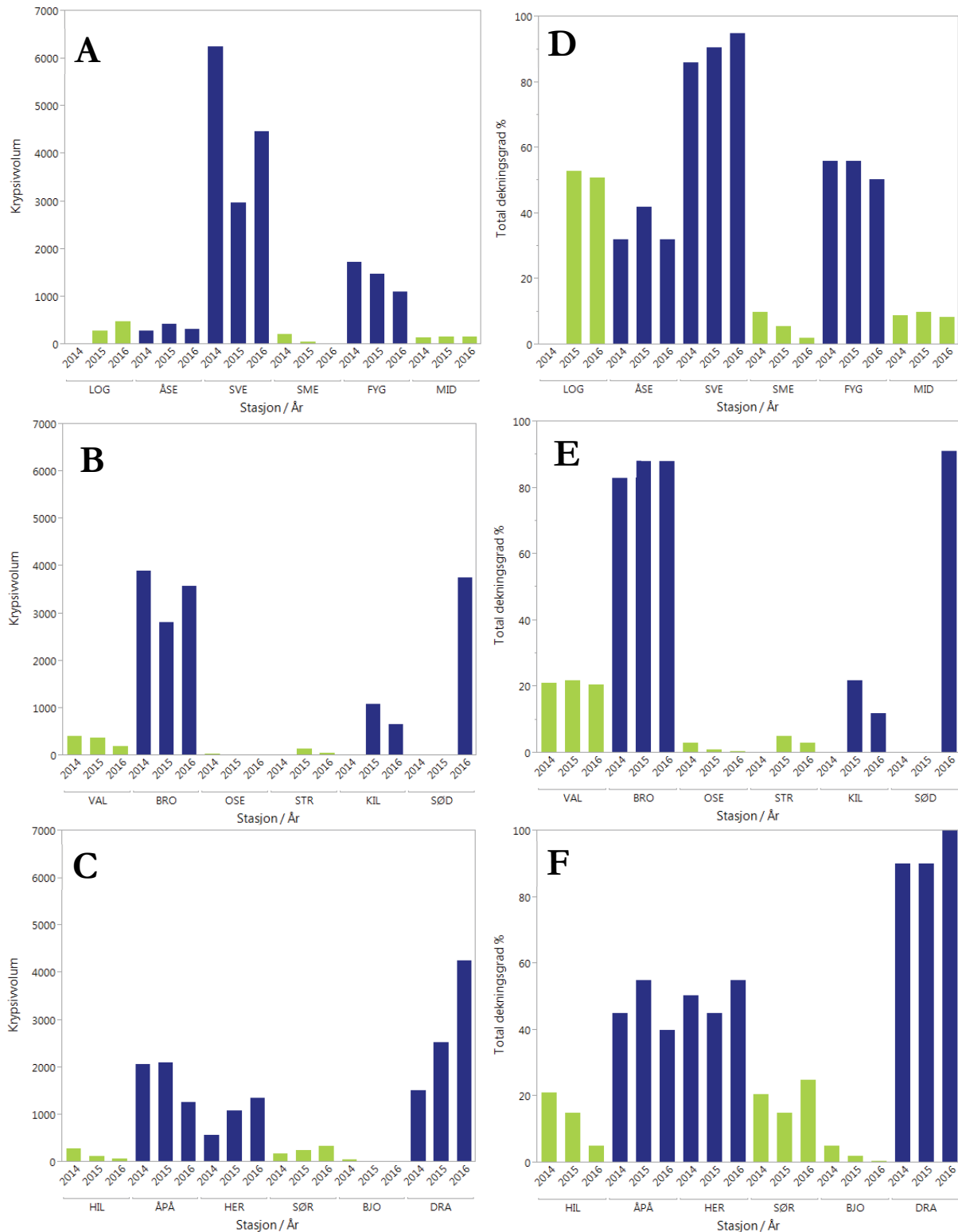
### 3.1 Krypsiv

Mengden krypsiv på problemvekst- versus referansestasjoner er her illustrert på to ulike måter. **Figur 10** A, B og C viser relativt volum av krypsiv på hver stasjon for årene 2014-2016. Av figuren ser vi en tydelig forskjell i mengden krypsiv mellom problemvekst- og referansestasjoner, men det er ingen signifikante forskjeller mellom årene verken for problemvekst (GLM,  $F = 0.47$ ,  $n = 17$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.64$ ) eller referanselokalitetene (GLM,  $F = 1.22$ ,  $n = 17$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.33$ ).

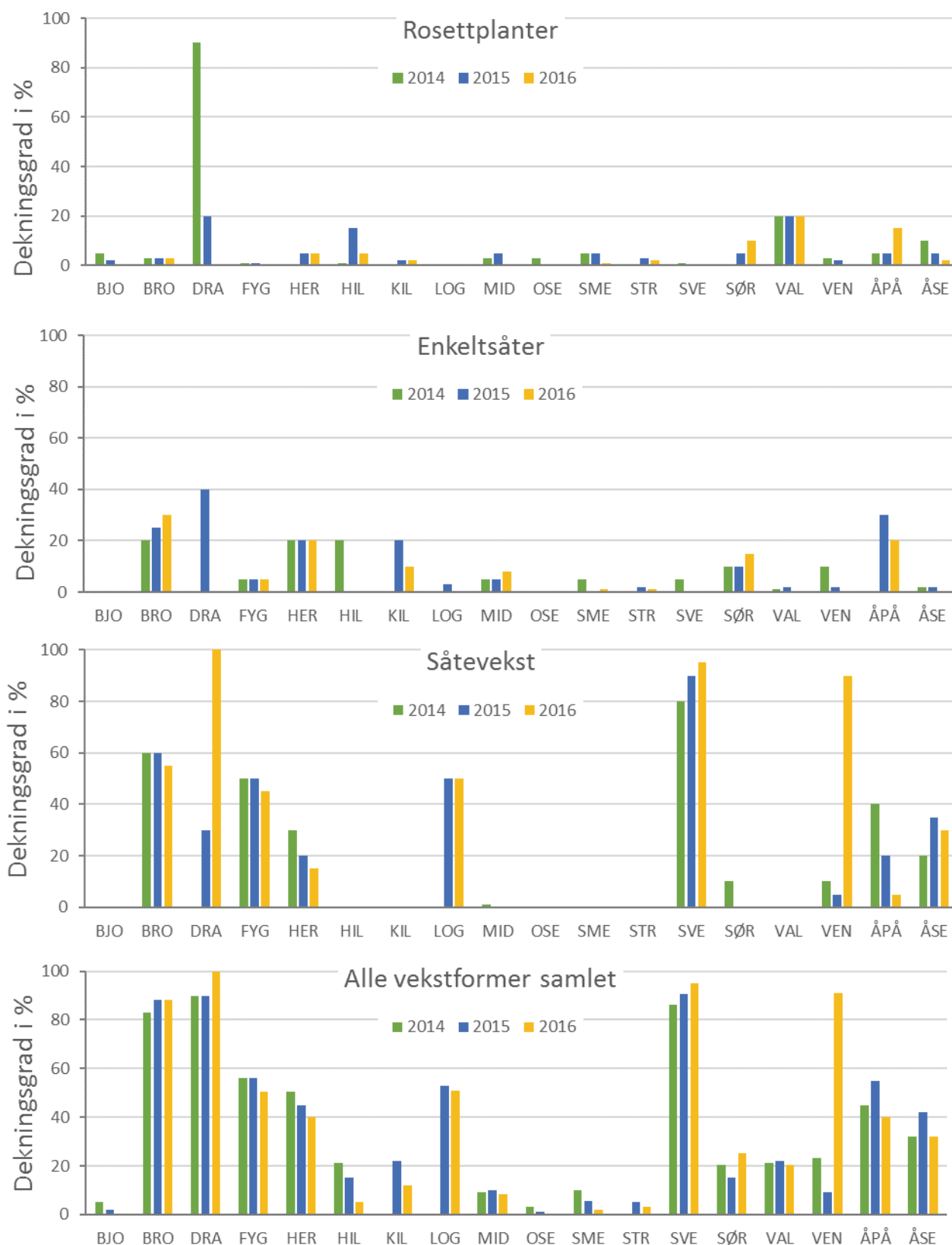
**Figur 10** D, E og F viser den prosentvise andelen av bunnflata på hver lokalitet som er dekket av krypsiv (alle vekstformer er inkludert). Denne metoden gir hovedsakelig samme inntrykk som den foregående kvantifiseringsmetodikken, og heller ikke med denne metodikken finner vi signifikante forskjeller mellom årene, verken for problemvekst- (GLM,  $F = 0.093$ ,  $n = 17$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.41$ ) eller referanselokalitetene (GLM,  $F = 2.30$ ,  $n = 17$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.14$ ).

Dekningsgraden av de ulike vekstformene av krypsiv på hver stasjon er illustrert for årene 2014-2016 i **Figur 11**. Det nederste søylediagrammet her tilsvarer **Figur 10** D, E og F samlet, mens søylediagrammene over utfyller bildet ved å vise hvor stor andel hver av de ulike vekstformene utgjør. Metodikken som benyttes for å angi dekningsgrad beror til en viss grad på skjønn, noe som kan gi seg utslag i små variasjoner fra år til år som ikke kan tilskrives endringer i planteveksten. Men det overordnede bildet viser at rosettplanter utgjør en liten andel av det dekte arealet, mens det kun er såtevekst som dekker mer enn 30 % av området på en stasjon. Unntaket fra dette er Drangsholt (DRA) i 2014. Denne stasjonen hadde 90 % dekning av rosettplanter i 2014, som gikk over til en blanding av rosettplanter, enkeltsåter og såtevekst i 2015, og var blitt til 100 % såtevekst i 2016. Av andre trender finner vi en liten nedgang i enkeltsåter på stasjonene Hillestad (HIL) og Kilefjorden (KIL), samt en nedgang i såtevekst på stasjonene Herefoss (HER) og Åpål (ÅPÅ) og en liten økning i Sveindal (SVE). Den tilsynelatende store økningen på stasjonen Vennessla (VEN) i 2016 skyldes at 2016-dataene representerer den nye stasjonen Sødal (SØD).

