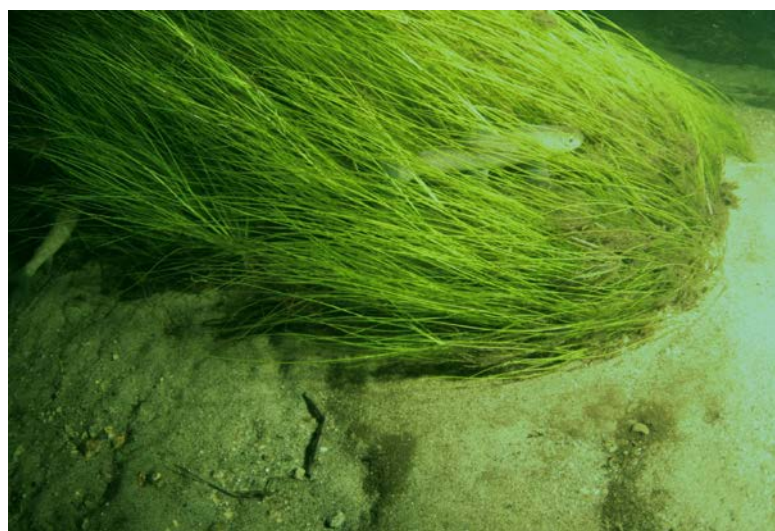


Påvirkning av krypsiv på anadrom fisk og mangfold av bunndyr

Gaute Velle, Helge Skoglund, Bjørnar Skår og Bjørn Barlaup



| | | |
|---|---|--|
| LABORATORIUM FOR FERSKVANNSSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE, LFI UNI MILJØ THORMØHLENSGATE 49b 5006 BERGEN | | TELEFON: 55 58 22 28 E-POST: lfi@uni.no |
| LFI UNI MILJØ Rapport nr. 231 | ISSN-1892-889 | |
| TITTEL: Påvirkning av krypsiv på anadrom fisk og biologisk mangfold av bunndyr | DATO:30.03.2014 | |
| FORFATTERE: Gaute Velle, Helge Skoglund, Bjørnar Skår og Bjørn Barlaup | GEOGRAFISK OMRÅDE: Vest Agder, Hordaland, Sogn og Fjordane, Rogaland | |
| OPPDRAGSGIVER: Krypsivprosjektet på Sørlandet | ANTALL SIDER: 52 | |
| SAMMENDRAG: <p>Hovedformålet med denne undersøkelsen har vært å finne effekter av krypsiv på anadrom fisk, samt effekter på biologisk mangfold av bunndyr og tettheter av bunndyr. Krypsiv kan være et problem for gytende fisk dersom gyteplasser gror igjen. Imidlertid viste en registrering av krypsiv og gytesubstrat i over 50 vassdrag på Vest- og Sørlandet, samt en grundigere kartlegging av krypsiv og gytegrus i Mandalselva, at omfanget av dette problemet er begrenset. Kun enkelte viktige gyteområder har omfattede vekst av krypsiv. Så lenge ikke substratet er dekket av krypsiv vil fisken gyte i mosaikkhabitat med grus og krypsiv. Også for bleka tilsa resultatene at krypsivet i liten grad utgjør en begrensning for gytemuligheter på de undersøkte områdene av Otra.</p> <p>Undersøkelsene viste videre at tettheten av ungfisk generelt er høyere i habitater med krypsiv enn i habitater med grus. I tillegg fant vi høyere tettheter av bunndyr i krypsiv enn i grus, samt et høyere antall arter. Dette ble også reflektert i fiskens mageinnhold der bunndyrene fisken hadde spist hovedsakelig stammet fra krypsiv. Det er derfor sannsynlig at moderate mengder krypsiv kan være positivt for ungfiskproduksjonen i mosaikkhabitat med grus og krypsiv. Krypsiv gir gode skjulmuligheter og godt næringsgrunnlag. Undersøkelsene av fiskeyngel og bunndyr ble utført i Mandalselva (Vest Agder) og i Matreelva (Hordaland).</p> <p>Vi kartla krypsiv og gytesubstrat under snorkling. En sammenlikning av kartleggingen av krypsiv basert på snorkling med en eksisterende kartlegging basert på flyfoto, viste at kartleggingen basert flyfoto mest sannsynlig gir overdimensjonering av utbredelsen av krypsiv. Det kan være at mose og annen vegetasjon i elvene blir feiltolket som krypsiv fra flyfoto.</p> | | |
| EMNEORD: krypsiv, anadrom fisk, sjøaure, laks, bleka, gytesubstrat, bunndyr, biologisk mangfold | | |
| FORSIDEFOTO: Lakseyngel i krypsiv fra Mandalselva (foto Helge Skoglund), ørret i krypsiv fra Otra oppstrøms Byglandsfjorden (foto Bjørn Barlaup), nye krypsivskudd og påvirkning på sedimenter i Matreelva (foto Gaute Velle), gytesubstrat omkranset av krypsiv i Mandalselva (foto Helge Skoglund) | | |

Forord

Mye av aktiviteten til LFI er feltbasert. I felten noterer vi oss en rekke observasjoner som gjerne diskuteres i etterkant. Vi blir derfor bevisste på hendelser og problemstillinger i økosystemene. Fremveksten av krypsiv er en slik problemstilling. Arbeidet som presenteres i denne rapporten omhandler effekter av krypsiv. Vi har forsøkt å finne i hvilken grad krypsiv påvirker gytesubstrat og yngel av anadrom fisk, samt hvordan krypsiv påvirker mangfold og tettheter av bunndyr. Mye av det som presenteres i denne rapporten representerer ny kunnskap.