Det er også målt lengde på plantene av de ulike vekstformene, men her var det ingen tydelige trender. Resultatene er presentert i **Tabell 5** i vedlegget, og her finnes også en total oversikt over krypsivveksten målt pr stasjon i 2016.



**Figur 10.** Relativt krypsivvolum (*Juncus bulbosus*) på hver prøveflate i Mandalselva (A), Otra (B) og Tovdalselva (C) i 2014, 2015 og 2016. Prosentvis andel av bunnen som er dekket av krypsiv i Mandalselva (D), Otra (E) og Tovdalselva (F). Mørkeblå søyler viser lokaliteter med problemvekst, lysegrønne søyler viser referanselokaliteter. Lokalitetene LOG, STR og KIL ble ikke undersøkt i 2014. Fullt navn på hver stasjon finnes i **Tabell 1**.

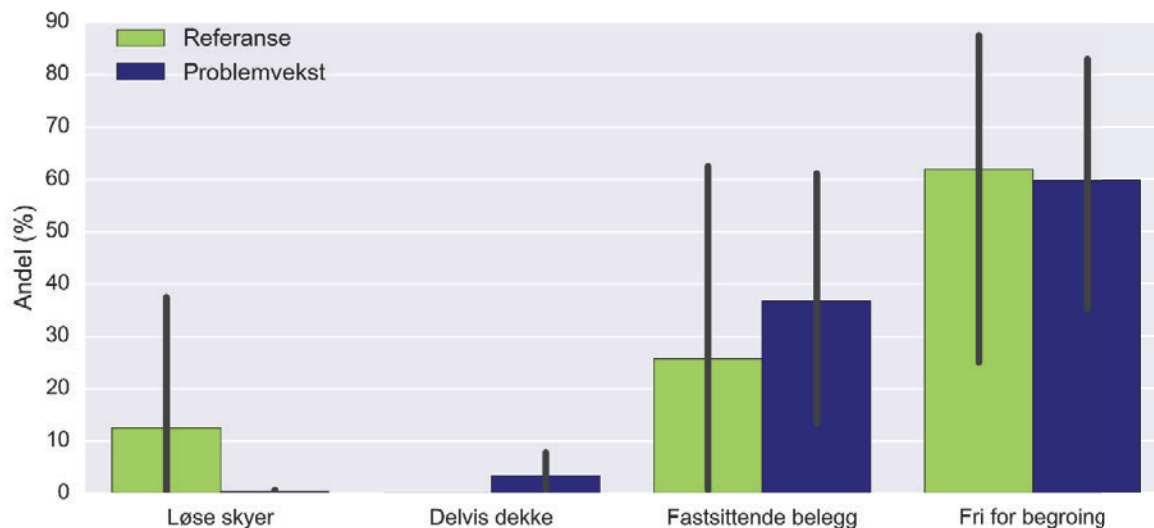


**Figur 11.** Dekningsgrad av krypsvi i 2014-2016 fordelt på ulike vekstformer og samlet dekningsgrad. For stasjonen VEN viser 2014 og 2015 data for stasjonen i Vennesla, mens 2016-dataene er hentet fra den nye stasjonen i Sødal (SØD).

## 3.2 Påvekstalger, begroingsalger og andre vannplanter

### 3.2.1 Påvekstalger

Det var ingen signifikante forskjeller i påvekstalger mellom problemvekst- og referanselokaliteter (**Figur 12**). Generelt sett var det mindre påvekstalger i Mandalselva enn i Otra og Tovdalselva, men det var stor variasjon fra stasjon til stasjon (se vedlegg A **Tabell 6**).



**Figur 12.** Andel av ulike former for påvekstalger fordelt på problemvekst- og referansestasjoner.

### 3.2.2 Begroingsalger og andre vannplanter

På fire av stasjonene ble det observert relativt mye begroingsalger, og disse ble samlet inn og undersøkt i mikroskop. En artsoversikt vises i **Tabell 3**. På alle de aktuelle stasjonene ble rødalgeslekten *Batrachospermum* observert i felt, og i Åseral, Fyglestveit og Hillestad ble også trådformede grønnalger observert. I mikroskop ble også andre grønnalgetaksa observert. Det ble ikke gjort kvantitative undersøkelser av dekningsgraden av de ulike begroingsalgetaksa, men samlet mengde begroingsalger er beskrevet i **Tabell 4**.

**Tabell 3.** Taksaoversikt for de fire stasjonene med betydelige mengder begroingsalger. Det er ikke gjort grundige undersøkelser av dekningsgrad, så mengdebeskrivelsene er relative. M = observert makroskopisk. For taksa kun observert i mikroskop gjelder x = sjelden, xx = vanlig, xxx = hyppig.

Taksa	ÅSE	FYG	HIL	MID
<b>Grønnalger</b>				
<i>Bulbochaete sp</i>		M		
<i>Cosmarium</i>		x		
<i>Microspora sp</i>	M	x		
<i>Microspora palustris</i>			xxx	
<i>Microspora palustris var minor</i>	xxx	x		
<i>Mougeotia a/b</i>			M	
<i>Zygnema a</i>			xxx	
<b>Rødalger</b>				
<i>Batrachospermum sp</i>	M	M	M	M

På alle stasjoner ble det observert minst ett annet vegetasjonselement i tillegg til krypsiv (**Tabell 4**). Det ble ikke observert markerte endringer i annen vegetasjon ved noen av stasjonene sammenliknet med tidligere år.

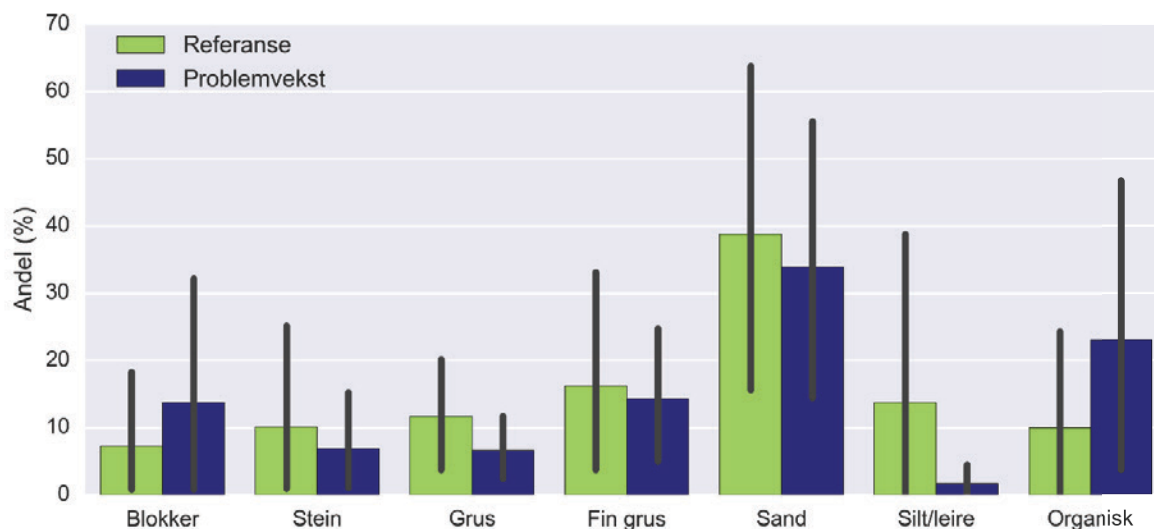
**Tabell 4.** Vannvegetasjon registrert ved 18 stasjoner i Mandalselva, Otra og Tovdalselva juli 2016. Mengdebeskrivelser på 5-punkt-skala der 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokal dominerende og 5=dominerende.

Latinsk navn	Norsk navn	LOG*	ÅSE	SVE	SME	FYG	MID	VAL	BRO	OSE	STR	KIL	SØD	HIL	ÅPÅ	HER	SØR	BJO	DRA
<b>Kortskuddsplanter (isoetider)</b>																			
<i>Isoetes echinospora</i>	Mjukt brasmegras	-	-	-	1-2	2-3	1-2	1-2	-	-	1	2	2	2	2	-	3	2-3	-
<i>Isoetes lacustris</i>	Stivt brasmegras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Litorea uniflora</i>	Tjønngas	-	-	-	-	-	3-4	-	-	-	3	-	-	3	3	3-4	2-3	2	2
<i>Lobelia dortmanna</i>	Botngas	-	-	-	3	2-3	2-3	-	-	-	3	2-3	1	3-4	4	4-5	3	3	2-3
<i>Ranunculus reptans</i>	Evjesoleie	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-
<i>Subularia aquatica</i>	Sylblad	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2-3	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Langskuddsplanter (elodeider)</b>																			
<i>Callitriche hamulata</i>	Klovasshår	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus bulbosus</i>	Krypsiv	4-5	3-4	5	2-3	4-5	3-4	3	5	1-2	2	3	5	3	4-5	4-5	3-4	2	5
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Tusenblad	-	-	-	2-3	2-3	1	-	-	-	2	-	2	-	-	2	-	2	1
<i>Potamogeton gramineus</i>	Grastjønna	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Pilblad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Utricularia minor</i>	Småblærerot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Utricularia ochroleuca</i>	Mellomblærerot	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	1-2	3-4	3-4	4	3	1	1-2
<i>Utricularia vulgaris</i>	Storblærerot	-	-	2	-	-	-	-	1	-	2	1	-	2	3	4	2-3	1	1
<b>Flytebladsplanter (nymphaeider)</b>																			
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-3	2
<i>Potamogeton natans</i>	Vanlig tjønna	-	-	-	-	2-3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-
<i>Sparganium angustifolium</i>	Flotgras	-	1	2	2	2-3	1-2	-	2	2	2	2	2	2	-	-	2-3	1	-
<b>Annen vannvegetasjon</b>																			
Begroingsalger		-	4-5	-	1-2	3-4	4	-	-	-	-	1-2	-	3	-	-	2	-	1
Vannmoser		-	3-4	-	-	2-3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

\* I Logna mangler informasjon om andre vannplanter og vannvegetasjon fordi det var for høy vannstand for prøvetaking i juli. Mengdeangivelse for krypsiv er basert på undersøkelser i september.