Vi vil rette en stor takk til Krypsivprosjektet på Sørlandet for bevilgningen til arbeidet. Oppdraget kom som en oppfølger til en studie der LFI kartla tilstanden av krypsiv på et utvalg gyteområder for laks i Mandalselva i 2004 og 2005.

Undersøkelser av gyteplasser og kartlegging av krypsiv ble utført av Svein Erik Gabrielsen, Helge Skoglund, Bjørnar Skår og Gaute Velle. El-fisket ble utført av Helge Skoglund og Gaute Velle. Innsamling av bunndyrprøver ble utført av Godtfred Anker Halvorsen og Gaute Velle, mens sortering og artsbestemmelser av bunndyrene ble gjort av Arne Johannessen, Torunn Landås og Gaute Velle. Bjørn Barlaup sto for registreringer av krypsiv på blekas gyteplasser. Alle fotografier i dette arbeidet er tatt av forskere ved LFI. Shape-filer for Mandalselva ble stilt til disposisjon av Fylkesmannen i Vest-Agder. Vår hovedkontakt i Krypsivprosjektet på Sørlandet har vært Atle Torvik Kristiansen.

Bergen, mars 2014



Gaute Velle
Prosjektleder

1 Innhold

| | |
|---|-----------|
| 1 Innhold | 5 |
| 2 Innledning | 6 |
| 2.1 Krypsiv på gyte- og oppvekstområder for laks..... | 6 |
| 2.2 Krypsiv og bleka..... | 8 |
| 2.3 Hensikter | 9 |
| 3 Metoder | 11 |
| 3.1 Kartlegging av gyteområder og krypsiv i Mandalselva | 11 |
| 3.2 Kartlegging av krypsiv på gyteområder i lakseførende elver i Vest- og Sørlandet | 11 |
| 3.3 Elektrisk fiske | 11 |
| 3.4 Kvalitative undersøkelser av bunndyr..... | 13 |
| 3.5 Analyse av mageprøver..... | 14 |
| 3.6 Kvantitative undersøkelser av bunndyr | 14 |
| 3.7 Statistiske analyser..... | 15 |
| 3.8 Kartlegging av strekninger med krypsiv og bleka..... | 16 |
| 4 Resultater og diskusjon | 17 |
| 4.1 Utbredelse av krypsiv på lakseførende elvestrekninger på Vest- og Sørlandet..... | 17 |
| 4.2 Påvirkning av krypsiv på bleke..... | 19 |
| 4.3 Kartlegging av krypsiv på gyteområder i Mandalselva..... | 23 |
| 4.4 Elektrisk fiske: Ungfiskens bruk av områder med krypsiv | 37 |
| 4.5 Biologisk mangfold av bunndyr..... | 40 |
| 4.6 Mageprøver og fødevalg hos fisken | 43 |
| 4.7 Tettheter av bunndyr..... | 45 |
| 5 Konklusjoner | 47 |
| 6 Videre oppfølging | 49 |
| 7 Referanser | 50 |

2 Innledning

Krypsiv (*Juncus Bulbosus*) er en plante i sivfamilien (Juncaceae) som lever i ferskvann og på land i Europa (ProČKÓw 2008). Krypsiv er vidt utbredt i Norge, og spesielt i kystnære og næringsfattige vassdrag. I løpet av de siste tre tiårene har utbredelsen av krypsiv økt i store deler av Nordeuropa, samtidig som det har skjedd en fortetning av populasjonene (Brandrud 2002; Roelofs 1983). På Sørlandet var økningen tydeligst mot slutten av 1980-tallet (Johansen 1993). Dette har ført til problemvekst av krypsiv i mange elver og innsjøer. Under slik problemvekst kan tett krypsivvekst dekke store områder i elver og innsjøer. Vanlig vekstform av krypsiv har 10-20 cm lange skudd, men under gunstige forhold kan den gjerne nå 3 meter og danne tette tepper som vokser helt opp til vannoverflaten.

Det er mange faktorer som har ført til økt problemvekst av krypsiv i Norge. Planten har plastisk vekstform og evne til å bruke CO₂ fra porevannet i sedimentene som karbonkilde (Lucassen m.fl. 2012). Kalking i sure vassdrag fører til en favorisering av krypsiv siden konsentrasjon av CO₂ i porevannet øker (Roelofs m.fl. 1994). Krypsiv kan dermed konkurrere ut en del andre planter som har høyere næringskrav, og som er avhengig av karbonater som karbonkilde. I Norge forekommer problemvekst oftere i innsjøer med lavere pH, lav konsentrasjon av fosfat, og med høye konsentrasjoner uorganisk nitrogen i forhold til fosfat (Moe m.fl. 2013). I elver forekommer problemvekst oftere under forhold med lav pH og noe høyere konsentrasjon av fosfat (Schneider m.fl. 2013). Problemveksten forekommer gjerne i regulerte vassdrag siden forholdene her er stabile, og elvene er mindre utsatt for flommer og innfrysing som eroderer på elvebunnen. Likevel kan problemvekst også forekomme i uregulerte vassdrag. Samtidig er problemveksten også forbundet med hyppigere forekommende milde vintre med mye nedbør.

Problemveksten av krypsiv hindrer tradisjonelle friluftaktiviteter som fiske og bading, og kan også føre til redusert fremkommelighet for båt. I tillegg endrer krypsivet strømregimet i elver, noe som fører til at krypsivet fanger partikler fra vannet. Partiklene akkumuleres og opprinnelig elvebunn dekkes av mudder og av krypsiv. Man har også antatt at problemveksten fører til minsket biodiversitet og påvirker fisk negativt siden fiskens gytegrus kan dekkes av mudder og krypsiv (Moe 2012; Moe m.fl. 2013). Imidlertid mangler studier i elver som forsøker å finne hvordan krypsiv påvirker gytefisk og fiskeyngel, samt studier som viser i hvilken grad krypsiv påvirker biodiversitet og tetthet av bunndyr.

2.1 Krypsiv på gyte- og oppvekstområder for laks

De største problemvekstområdene opptrer som regel i stille- og sakteflytende elvepartier, men det er ikke uvanlig å finne større krypsivforekomster også på mer strømrrike partier av elven hvor laks og sjøaure har sine gyte- og oppvekstområder (Skoglund m.fl. 2006). Laksen er svært selektiv i



Figur 1. Bildet viser gytegrus og krypsiv ved utløpet av kraftstasjonen ved Bjelland i Mandalselva. Krypsiv og gytefisk er her i et konkurranseforhold om plassen. Krypsivet kan gro inn i gytesubstratet og gytende fisk kan grave bort nye skudd av krypsiv.



Figur 2. Yngel av laks frå Fuglestveit i Mandalselva. Fisken står under krypsiv som gir skjul og mulighet for hvile.

valg av gyteområder, der en kombinasjon av bunnsubstrat, vanddyb og vannhastighet er de viktigste kriteriene for valg av gyteplass (Barlaup m.fl. 1994). Det kan ofte være begrensede områder av det totale elvearealet som er egnet for gyting, og disse områdene har en nøkkelfunksjon for rekrutteringen til laksebestandene. Dersom krypsivet danner kompakte torver/matter, kan disse, sammen med finsubstratet som akkumuleres, danne en fysisk barriere over elvebunnen og dermed forhindre laksen i å grave gytegrøpene (Figur 1). Det er imidlertid funnet tilfeller der gyteområder er delvis eller helt dekket av krypsiv både på Sørlandet (Skoglund m.fl. 2006) og Vestlandet (Gabrielsen m.fl. 2011). Det har ikke vært kjent hvorvidt krypsivvekst forekommer i et omfang der dette påvirker gyteforholdene i omfattende grad i lakseførende elvestrekninger på Sør- og Vestlandet.

I tillegg til mulige effekter på gyteforholdene for laks og aure, er det sannsynlig at krypsiv også kan påvirke oppvekstforholdene til ungfisk av laks og aure. Begroing på elvebunnen kan ha både positive og negative effekter på ungfisk. For lakse- og aureunger er tilgang til skjul svært viktig for å unngå predasjon og for å finne hvileplasser (Figur 2), og tilgang til skjulplasser kan ha stor effekt på ungfiskproduksjon (Finstad m.fl. 2007). Tilgang til skjulplasser finner ungfisken i hulrom mellom steiner på elvebunnen, men også blant kvister, røtter og i vannvegetasjon (Armstrong m.fl. 2003). På den annen side kan omfattende begroing av f.eks. mose også danne en barriere over elvebunnen, og dermed hindre fisken i å få tilgang til hulrom i substratet (Heggenes og Saltveit 2002). Det er ikke kjent hvordan ulike mengder krypsiv påvirker skjul og ungfiskproduksjon hos laks og aure.

2.2 Krypsiv og bleka

Bleka i Byglandsfjorden er en relikts laks som gjennomfører hele livssyklusen i ferskvann (Figur 3). Dette gjør den til en av Norges mest spesielle fiskebestander med høy vernestatus. Bleka ble nesten utryddet av de samlede effektene av forsuring og vassdragsreguleringer på slutten av 1960-tallet og den har siden vært avhengig av kultiveringstiltak (Barlaup m.fl. 2009). Før bestandssammenbruddet var strekningen i Otra oppstrøms Byglandsfjorden det viktigste gyteområdet for bleka. Siden slutten av 1990-tallet har bestanden tatt seg opp som følge av redusert forsuring og undersøkelser i det såkalte Blekeprosjektet har vist at bleka siden begynnelsen av 2000-tallet igjen har tatt i bruk flere gyteplasser, både sør i Byglandsfjorden ved Vassenden (Barlaup m.fl. 2009) og også i de senere år strekningen i Otra oppstrøms fjorden (Kleiven m.fl. 2012). Samtidig er flere deler av leveområdet til bleka et belastet krypsivområde og det er derfor viktig å overvåke situasjonen med tanke på om krypsivet utgjør en begrensning for den pågående reetableringen av bleka.



Figur 3. Bleka har sitt utbredelsesområde i Byglandsfjorden i Otravassdraget i Aust-Agder. Denne spesielle laksestammen er såkalt relikte laks som gjennomfører hele livssyklusen i ferskvann. I Norge har vi hatt fire slike relikte laksestammer. To av disse er gått tapt: Den relikte Vänern-laksen som tidligere vandret opp i Trysilelva, og den relikte laksen i Nelaug i Arendalsvassdraget. De to gjenværende bestandene er den såkalte småblanken i Namsenvassdraget og bleka i Otravassdraget.