### 3.3 Bunnsubstrat

Bunnsubstratet varierer betraktelig mellom de ulike stasjonene, og det er også stor variasjon i mengden organisk materiale mellom de ulike lokalitetene (**Tabell 9** i vedlegget). Det var dog ingen signifikante forskjeller mellom problemvekst- og referanselokaliteter (**Figur 13**).



**Figur 13.** Bunnsubstratets fordeling på problemvekst- og referanselokaliteter i 2016. Noen stasjoner hadde et lag av organisk materiale på toppen av det uorganiske substratet, dette er ikke vist i figuren. Det var ingen signifikante forskjeller mellom problemvekst- og referanselokalitetene for de ulike substrattypene.

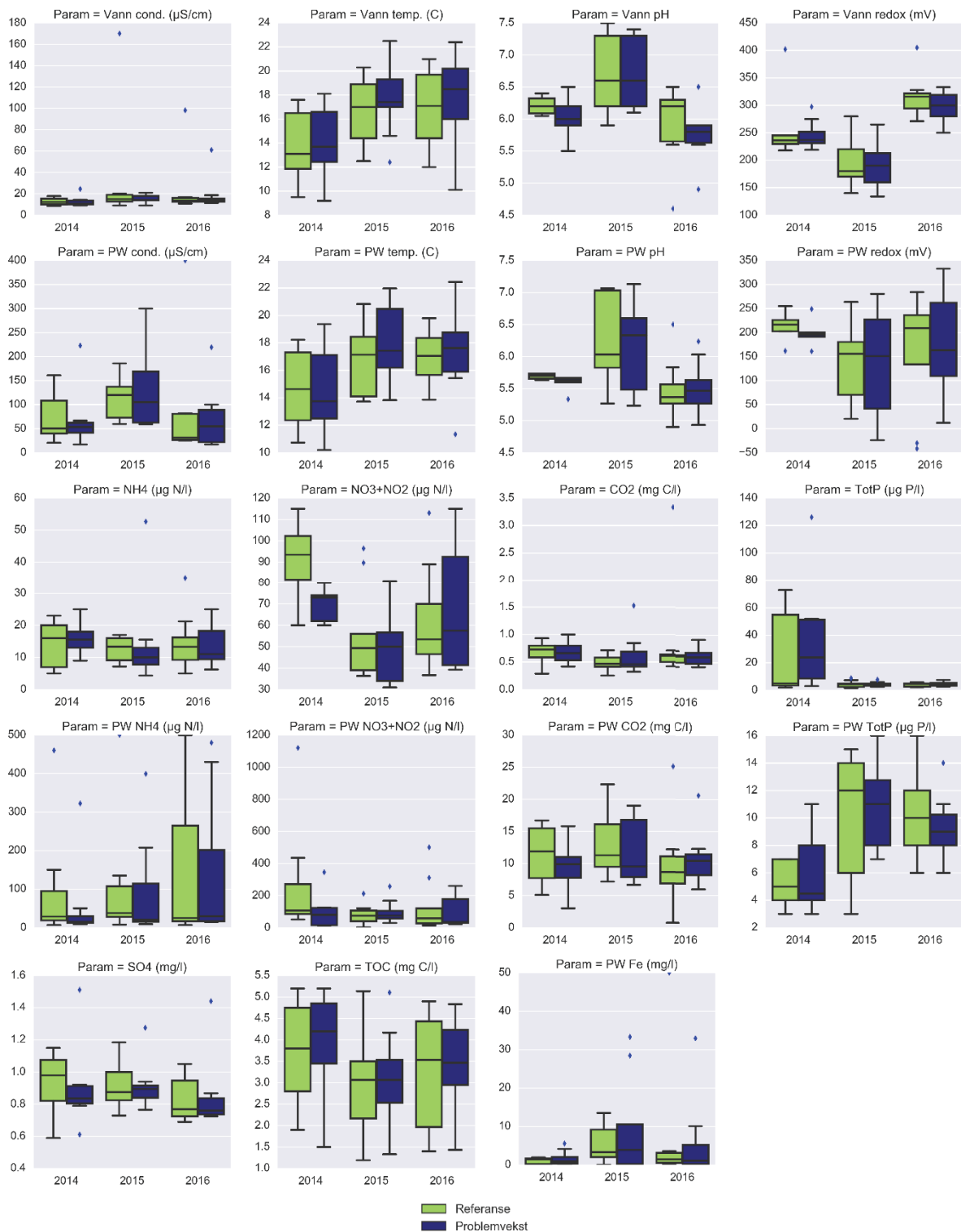
### 3.4 Vann og porevann

Konduktivitet, vanntemperatur, pH og redokspotensial er målt i felt siste uke i juli både i vannsøylen og i tre replikater av porevann (to øverste rader i **Figur 14**). For porevann er det benyttet gjennomsnittsverdier av de tre målingene. Det ble også tatt vann- og porevannsprøver på hver stasjon for analyse i laboratorium, og analyseresultater for CO<sub>2</sub>, TotP, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, SO<sub>4</sub> og TOC i vann og CO<sub>2</sub>, TotP, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N og TotFe i porevann er vist i de tre nederste radene i **Figur 14**. For vannkjemi er det vist et gjennomsnitt av fire målinger gjennom vekstsesongen, for porevann er de tre replikatene fra juli-målingene blandet til én prøve. Fosfatverdiene er ikke inkludert i figuren ettersom så mange verdier er under deteksjonsgrensa (<1 µg/L), men verdiene kan finnes i vedlegget (**Tabell 7**).

For alle parametere er det testet for forskjeller mellom problemvekst- og referansestasjonene i 2016, men det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller. Samme resultat ble funnet når data fra alle år ble slått sammen. Det er også testet for forskjeller mellom årene for hver parameter, og heller ikke her ble det funnet signifikante forskjeller. Det ble videre testet for å se om de ulike parameterne påvirket total dekningsgrad eller krypsivvolum, både ved å se på parameterne enkeltvis og ved å teste modeller med flere parametere. Ingen av disse viste signifikante forskjeller heller, med samtlige p-verdier over 0.05. Det ble også testet for å se om det var ulikheter i variasjonen mellom de tre porevannsprøvene på hver stasjon, men heller ikke her ble det funnet signifikante forskjeller (data ikke vist).

Analyseresultater for alle stasjoner og parametere finnes i **Tabell 7** (vannkjemi) og **Tabell 8** (porevann) i Vedlegg A.