2.3 Hensikter

Den primære hensikten med denne studien har vært å kartlegge effekter av krypsiv på gyte- og oppvekstområder hos anadrom laks og sjøaure, samt finne effekter av krypsiv på artsdiversiteten av bunndyr. Studien består av seks nært tilknyttede del-studier:

1. Mulighetene for gyting kan reduseres dersom gyteområdene vokser igjen med krypsiv. Vi har kartlagt hvor vanlig krypsiv er på gyteplasser ved observasjoner ved snorkling i elver i 53 vassdrag på Vest- og Sørlandet. Dette er gjort i forbindelse med gytefisketelling og annen feltaktivitet.
2. I Mandalselva har vi utført en omfattende kartlegging av både gyteområder og forekomst av krypsiv ved snorkling. Dette er videre sammenlignet med krypsiv tidligere kartlagt ved ortofoto.
3. For å finne hvordan ungfisk påvirkes av krypsiv har vi registrert fisken preferanse for habitat. Dette er gjort ved å sammenlikne tettheter av fiskeyngel ved elektrisk fiske i områder med- og uten krypsiv i Mandalselva og i Matreelva. Tetthet av ungfisk er en god indikasjon for mulige effekter på fiskeproduksjonen og bestandssituasjonen.
4. For bedre å kunne anslå hvordan krypsiv påvirker næringsgrunnlag for ungfisk, har vi registrert bunndyrfaunaen i områder med og uten krypsiv. Vi har samtidig brukt resultatene

for bunndyr for å finne om artsdiversiteten av bunndyr i krypsiv er forskjellig fra artsdiversiteten utenfor krypsiv. Dette er gjort for Mandalselva og Matreelva.

5. For å undersøke hvorvidt fiskens føde stammer fra områder med eller uten krypsiv har vi analysert sammensetningen av bunndyr i fiskemager og sammenliknet sammensetningen med faunasammensetning i områder med eller uten krypsiv. Dette er gjort i Mandalselva og i Matreelva.
6. Næringsforholdene er videre analysert ved å kvantifisere tettheter av bunndyr i områder med og uten krypsiv i Mandalselva.

3 Metoder

3.1 Kartlegging av gyteområder og krypsiv i Mandalselva

Kartlegging av gyteområder og prosentvis dekning av krypsiv ble utført 12. april 2013 og 19.-21. august 2013 ved at to personer iført tørrdrakt, snorkel og dykkemaske fløt nedover anadrom strekning av Mandalselva (unntatt Mannflåvatnet). Det var relativt god sikt i vannet under dykkingen (ca. 5 m sikt). Underveis ble gytegrus og krypsiv inntegnet på vannfaste kartblad. Det ble fokusert på å kartlegge gyteområder og prosentvis dekningsgrad av krypsiv som vokser over gyteområdene. Underveis ble det også inntegnet dekningsgrad av krypsiv utenfor gyteområdene. Dette ble gjort grovere enn registreringen av krypsiv i gyteområdene og klassifisering er fire-delt: <5 % dekning (krypsiv er i all hovedsak fraværende), 5 til 25 % dekning, 25-50 % dekning eller 50-100 % dekning (krypsiv dominerer elvebunnen). Kartleggingen ble utført i områder av elven der utbredelsen av krypsiv ble kartlagt fra flyfoto i 2009. Dataene danner derfor et sammenlikningsgrunnlag for registreringer av krypsiv utført fra flyfoto og registreringer utført ved hjelp av dykking. Gyteområder og dekningsgrad av krypsiv ble deretter digitalisert i ArcGIS, der dekningsgraden av krypsiv ble inntegnet i shape-filene som ble laget etter 2009- kartleggingen.

3.2 Kartlegging av krypsiv på gyteområder i lakseførende elver i Vest- og Sørlandet

De senere årene har LFI Uni Miljø utført gytefisketellinger i mer enn 50 elver på Vest- og Sørvestlandet. Dette er drivtellingene som utføres av dykker iført tørrdrakt, snorkel og dykkemaske. I forbindelse med gytefisketellingene har vi samtidig registrert tilstedeværelse av krypsiv, og i tillegg om krypsivet gror over eksisterende eller tidligere gyteområder. Denne kartleggingen er utført kvalitativt.