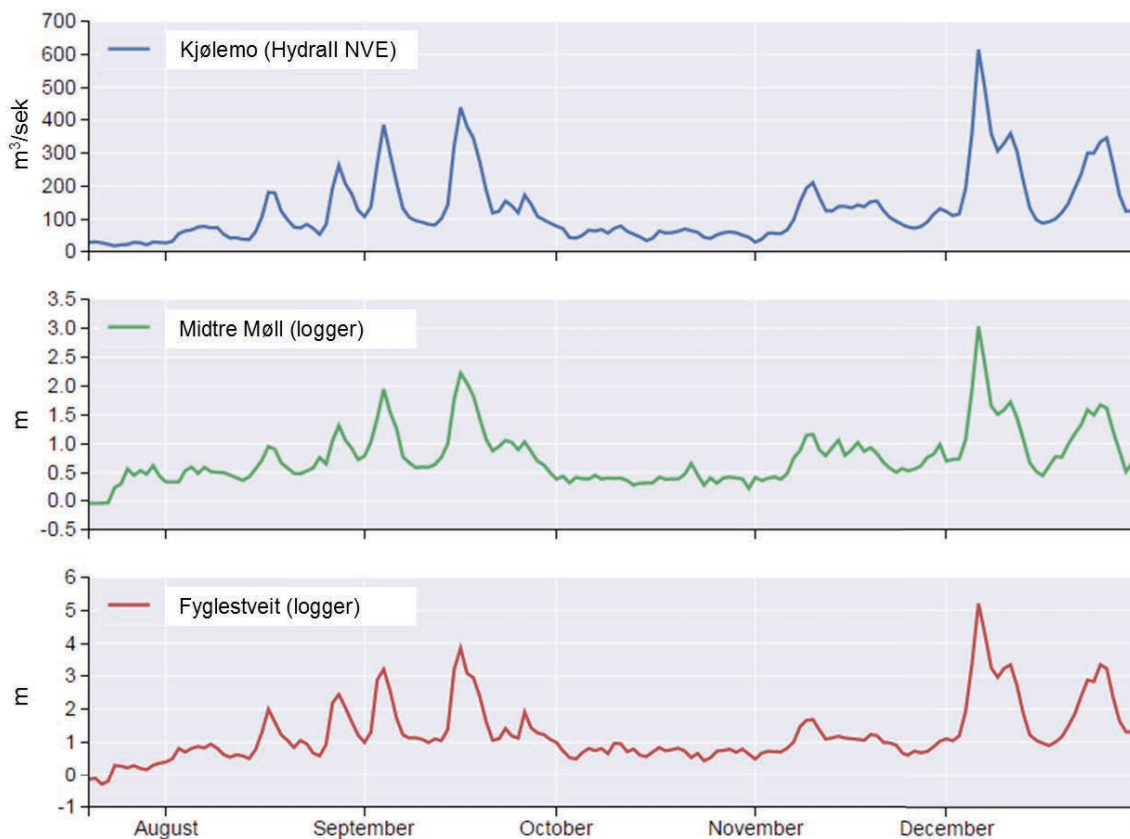




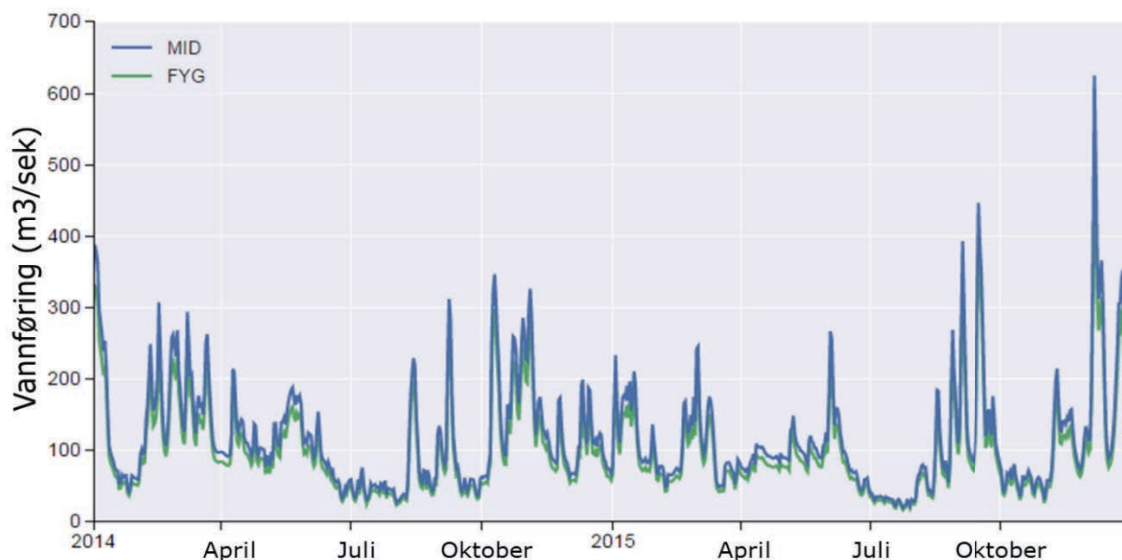
**Figur 14.** Vann- og porevannskjemi (PW) for problemvektst- og referanselokaliteter i Mandalselva, Otra og Tovdalselva 2016. Midtstrek i hver boks viser median, øvre og nedre boksgrense viser henholdsvis 75 og 25 % percentilen, øvre og nedre ytre strek viser maksimum og minimum. Det var ingen signifikante forskjeller mellom problemvektst- og referanselokaliteter eller mellom årene for noen av parameterne.

### 3.5 Vannføring

Det er samlet inn data fra NVE's HydraII-database til og med 2015. Disse kan benyttes for å estimere vannføring ved de ulike krypsivstasjonene. Foreløpig er dette testet for én HydraII-stasjon koplet til to krypsivstasjoner: Data for vannføring ved Kjølemo er arealskalert for å estimere vannføringen ved Midtre Møll (MID) og Fyglestveit (FYG) i Mandalselva. Først ble vannføring ved Kjølemo sammenliknet med vandybder målt med loggerne på Midtre Møll og Fyglestveit, og **Figur 15** viser at det er god overensstemmelse mellom begge krypsivstasjonene og Kjølemo. Dette indikerer at en enkel arealskalering vil være nok i disse tilfellene. Resultatene av arealskaleringen er vist i **Figur 16**.



**Figur 15.** En sammenlikning av vannføring registrert ved Kjølemo fra NVE's HydraII-database og vandybde registrert av utplasserte loggerne ved krypsivstasjonene Midtre Møll og Fyglestveit.

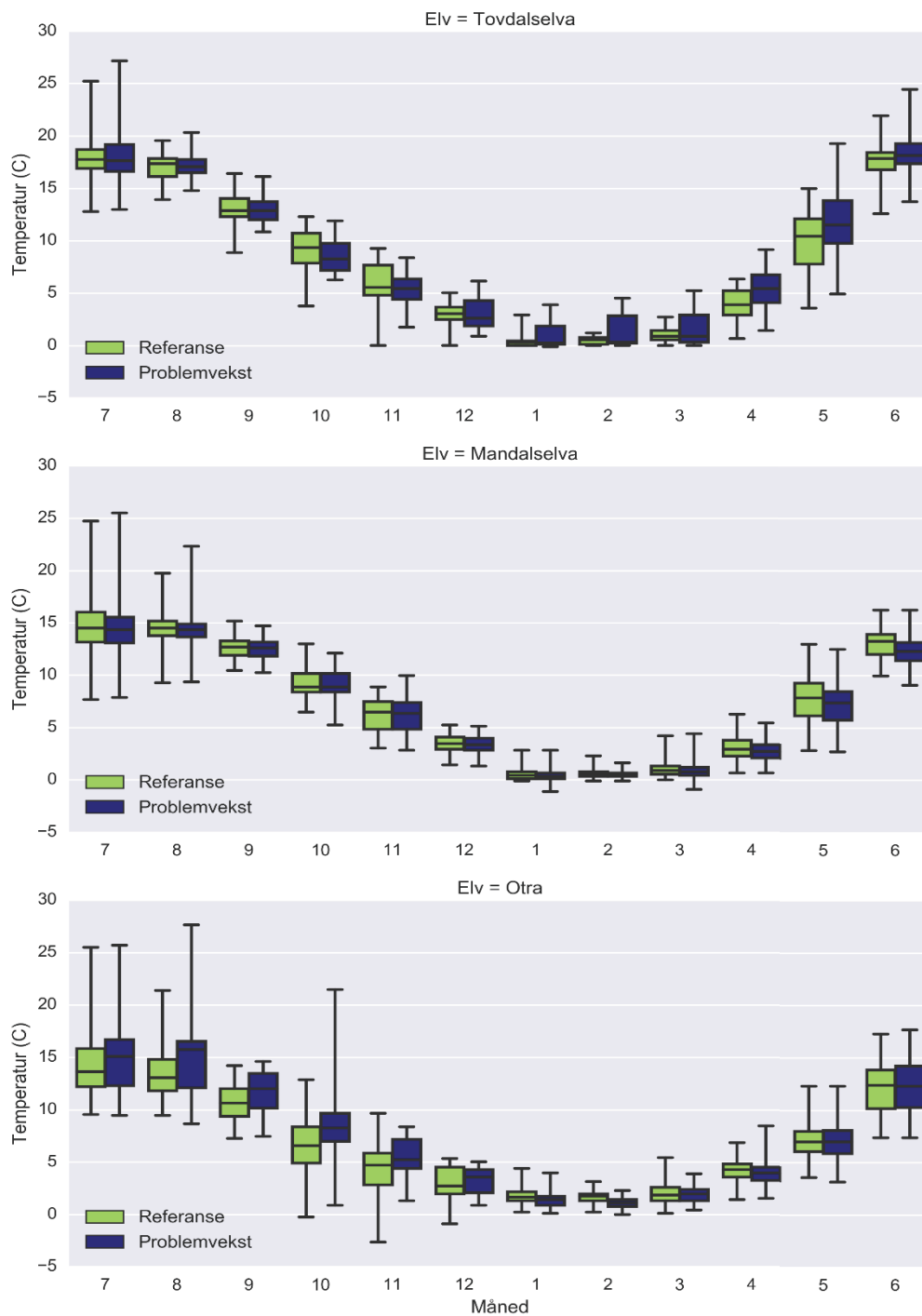


**Figur 16.** Estimert vannføring for stasjonene Midtre Møll (MID) og Fyglestveit (FYG) for 2014-2015 basert på vannføringsdata for NVE-stasjon Kjølemo.

Med data fra HydraII kan vi altså potensielt modellere vannføring for hele elvebredden ved hver lokalitet. Det vi ikke får modellert fra disse dataene er mer detaljert vannføringsmønster på hver krypsivlokalitet, altså der selve målingene og krypsivregistreringene foregår. Til dette arbeidet trenger vi mer nøyaktige målinger, og det ble derfor lagt ut trykkloggere på hver stasjon i juli 2015. Her registreres vanntrykket hvert 30. minutt, og disse tallene kan så regnes om til vanddyp. For å beregne vannføring er det nødvendig med vannhastighetsmålinger ved ulike vannføringer i tilstrekkelig grad til å lage kalibreringskurver for hver lokalitet. Dette arbeidet ble påbegynt i 2016, men er såpass tidkrevende at det er valgt å fordele det over flere år for å kombinere det med allerede oppsatt prøvetaking. Data fra dette arbeidet er derfor foreløpig ikke presentert, men det er gjort tester for å se på om det var mindre variasjon i vanddyp mellom problemvekst- og referanselokaliteter. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller eller klare trender i datamaterialet fra loggerne (juli 2015 til juli 2016).

### 3.6 Temperatur

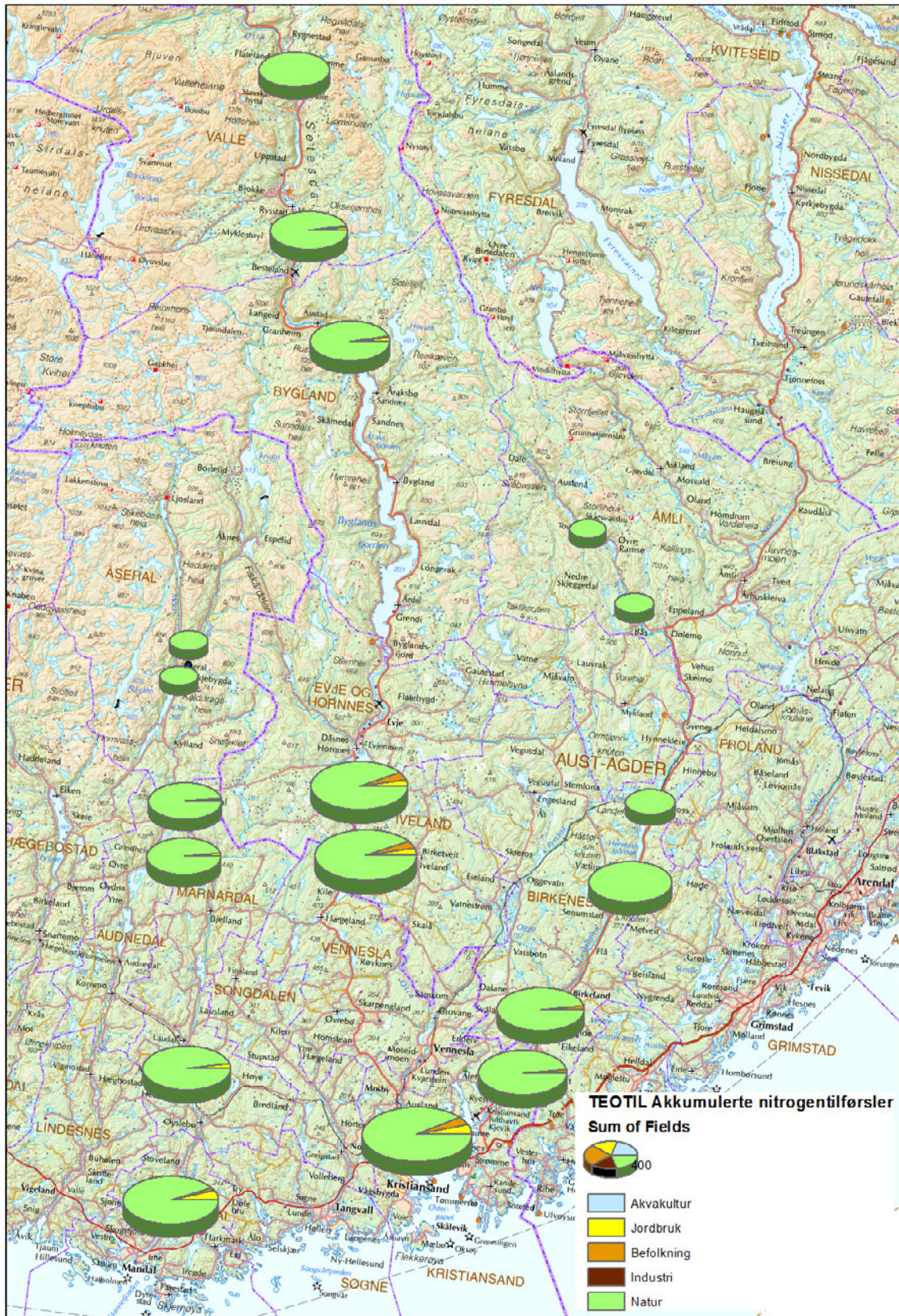
Temperaturdata fra loggerne er samlet inn og analysert for forskjeller mellom problemvekst- og referansestasjoner (**Figur 17**). Det var ingen signifikante forskjeller verken året sett over ett eller månedvis, men **Figur 17** antyder noen sesongforskjeller mellom problemvekst- og referansestasjonene. Disse trendene er dog ikke entydige mellom de tre elvene: For Tovdalselva kan det se ut til at problemvekststasjonene jevnt over har noe høyere temperatur enn problemvekststasjonene, med unntak av månedene september-november, da mønsteret er omvendt. For Mandalselva viser trenden en noe lavere temperatur for problemvekststasjonene i første halvdel av året, med mer like temperaturer i andre halvdel av året. For Otra viser trenden at problemvekststasjonene har noe høyere temperaturer fra og med juni til og med november, mens de har lik eller lavere temperatur i de resterende månedene.



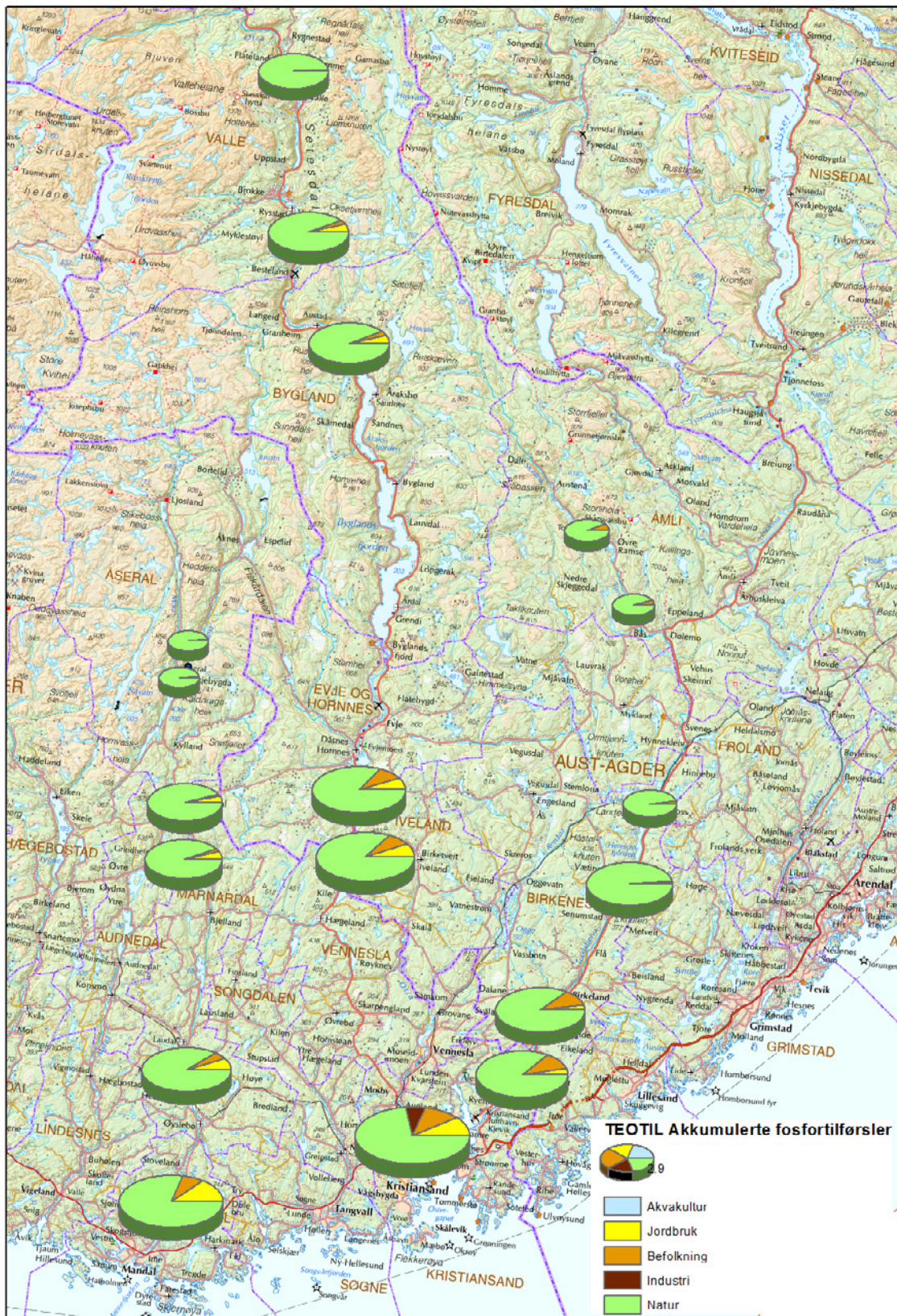
**Figur 17.** Vanntemperaturdata fra loggere fordelt elv og sammenstilt for å se potensielle ulikeheter mellom referanse- og problemvekstlokaliteter.

### 3.7 TEOTIL

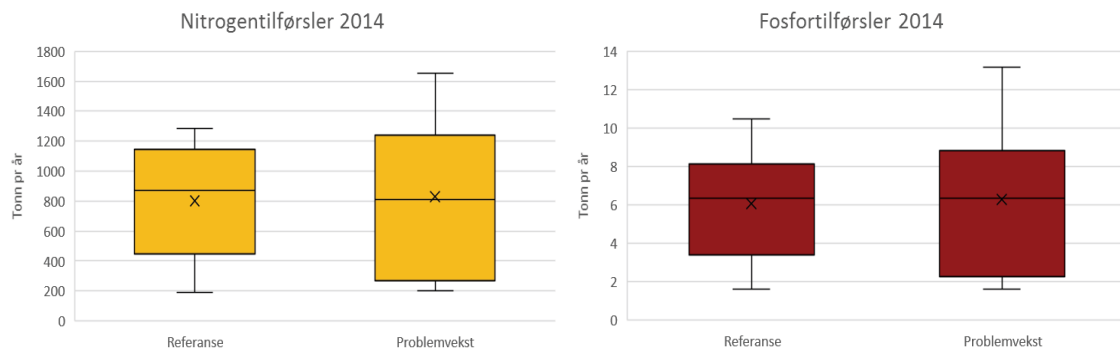
Ved å bruke verktøyet TEOTIL er det estimert tilførsler av nitrogen og fosfor fra nedbørfeltet til hver enkelt krypsivstasjon (**Figur 18** og **Figur 19**). Tilførslene er fordelt på ulike kilder, og den klart største kilden til næringsstoffer er avrenning fra naturområder. Det var ingen signifikante forskjeller i totale tilførsler mellom referanse- og problemvekstlokaliteter i 2014 (**Figur 20**). Detaljerte data finnes i vedlegget (**Tabell 10**).



Figur 18. Estimerte tilførsler av nitrogen til hver krypsivstasjon i 2014 fordelt på ulike kilder, modellert med TEOTIL (Selvik, Tjomsland og Høgåsen 2012).



Figur 19. Estimerte tilførsler av fosfor til hver krypsivstasjon i 2014 fordelt på ulike kilder, modellert med TEOTIL (Selvik, Tjomsland og Høgåsen 2012).



**Figur 20.** Estimerte tilførsler av nitrogen og fosfor fra nedbørfeltene til hver stasjon fordelt på referanse- og problemvekstlokaliteter.