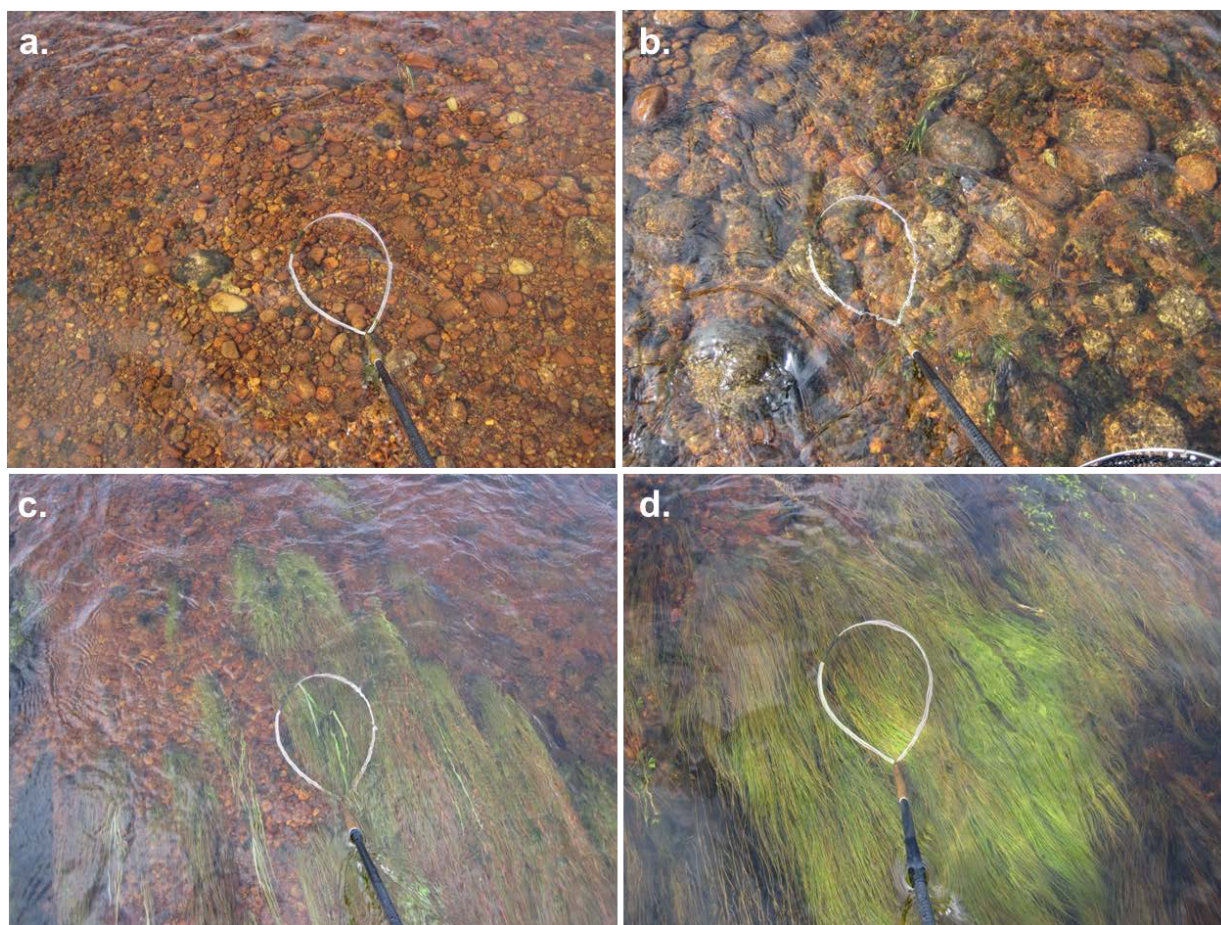
3.3 Elektrisk fiske

For å undersøke tettheten av ungfisk ble det gjennomført et kvantitativt elektrisk fiske i henhold til standard metode beskrevet av Bohlin m fl. (1989). All fisk samlet inn ved elektrisk fiske ble tentativt artsbestemt, og et utvalg ble frosset ned for senere mageanalyse. Resten av fisken ble sluppet fri etter endt fiske. Undersøkelsene ble utført på to lokaliteter i Mandalselva og en stasjon i Matreelva (Tabell 1). Det ble fisket i 1m² ruter, der rutene fra Mandalselva ble klassifisert som fin grus, grov grus, 1-20 % dekning av krypsiv, 20-80 % dekning av krypsiv og 80-100 % dekning krypsiv (Figur 3). I Matreelva var det færre habitater tilgjengelig og rutene ble enten klassifisert som grus (blanding av stein, grov grus og fin grus der grov grus/ gytegrus utgjør hovedhabitatet) eller som 80-100 % dekning av krypsiv.

Forholdene under elfiske i Matrelven april 2012 var ikke ideelle fordi det fremdeles var relativt kaldt i vannet (3.5°). Lav temperatur kan ha redusert fangbarheten, og de oppgitte tetthetene kan derfor være kunstig lave.

Tabell 1. Beskrivelse av elfiskestasjoner i Mandalselva (st. 1-2) og Matreelva (st. 3).

| Nr | Koordinater | Sted | Overfiska areal | Tid | Beskrivelse av stasjon |
|----|-----------------------------|--|----------------------|------------|--|
| 1 | 58°13'09.6"N 7°31'05.2"E | Mandalselva ved Fuglestveit | 90 x1m ² | nov. 2011 | Stri strøm nedstrøms bro. 20-80 cm dyp, sand og grus med gytegroper, mye krypsiv |
| 2 | 58°20'03.1"N 7°31'47.8"E | Sanøy, Mandalselva oppstrøms Mannflåvatnet | 150 x1m ² | aug. 2013 | Langs land. Sand og grus med innslag av krypsiv, 20-100 cm dyp, noen gytegroper |
| 3 | 60°53'04.1"N 5°35'01.4"E | Matreelva ved utløp Matrevatnet | 100 x1m ² | april 2012 | På brekk ut av Matrevatnet. Stein og grus, 20-60 cm dyp, mosaikk med grus/ krypsiv |



Figur 4. Elektrisk fiske fra Fuglestveit i Mandalselva. Fisket ble utført i 1 m² kvadrater i fem ulike habitater: a. fin grus, b. grov grus/stein, c. 20-80 % dekning av krypsiv, d. 80-100 % dekning av krypsiv, og 1-20 % dekning av krypsiv (ikke vist).

3.4 Kvalitative undersøkelser av bunndyr

Bunndyr (makroinvertebrater) er forskjellige smådyr uten rygghvirvel som finnes i rennende og i stillestående ferskvann (Figur 5). De påtreffes oftest på bunnen, men mange er også svømmende (for eksempel vannkalv, vannmidd og buksvømmere). Bunndyrene har enten hele livssyklusen i vann (for eksempel fåbørstemark, igler, mange vannmidd, snegler og muslinger) eller de har larvestadiet i vann og det voksne stadiet på land (for eksempel insekter som steinfluer, døgnfluer, vårfluer og tovinger). Insekter utgjør den største gruppen av bunndyr, og mange har svært ulike krav til miljøet. Bunndyr brukes derfor i effektivurdering av forurensninger/økologisk tilstand siden de integrerer forandring over tid, mens enkeltmålinger av f. eks. vannkjemi bare gir et bilde av den aktuelle situasjonen. Bunndyr utgjør også en sentral komponent i økosystemene siden de ulike artene finnes i mange trofiske nivåer og innehar en rekke funksjoner. Noen bunndyr er rovdyr, mens andre er nedbrytere eller vannfiltrerere, og de fleste kan potensielt være føde for fisk. Man kan forvente at flere av økosystemenes funksjoner opprettholdes og er robuste ved høy diversitet av bunndyr.



Figur 5. Steinfluer, vårfluer og døgnfluer er viktige insektordener i bunndyrfaunaen.

I denne studien ble bunndyr undersøkt for å finne: a) artsdiversiteten i habitater med og uten krypsiv (Kapittel 3.4), b) fra hvilke habitater ungfisken får sin føde (Kap 3.5), og c) for å finne antallet av bunndyr i habitater med og uten krypsiv (Kap. 3.6). Bunndyrprøvene, som skulle indikere artsdiversitet og fiskens preferanse for føde, ble hentet fra Matreelva (ved utløpet av Matrevatnet, stasjon 3 i Tabell 1) og fra Mandalselva (ved Fuglestveit, stasjon 1 i Tabell 1). To sett med fire prøver ble samlet fra Matreelva (november 2011 og april 2012), og ett sett med fire prøver ble samlet fra Mandalselva (august 2013). Hver bunndyrprøve/sparkeprøve ble tatt ved å rote i substratet i 3 min. i et gitt habitat. Prøvene ble tatt med rotehåv med 0,25 mm maskevidde og konserverert på 96 % alkohol. I laboratoriet ble standard metode fulgt der bunndyr sorteres under lupe i en time før de ble artsbestemt. Metodikken følger NS-ISO 7828 og veilederen for Vanddirektivet (Direktoratsgruppa-vanddirektivet 2009). De berørte strekkene fra Mandalselva og Matreelva er nokså forskjellige, og innsamlingen varierte derfor noe mellom elvene. I

Matreelva er elvebunnen i området som potensielt kan brukes til gyting for anadrom fisk enten dekket av tett krypsiv eller av grov grus. I Mandalselva er tilsvarende områder mer varierte, og man finner habitater med fin grus, habitater med grov grus og habitater som har ulike dekningsgrader av krypsiv (Figur 4). I Matreelva ble det derfor tatt prøver fra ett område med grov grus, fra ett område med tett krypsiv og fra mudderet under krypsivet. I Mandalselva ble det tatt prøver i ett område med fin grus, ett område med grov grus, fra enkeltstående såter med krypsiv (30-70 % krypsiv) og i områder med tett krypsivdekke (80-100 % krypsiv).