### 3.8 Isgang/isdannelse

Det er høsten 2016 tatt kontakt med grunneiere ved alle krypsivstasjoner og disse har tatt på seg å rapportere isforholdene gjennom vinteren 2016/2017. Resultatene fra disse innledende undersøkelsene vil benyttes til å kartlegge hvorvidt det skal settes inn ekstra ressurser på iskartlegging ved noen av stasjonene senere år.

## 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). I innsjøer kan det se ut til at kalking har vært en viktig faktor for krypsivveksten (Lucassen m.fl. 2016), men denne forklaringen kan ikke direkte overføres til elvesystemene våre. 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 i elver.

2016 er det første året da vi har samlet inn alle data i henhold til overvåkingsprogrammets parameteroversikt og prøvetakingsfrekvens. Som de to foregående årene har det også i år vært stort fokus på å få rammene for overvåkingsprogrammet fastsatt, og mye ressurser har gått med til feltarbeid i flere runder. Men ettersom det nå har gått tre år av overvåkingen, og vi dermed for første gang potensielt kan finne indikasjoner på om det er trender i vårt datamateriale, har det i år også blitt utført mer utførlige statistiske analyser enn de to foregående årene. Da de siste data kom inn sent på året har det ikke vært tid til omfattende statistiske analyser av hele datamaterialet, men dette arbeidet vil starte våren 2017.

### 4.1 Krypsiv 2014-2016

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. Statistiske tester viser dog en klar og høyst signifikant forskjell i krypsivvolum og dekningsgrad mellom stasjonene definert som problemvekst og referanse (data ikke vist), så inndelingen viser et godt bilde av situasjonen på hver stasjon. 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.

Mengden krypsiv på hver stasjon kan måles på flere ulike måter, og vi har valgt å benytte to ulike mål i våre analyser: Total dekningsgrad og krypsivvolum (**Figur 10**). Begge metoder viser tydelig og signifikant forskjell mellom de definerte problemvekst- og referansestasjonene, men de to metodene gir noe ulikt utslag for enkeltstasjoner. Ved å bruke dekningsgrad får vi et godt bilde på hvor stor andel av prøveflata som består av krypsiv, men man mister informasjon om den vertikale utbredelsen av plantene – som er en viktig faktor i opplevelsen av krypsiv som problematisk. Et alternativ er derfor å benytte krypsivvolum, men også denne metoden har noen utfordringer: Basert på krypsivvolum kan man få inntrykk av at det totale volumet av planter varierer mye i Sveindal, men dette skyldes at krypsivplantene her er så lange at de fyller hele vannsøylen nesten uansett vannstand. Så når vannstanden endres fra én prøvetaking til neste vil dette gi seg direkte utslag i krypsivvolumet for denne stasjonen. Et bedre alternativ kunne vært å bruke % av vannmassene som er fylt av krypsivbiomasse, men dette ville gitt utfordringer på andre stasjoner der krypsivet ikke fyller hele vannsøylen. I videre statistiske undersøkelser anbefales det derfor å teste en kombinasjon av ulike krypsivmål for å se om dette kan gi bedre sammenfall med de andre målte parameterne.

På de fleste stasjonene har det ikke vært noen klare endringer i krypsivveksten fra 2014 til 2016, og dette gav seg utslag i testene som viste ingen signifikante endringer i løpet av perioden for verken problemvekst- eller referanselokalitetene. Fra **Figur 11** kan vi allikevel se noen trender det er verdt å merke seg: På Drangsholt har ikke dekningsgraden endret seg nevneverdig, men krypsivvolumet har økt (**Figur 10**). Dette skyldes at plantene har gått fra 100 % rosettvekst til 100 % såtevekst (**Figur 11**). Hele vannsøylen er nå fylt av såtevekst her, men det er en stasjon med grunt vann, så såteveksten har ikke



samme dramatiske preg som ved for eksempel Sveindal eller Brokke, der såtene er betraktelig lenger (**Tabell 5**). Fra figuren ser vi også en liten nedgang i enkeltsåteveksten ved Hillestad og i Kilefjorden, samt en liten nedgang i såteveksten ved Herefoss og Åpål og en liten økning i Sveindal. Økningen i Sveindal skyldes trolig at dypt vann i 2014 gjorde karakteriseringen vanskelig og at noe såtevekst dermed ble karakterisert som enkeltsåter, for helhetsinntrykket fra feltarbeidet tilsier relativt like forhold. Fra **Figur 11** er det ikke mulig å se noen tydelig endring i veksten ved Midtre Møll, men når det er såpass lave dekningsgrader kan selv små endringer i prosentpoeng dekning være tydelige i felt. Dette gjelder for Midtre Møll, der det har vært en tydelig økning i krypsiv både i dekningsgrad og i størrelse på plantene. Det blir spennende å følge denne og de andre stasjonene videre for å se om dette er trender som fortsetter i samme retning i årene som kommer, og i så fall i hvilken grad dette kan relateres til de andre målte parameterne. For de resterende stasjonene var inntrykket fra felt i overensstemmelse med resultatene.

Det er naturligvis klare forskjeller i krypsivveksten mellom problemvekst- og referanselokalitetene, det er nettopp dette som har vært grunnlaget for utvalget av lokaliteter. Men i Otra har det vært vanskelig å komme ut til de største såtevekstområdene, ettersom disse stort sett står på dypere vann enn vi kommer til ved prøvetaking, og ettersom det i de mest utsatte områdene gjøres tiltak (vi ønsker ikke at overvåkingsstasjonene er innenfor et tiltaksområde). I 2014 ble det derfor valgt å prøveta i en del av Venneslafjorden der vi fant såtevekst av tilsvarende vekstform som i dypere områder, men i mindre omfang. Siden den gang er det gjort endringer i en terskel nedstrøms. Dette har ført til store endringer i substratforholdene, med svært ustabile forhold, og i 2016 var det nesten ikke krypsiv igjen på stasjonen. Denne situasjonen er antatt å fortsette i flere år fremover, så vi har valgt å opprette en ny stasjon i Sødal som erstatning for Venneslafjorden. Den nye stasjonen er prøvetatt fra og med juli 2016, og den er en mye bedre stasjon enn den opprinnelige stasjonen i Vennesla med tanke på både dekningsgrad og tilgjengelighet. For stasjonen i Kilefjorden har dekningsgraden gått ned, og dette er ikke en optimal stasjon ettersom den står i et område som har innsjøpreg. Det hadde vært ønskelig å få en stasjon som er mer representativ for den problematiske veksten i området. Også Ose har vist seg å være uegnet ettersom prøvetakingsflata tørlegges hver høst og det derfor vil være tørlegging som er begrensende for krypsivveksten. I 2017 vil vi derfor, ved hjelp av lokalkjente, forsøke å finne mer velegnede stasjoner som erstatninger for særlig Ose, men forhåpentligvis også Kilefjorden.

## 4.2 Hvilke faktorer påvirker krypsivveksten?

Det var ingen signifikante forskjeller eller tydelige trender i vann- eller porevannskjemi mellom problemvekst- og referanselokalitetene i årets datasett, ei heller dersom vi slår sammen data for alle tre år. Det samme gjelder for estimerte næringstilførsler som undersøkt ved hjelp av TEO'TIL, for annen vannvegetasjon, substratforhold, vanntemperatur eller variasjon i vanndybder. Vi fant heller ingen signifikante sammenhenger mellom de ulike kjemiske parameterne og total dekningsgrad eller krypsivvolum, verken ved å se på enkeltparametere eller kombinasjoner av parametere. Disse resultatene er i overensstemmelse med tidligere studier av krypsiv i rennende vann (f.eks. Moe m.fl. 2013 og Schneider m.fl. 2013), 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 CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> og hydrologisk regime 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. Forhåpentligvis kan man da klare å fange opp trender som ikke er like tydelige ved kortere studier. Nå som det er samlet inn data fra tre år kan vi også begynne å bearbeide dem gjennom mer komplekse statistiske analyser, etter hvert også tidsserier. Og planen er å ferdigstille vannføringsdataene i 2017 slik at disse også kan inngå i analysene. Samlet sett gir dette oss større slagkraft i arbeidet med å finne potensielle årsaker til den massive veksten av krypsiv i enkelte områder.

### 4.3 Konklusjoner og forslag til videre undersøkelser

Mengden krypsiv har vært relativt stabil på de undersøkte stasjonene i perioden 2014-2016, med unntak av en endring i vekstform fra rosettplanter til såtevekst på Drangsholt. Det har ikke vært mulig å finne signifikante forskjeller eller tydelige trender som kan forklare forskjellene i krypsivveksten mellom de ulike stasjonene, selv ved ulike mål for krypsivveksten og ulike statistiske metoder. Nå som det er gått tre år av overvåkingen er det første gang vi potensielt kunne se trender i materialet, men ettersom de siste dataene kom inn sent på året har det ikke vært tid til å gjøre mer omfattende statistiske analyser. Dette arbeidet er planlagt satt i gang i begynnelsen av 2017 og vil forhåpentligvis kunne avdekke trender/korrelasjoner som de foreløpige analysene ikke har kunnet avdekke.

I tillegg anbefales følgende:

1. Videreføring av jobben med å lage kalibreringskurve slik at data fra vanntryksloggerne kan regnes om til vannføringsdata, samt videreføring av estimering av vannføring for hver stasjon basert på HydraII-data. 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. Ved å kople sammen disse to datasettene kan vi også se om det faktisk gir merverdi å analysere direkte på hver stasjon framfor å benytte allerede innsamlede vannføringsdata fra NVE.
2. Grundige analyser av temperaturdata fra loggerne samt oppfølging av grunneiere for innhenting av data om isdannelse og isgang. Dette vil være viktig for å se på hvorvidt det er ulikheter i sommer- og vintertemperatur mellom problemvekst- og referanselokaliteter, noe som kan påvirke vinteroverlevelse gjennom isdannelse om vinteren, fysisk stress på plantene og lengden på vekstsesongen.

## 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.
- Direktoratsgruppa (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.
- 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(5): 565-813.
- Moe, T.F., Brysting, 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. & Hawley, K. (2016) Årsrapport krypsivovervåking 2015. NIVA-rapport 6951-2016, 35 s.
- 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.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V. & Thirion, B. (2011) Scikit-learn: Machine Learning in Python, version 0.16.1 (2015). JMLR 12, pp. 2825-2830. Available at <http://www.jmlr.org/papers/volume12/pedregosa11a/pedregosa11a.pdf>
- Python Software Foundation (2015). Python Language Reference, version 2.7.10. Available at <http://www.python.org>
- 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.
- 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.
- Waskom, M. m.fl. (2016) Seaborn, version 0.7.dev. <http://doi.org/10.5281/zenodo.54844>

## Vedlegg A.

**Tabell 5.** Krypsivvekst registrert ved 18 stasjoner i Mandalselva, Otra og Tovdalselva i juli 2016. Det er seks replikater av hver vekstform (rosettplanter, enkeltsåter og såtevekst), og for hvert replikat av patch height er det også målt vanddybde (altså korresponderer første kolonne i patch height med første kolonne i vanddybde osv.). Patch height = hvor høyt i vannsøylen plantene stod. Plantelengde er målt fra sedimentoverflaten til skuddspiss.

Stasjon	Dato prøvetatt	Rosettplanter																		
		Dekningsgrad (%)	Patch Height (cm)						Vanddybde (cm)						Plantelengde (cm)					
LOG	29.10.2016	0,5	11	4	6	6	5	7	60	61	49	37	22	31	17	11	32	24	16	24
ÅSE	28.07.2016	2	8	5	7	9	5	5	75	73	72	70	65	73	19	14	18	22	21	18
SVE	28.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SME	28.07.2016	1	5	9	10	10	9	8	65	69	78	76	73	71	20	30	20	17	16	21
FYG	29.07.2016	0,5	6	6	5	7	8	7	56	65	73	58	58	51	20	25	20	22	24	20
MID	28.07.2016	0,5	4	3	4	9	5	6	54	39	29	27	36	48	24	13	26	31	30	37
VAL	27.07.2016	20	10	9	11	7	10	10	56	50	40	62	69	71	16	20	17	17	23	14
BRO	27.07.2016	3	17	15	6	23	8	25	62	49	52	52	44	55	29	16	14	25	17	34
OSE	27.07.2016	0,5	9	10	6	7	6	4	75	92	#	#	89	93	16	19	16	18	12	9
STR	27.07.2016	2	14	17	25	10	15	15	41	50	60	60	57	57	16	17	27	17	17	16
KIL	26.07.2016	2	14	12	12	10	10	10	67	67	74	65	58	59	23	14	33	26	18	25
SØD	29.07.2016	0,5	8	6	7	8	14	9	66	60	46	53	60	64	27	24	34	18	19	29
HIL	25.07.2016	5	11	12	13	15	17	14	43	52	31	20	27	49	17	31	25	19	20	30
ÅPÅ	25.07.2016	15	20	18	22	30	26	27	37	45	30	32	41	36	26	22	27	30	35	30
HER	25.07.2016	5	12	8	25	26	24	14	15	22	25	37	33	26	20	18	28	33	26	16
SØR	26.07.2016	10	7	15	5	11	15	5	26	45	42	55	46	47	20	32	33	33	34	32
BJO	26.07.2016	0,5	19	12	11	15	19	14	45	47	61	43	45	47	23	14	21	15	37	24
DRA	26.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stasjon	Dato prøvetatt	Enkeltsåter																		
		Dekningsgrad (%)	Patch Height (cm)						Vanddybde (cm)						Plantelengde (cm)					
LOG	29.10.2016	0,5	10	20	12	11	6	13	41	58	22	15	10	24	45	51	38	32	28	47
ÅSE	28.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SVE	28.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SME	28.07.2016	1	17	23	17	15	12	11	71	74	79	80	74	72	37	37	35	41	45	39
FYG	29.07.2016	5	15	18	15	9	10	11	53	79	80	55	49	50	65	45	69	52	50	97
MID	28.07.2016	8	10	29	22	12	14	25	66	29	33	36	40	47	66	59	60	54	78	70
VAL	27.07.2016	0,5	16	17	27	37	17	12	87	81	80	83	83	75	50	35	53	55	41	31
BRO	27.07.2016	30	28	22	40	20	37	13	42	55	60	43	57	47	35	88	65	67	50	45
OSE	27.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
STR	27.07.2016	1	16	18	18	50	20	26	57	60	60	63	58	48	33	21	22	50	23	27
KIL	26.07.2016	10	73	57	67	70	70	50	73	73	67	76	74	80	73	71	76	85	74	75
SØD	29.07.2016	0,5	29	45	13	11	NA	NA	71	51	60	60	NA	NA	73	58	84	43	NA	NA
HIL	25.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÅPÅ	25.07.2016	20	29	40	20	29	31	45	48	40	20	30	31	45	40	55	53	45	50	53
HER	25.07.2016	30	19	20	40	28	17	27	19	16	46	41	45	45	28	23	52	40	35	33
SØR	26.07.2016	15	22	12	25	13	15	10	46	47	52	41	60	45	55	50	53	50	60	52
BJO	26.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DRA	26.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Stasjon	Dato prøvetatt	Såtevekst																		
		Dekningsgrad (%)	Patch Height (cm)						Vanddybde (cm)						Plantelengde (cm)					
LOG	29.10.2016	50	10	12	12	7	6	10	46	48	26	17	18	27	34	32	49	50	39	47
ÅSE	28.07.2016	30	16	12	7	7	8	11	75	60	55	75	75	71	57	87	39	47	51	52
SVE	28.07.2016	95	46	63	42	28	45	58	46	63	58	50	52	58	125	145	79	102	195	145
SME	28.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FYG	29.07.2016	45	30	20	40	20	15	12	66	80	71	66	70	65	132	60	130	72	39	67
MID	28.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VAL	27.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRO	27.07.2016	55	59	45	47	45	45	58	61	62	54	45	60	58	230	85	105	190	107	132
OSE	27.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
STR	27.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KIL	26.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SØD	29.07.2016	90	32	38	30	41	54	55	58	42	48	41	54	55	127	56	67	115	81	78
HIL	25.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÅPÅ	25.07.2016	5	37	70	55	48	54	40	37	70	55	48	54	40	70	110	85	60	73	55
HER	25.07.2016	20	23	17	18	28	34	34	23	17	18	28	34	34	35	27	36	39	50	58
SØR	26.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BJO	26.07.2016	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DRA	26.07.2016	100	26	48	50	60	48	23	26	48	52	60	48	23	38	50	55	81	66	32

**Tabell 6.** Påvekstalger registrert i 2016.

<b>Påvekstalger</b>	<b>LOG</b>	<b>ÅSE</b>	<b>SVE</b>	<b>SME</b>	<b>FYG</b>	<b>MID</b>
Løse skyer	0	0	0	0	0	0
Fastsittende belegg	0	0	0	100	0	0
Delvis dekke	0	0	0	0	0	0
Fri for begroing	100	100	100	0	100	100

<b>Påvekstalger</b>	<b>VAL</b>	<b>BRO</b>	<b>OSE</b>	<b>STR</b>	<b>KIL</b>	<b>SØD</b>
Løse skyer	0	0	0	0	0	0
Fastsittende belegg	100	50	0	0	70	10
Delvis dekke	0	0	0	0	0	0
Fri for begroing	0	50	100	100	30	90

<b>Påvekstalger</b>	<b>HIL</b>	<b>ÅPÅ</b>	<b>HER</b>	<b>SØR</b>	<b>BJO</b>	<b>DRA</b>
Løse skyer	100	2	0	0	0	0
Fastsittende belegg	0	20	80	5	0	100
Delvis dekke	0	20	10	0	0	0
Fri for begroing	0	58	10	95	100	0

**Tabell 7.** Vannkjemi målt på stedet (temperatur, konduktivitet, pH og redox) og i laboratoriet (CO<sub>2</sub>, TOC, TotP, PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> og SO<sub>4</sub>) fra Mandalselva, Otra og Tovdalselva.