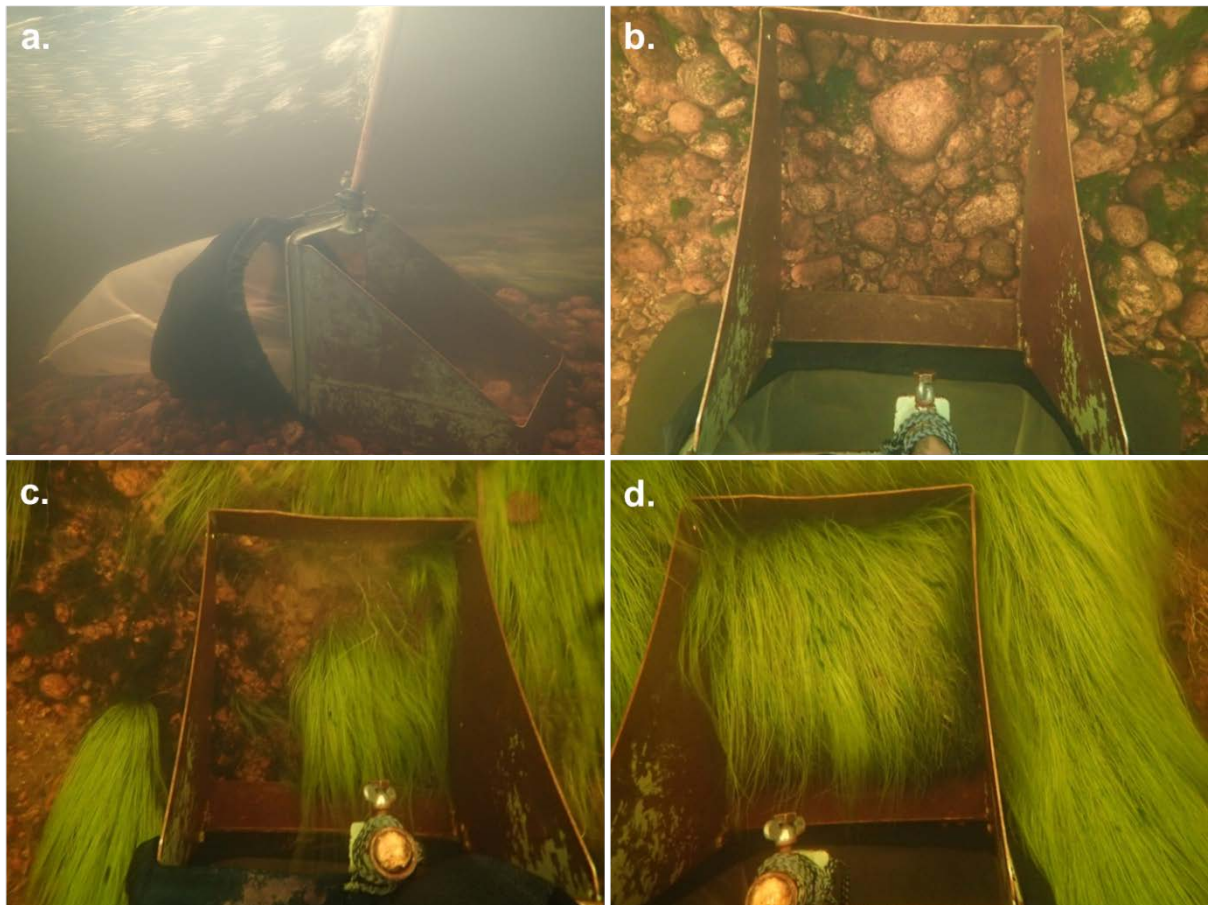
3.5 Analyse av mageprøver

Fra Matreelva ble mageinnholdet analysert for 15 fisk fanget i krypsiv og 15 fisk fanget på grus. For Fuglestveit i Mandalselva ble mageinnholdet analysert fra 24 fisk fanget i krypsiv og 16 fisk fanget på fin eller grov grus. Fiskene ble fisket ved hjelp av elektrisk fiske (se kapittel 3.3). Alle bunndyrene i fiskemagene ble artsbestemt, og artssammensetningen av bunndyr ble sammenliknet med artssammensetningen i omkringliggende habitater (se kapittel 3.4). Dette ble gjort for å finne om fiskens føde primært stammer fra områder med krypsiv eller fra områder uten krypsiv. Det gir også en indikasjon på om fisken beiter bunndyr direkte fra krypsivet. Prøvene fra habitatene ble samlet samme dag som det ble el-fisket.

3.6 Kvantitative undersøkelser av bunndyr

For å sammenlikne antallet av bunndyr i de ulike habitatene ble det tatt surber-prøver (Hynes 1970) fra ulike habitater i Fuglestveit i Mandalselva (Figur 6). Surberprøver er en ramme på 30*30 cm med tilhørende håvpose som settes ned i elvebunnen. Alle dyrene innenfor rammen samles inn, kvantifiseres og artsbestemmes. Det ble samlet prøver fra elvebunn med grov grus, fra elvebunn med 30-70 % dekning av krypsiv og fra elvebunn med 80-100 % dekning av krypsiv. Det ble tatt fem prøver per habitat. Prøvene ble tatt i vinterhalvåret (desember 2013) før vintergenerasjonen av bunndyr klekker til voksne individer. Surberprøvene ble også brukt for å finne artsdiversitet ved Fuglestveit. En del planktoniske krepser ble sortert og artsbestemt, men utelatt fra videre analyser. Disse dyrene kommer drivende fra stillestående vann. Antallet planktoniske dyr vil variere uavhengig av habitatet på elvebunnen, og vil som regel representere støy i de kvantitative prøvene.

Som metode kan man forvente et mer nøyaktig resultat fra surberprøver enn fra sparkeprøver. Det er fordi arealet som prøvetas er helt likt for alle habitater når man bruker surber, og fordi alle dyr i prøvene sorteres ut. Siden bunndyr gjerne er klumpvis fordelt bør det tas et minimum av fem surberprøver per habitat. Sparkeprøver dekker et større areal og er derfor ikke i like stor grad utsatt for tilfeldigheter forårsaket av klumpvis fordeling. Dessuten vil man normalt ikke plukke ut alle dyr fra en sparkeprøve, slik at klumpvis fordeling og antall dyr har mindre betydning.



Figur 6. Prøvetaking av bunndyr med surbersamplere ved Fuglestveit i Mandalselva. a. Elvebunnen innenfor rammen skal rotes opp slik at dyrene slipper taket og havner i håvposen (merk at håvposen delvis løsnet da bildet ble tatt), b. prøvetaking i habitat med grov grus, c. prøvetaking i habitat med 30-70 % dekning av krypsiv og d. prøvetaking i habitat med 80-100 % dekning av krypsiv.

3.7 Statistiske analyser

For å kunne anslå hvor fiskenes føde stammet fra ble bunndyrfaunaen i fiskemagene sammenliknet med faunaen i de ulike habitater. Analysen ble utført i en to-delt prosess:

1. Ordinasjon med bunndyr fra de ulike habitatene. Her klassifiseres prøvene basert på sammensetningen av bunndyr, slik at prøver med lik fauna plasseres nærme hverandre i et ordinasjonsdiagram. Vi vet samtidig hvor de ulike prøvene er samlet. Klassifiseringen kan enten gjøres ved hjelp av lineære modeller (principal component analyse; PCA) eller ved hjelp av klokkeformede (unimodale) modeller (correspondence analyse; CA). Valg av modell er avhengig av datasettets gradientlengde, målt i standardavvik. I dette tilfelle hadde prøvene relativt kort gradientlengde (1,4 standard avvik) slik at lineære modeller og PCA ble foretrukket.
2. Artssammensetningen fra fiskemager ekstrapoleres inn i analysen fra 1). Nå legges prøvene fra de enkelte fiskemagene passivt inn i diagrammet slik at avstand mellom habitatprøve og fiskemageprøve vil reflektere likhet mellom habitatprøvene og mageprøvene. Når prøvene legges til passivt vil de ikke påvirke habitatprøvenes plassering i diagrammet. For å finne om

antallet bunndyr og artsdiversiteten varierer mellom de ulike habitatene ble det gjort en to-sidig t-test, der signifikante forskjeller ble angitt dersom p-verdien var lik eller under 0,05.