Parameter	Enhet	Tidspunkt	LOG	ÅSE	SVE	SME	FYG	MID	VAL	BRO	OSE	STR	KIL	SØD	HIL	ÅPÅ	HER	SØR	BJO	DRA	
Vanntemperatur	°C	Juli	13,1	13,3	16,3	16,1	16	17,1	14,4	10,1	12	17,6	18,7	18,5	20,1	20,2	20,8	19,7	21	22,4	
Konduktivitet	µS/cm	Juli	13,7	15,1	12,8	12,9	14,3	16	12,6	11,4	10,8	11,6	11,9	14,3	98,2	61	15,6	15,8	17	18,6	
pH		Juli	4,6	4,9	5,6	5,6	5,9	5,8	6,5	5,7	6,3	6,3	5,8	5,9	5,65	5,63	6,5	6,2	6,5	6,5	
Redox	mV	Juli	319	319	250	271	280	306	277	312	294	316	300	284	405	333	327	322	328	271	
CO <sub>2</sub>	mg C/L	Mai	0,54	0,52	0,84	0,80	0,82	0,78	0,79	0,57	0,59	0,57	0,54	-	0,43	0,40	0,78	0,79	0,76	1,10	
		Juni	0,51	0,44	0,62	0,62	0,57	0,61	0,54	0,51	< 0,1	0,48	0,36	-	0,54	0,43	0,62	0,54	0,57	0,94	
		Juli	0,58	0,58	0,43	0,48	0,56	0,49	0,56	0,60	0,60	0,47	0,44	0,57	0,35	0,34	0,85	0,75	0,78	0,65	
		September	0,41	0,44	0,70	0,64	0,58	0,58	0,63	0,58	0,49	0,49	0,39	0,48	0,37	0,51	0,86	0,76	1,10	0,97	
TOC	mg/L	Mai	3,5	3,5	3,2	3,3	3,8	3,9	1,7	1,5	1,1	2	2	-	3,4	3,5	3,7	4,1	4,2	3,6	
		Juni	3,2	3,2	2,7	2,7	2,9	3,0	1,4	1,4	1,2	2,1	2,1	-	4,0	3,4	3,9	4,3	4,9	4,9	
		Juli	8,0	7,8	3,9	4,3	3,4	3,7	1,7	1,4	1,9	1,8	1,9	2,1	3,3	3,8	4,9	4,9	4,7	4,8	
		September	6,6	6,6	5,2	5,6	5,0	5,4	6,0	5,8	4,5	2,6	2,4	2,4	5,3	4,3	4,3	5,5	5,6	5,6	
TotP	mg/L	Mai	3	3	4	4	5	6	1	1	1	3	5	-	2	2	3	9	4	7	
		Juni	3	3	3	3	4	4	2	2	1	3	4	-	3	2	3	3	7	11	
		Juli	10	10	5	7	5	6	2	6	3	2	3	4	3	3	4	4	4	7	
		September	5	5	6	6	7	7	4	4	4	3	2	2	3	3	3	3	5	5	
PO <sub>4</sub>	µg P/L	Mai	< 1	< 1	1	< 1	1	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	1
		Juni	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	3
		Juli	2	2	< 1	2	< 1	1	< 1	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2
		September	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NH <sub>4</sub>	µg N/L	Mai	19	18	34	33	27	31	5	8	8	17	17	-	14	14	11	21	25	14	
		Juni	12	11	20	18	14	9	< 5	< 5	< 5	8	< 5	-	5	7	10	15	7	22	
		Juli	17	14	16	15	11	10	< 5	7	< 5	10	7	6	13	7	9	8	9	11	
		September	< 5	< 5	21	19	15	15	< 5	< 5	< 5	11	10	7	5	6	10	17	99	53	
NO <sub>3</sub>	µg N/L	Mai	82	85	111	110	131	147	52	58	57	74	74	-	71	78	81	97	111	210	
		Juni	60	61	88	87	90	103	25	35	38	47	47	-	29	22	31	45	61	126	
		Juli	48	49	80	78	89	98	36	52	41	44	42	52	49	24	19	32	46	47	
		September	50	54	83	81	85	104	34	21	20	49	48	52	37	33	34	38	62	77	
SO <sub>4</sub>	mg/L	Mai	0,81	0,83	0,84	0,85	1	1,06	1,09	0,88	0,74	0,85	0,86	-	0,73	0,77	0,9	1,02	1,11	1,82	
		Juni	0,73	0,72	0,7	0,69	0,78	0,86	0,87	0,64	0,64	0,75	0,77	-	0,7	0,72	0,91	0,92	1,04	1,71	
		Juli	0,61	0,63	0,73	0,71	0,74	0,81	0,89	0,7	0,66	0,72	0,72	0,8	0,73	0,69	0,85	0,92	0,98	1,07	
		September	0,75	0,77	0,71	0,73	0,79	0,82	1	0,7	0,72	0,75	0,75	0,81	0,71	0,72	0,81	0,93	1,07	1,16	

**Tabell 8.** Porevannskjemi målt på stedet i tre replikater (konduktivitet, pH og redox) og i laboratoriet (CO<sub>2</sub>, TotP, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> og TotFe) fra Mandalselva, Otrå og Tovdalselva, alt basert på prøver tatt i juli 2016.

Stasjon	Konduktivitet			pH			Redox			CO <sub>2</sub>	TotP	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	TotFe
	μS/cm						mV			mg C/L	mg/L	μg N/L	μg N/L	mg/L
<b>LOG</b>	29	26	26	5,4	5,2	5,2	-42	-45	-39	9,8	6	9	27	1,90
<b>ÅSE</b>	15	18	19	5,5	5,0	5,3	223	303	260	8,5	8	21	175	0,52
<b>SVE</b>	146	124	30	6,5	5,3	5,1	-13	227	241	12,3	9	480	30	10,10
<b>SME</b>	126	63	53	5,8	5,8	5,9	280	288	285	8,7	7	7	> 500	0,03
<b>FYG</b>	23	19	18	5,5	5,5	5,1	170	142	178	6,0	6	15	23	1,12
<b>MID</b>	28	25	37	5,3	5,1	5,5	271	220	174	7,0	12	21	64	0,65
<b>VAL</b>	28	25	24	4,9	4,9	4,9	189	220	300	11,1	16	25	38	0,14
<b>BRO</b>	66	55	14	4,9	4,8	5,1	342	319	313	7,3	14	17	190	0,05
<b>OSE</b>	35	18	26	5,5	5,4	5,2	299	244	218	6,9	13	62	14	0,60
<b>STR</b>	179	596	425	6,3	6,7	6,5	41	-90	-42	25,1	12	500	59	>5
<b>KIL</b>	39	116	112	6,3	6,1	6,3	54	73	201	10,5	8	125	28	2,03
<b>SØD</b>	77	58	31	5,7	5,6	5,1	36	38	125	18,1	13	21	27	7,16
<b>HIL</b>	73	99	74	5,9	5,2	5,6	19	354	29	12,2	8	300	310	3,63
<b>ÅPÅ</b>	30	79	97	5,2	5,5	6,2	244	181	94	11,2	11	38	32	5,25
<b>HER</b>	18	27	21	5,4	5,2	4,9	354	295	350	10,4	9	17	260	0,21
<b>SØR</b>	45	31	18	5,4	5,7	5,4	251	143	235	5,1	8	17	23	1,44
<b>BJO</b>	87	50	51	5,8	5,0	4,7	51	55	324	10,9	10	265	120	3,15
<b>DRA</b>	209	186	263	6,0	5,7	6,4	8	74	-46	20,6	10	430	37	32,90



**Tabell 9.** Bunnsubstratets størrelsesfordeling jul 2016. På noen stasjoner var substratet helt eller delvis dekket av organisk materiale, og på disse stasjonene vil den totale dekningsgraden overstige 100 %..

Substrat	LOG	ÅSE	SVE	SME	FYG	MID	VAL	BRO	OSE	STR	KIL	SØD	HIL	ÅPÅ	HER	SØR	BJO	DRA
Blokker	5	35	0	0	<1	0	45	0	5	0	80	0	5	4	5	1	2	0
Stein	40	35	0	0	15	5	50	0	5	0	0	0	10	2	10	1	0	0
Grus	10	10	0	0	25	25	0	2	5	0	0	10	20	2	10	35	8	0
Fin grus	20	10	10	40	35	60	0	48	5	0	0	10	0	10	5	5	20	0
Sand	20	10	80	60	25	10	5	40	70	0	0	70	15	80	0	43	50	0
Silt/leire	0	0	0	0	0	0	0	10	10	100	0	5	0	0	0	0	0	0
Organisk	5	0	10	70	0	0	90	10	0	0	20	5	50	2	70	15	20	100
<b>Totalt</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>170</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>190</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabell 10.** Estimerte tilførsler av fosfor og nitrogen fra hver stasjons nedbørfelt i 2014. Dataene er estimert med TEOTIL (Selvik, Tjomsland og Høgåsen 2012).

Stasjon	Areal km <sup>2</sup>	Fosfortilførsler (P) i tonn pr år for 2014					Nitrogentilførsler (N) i tonn pr år for 2014				
		Jordbruk	Befolkning	Industri	Natur	SUM P	Jordbruk	Befolkning	Industri	Natur	SUM N
LOG	382	0,028	0,014	0	1,571	<b>1,614</b>	1,2	0,4	0	200,6	<b>202,2</b>
ÅSE	382	0,028	0,014	0	1,571	<b>1,614</b>	1,2	0,4	0	200,6	<b>202,2</b>
SVE	1075	0,214	0,088	0	5,175	<b>5,476</b>	11,0	3,3	0	713,8	<b>728,1</b>
SME	1105	0,301	0,114	0	5,440	<b>5,856</b>	14,8	3,8	0	734,3	<b>752,9</b>
FYG	1573	0,500	0,329	0	6,943	<b>7,773</b>	28,0	8,8	0	1022,8	<b>1059,6</b>
MID	1790	1,273	0,812	0	8,393	<b>10,479</b>	63,2	17,1	0	1161,8	<b>1242,1</b>
VAL	1625	0,040	0,061	0	4,728	<b>4,830</b>	2,0	5,1	0	683,2	<b>690,3</b>
BRO	1957	0,310	0,179	0	5,839	<b>6,328</b>	15,9	10,9	0	784,7	<b>811,6</b>
OSE	2236	0,313	0,174	0	5,867	<b>6,354</b>	18,4	11,4	0	841,1	<b>870,9</b>
STR	3142	0,544	0,736	0	7,168	<b>8,448</b>	39,9	50,0	0	1197,0	<b>1287,0</b>
KIL	3348	0,633	0,756	0	8,017	<b>9,406</b>	46,8	52,9	0	1305,6	<b>1405,3</b>
SØD	3750	1,096	1,439	1	9,220	<b>13,156</b>	71,2	65,9	10,5	1503,6	<b>1651,2</b>
HIL	339	0,030	0,117	0	1,787	<b>1,934</b>	1,6	1,5	0	187,6	<b>190,8</b>
ÅPÅ	385	0,021	0,083	0	1,606	<b>1,711</b>	1,5	1,4	0	200,8	<b>203,7</b>
HER	651	0,015	0,072	0	2,703	<b>2,790</b>	1,4	1,6	0	334,4	<b>337,4</b>
SØR	1610	0,015	0,087	0	7,184	<b>7,286</b>	1,4	3,1	0	927,5	<b>932,1</b>
BJO	1790	0,199	0,766	0	6,867	<b>7,832</b>	6,6	21,8	0	1020,6	<b>1049,0</b>
DRA	1828	0,264	0,828	0	7,178	<b>8,270</b>	8,3	22,5	0	1045,1	<b>1075,9</b>

## 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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)