Vi har sammenliknet biologisk diversitet mellom de ulike habitatene der det er samlet bunndyr. Mange ulike indekser brukes for å registrere artsdiversitet. Vi har fokusert på to ulike indekser. Den første, artsrikhet, angir kun antall arter funnet innenfor et habitat. Den andre, Shannon_{exp}, tar også hensyn til den relative fordeling av artene. Indeksen er gitt ved:

$$\text{Shannon}_{\text{exp}} = \exp\left(-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right) \quad (\text{Formel 1})$$

der p utgjør relativt antall av art i i prøven og \ln er den naturlige logaritmen (base e). Resultater fra denne indeksen angir det effektive antall arter i habitatet. Som et eksempel vil man i en prøve bestående av to arter, 999 individer av art a og ett individ av art b , få en artsrikhet på 2, mens det effektive antall arter i prøven (Shannon_{exp}) vil være tilnærmet lik 1 (nærmere bestemt 1.008). Dersom prøven består av 500 individer art a og 500 individer av art b vil artsrikheten fremdeles være 2, og det effektive antallet arter også vil være 2.

Artsdiversitet er angitt for faunaen samlet ved hjelp av sparkeprøver og faunaen samlet ved hjelp av surberprøver. For sparkeprøvene kan man forvente at Shannon sin indeks gir et bedre sammenlikningsgrunnlag mellom prøver tatt i ulike habitater, siden den i liten grad er påvirket av metoder- og innsats i felt eller antallet dyr som ble plukket fra prøven i lab. Siden surberprøvene er kvantitative vil artsrikhet og Shannon gi komplimenterende informasjon.

3.8 Kartlegging av strekninger med krypsiv og bleka

Strekningen i Otra er kjent for problemvekst av krypsiv og det er flere ganger iverksatt ulike tiltak. Et omfattende tiltak ble gjennomført i februar 2011 da krypsiv ble fjernet ved hjelp av innfrysning (Mjelde m.fl. 2012). Etterfølgende høst ble det gjennomført undersøkelser for å vurdere hvordan tiltaket hadde påvirket gytemuligheten til bleka på strekningen. I tillegg ble det vurdert om drift av krypsiv som var revet løs ved innfrysingen hadde sedimentert på gyteplassene til den innsjøgytende auren i Byglandsfjorden eller på gyteplassene på utløpet av fjorden hvor både auren og bleka gyter (Barlaup 2008). Feltundersøkelsene ble gjennomført ved at to dykkere snorklet og registrerte krypsiv på gyteplassene. Det ble lagt spesiell vekt på å registrere eventuell etablering av krypsiv eller sedimentering av dødt krypsiv som kunne forringe gyteplassene. Informasjon fra Blekeprosjektet ble nyttet som kunnskapsgrunnlag for lokalisering av gyteområdene og hvordan gyteplassene har sett ut med tanke på krypsiv foregående år. Her gis en kort gjengivelse av hovedfunnene fra vurderingen, supplementert med nyere observasjoner. For en mer detaljert beskrivelse av tiltaket og effektene henvises det til Mjelde m fl. (2012).

4 Resultater og diskusjon

4.1 Utbredelse av krypsiv på lakseførende elvestrekninger på Vest- og Sørlandet

For å kartlegge omfanget av krypsivutbredelse og mulige effekter på gyteområder, har vi registrert krypsiv i forbindelse med gytefisktelling og annen feltaktivitet på lakseførende strekning i totalt 53 vassdrag på Vest- og Sørlandet. Av disse har vi funnet krypsiv i 13 av vassdragene. I fire av vassdragene er det kun funnet sporadiske forekomster av krypsiv, mens det i de øvrige ni vassdragene ble funnet mer velutviklede forekomster (såter/matter) som stedvis kunne dekke større deler av elvebunnen. I fire tilfeller ble det funnet større forekomster av krypsiv på/ved gyteområder (Matreelva, Romarheimselva, Teigdalselva og Mandalselva). Disse fire er eller har vært forsurede og har i liten grad vært kalket, de er regulerte og inneholder sakteflytende partier. Tre av elvene er lokalisert i Nordhordland og beskrives hver for seg nedenfor. Forekomst av krypsiv på gyteområder i Mandalselva er beskrevet i kapittel 4.3.

I Matreelva har det over tid forekommet en gjengroing av krypsiv i og på utløpet av Matrevatnet. Begroings situasjonen kan ha sammenheng med at vannføringen i vassdraget er vesentlig redusert som følge av vassdragsregulering (75 % av vannføringen fraført). Utløpet av Matrevatnet er det viktigste gyteområde for sjøaure (laks kun sporadisk pga. forsuring) i vassdraget (Gabrielsen m.fl. 2011). Problematikken rundt gjengroing av gyteområdet ble kjent på slutten av 1990-tallet, og i 2001/02 ble det utført omfattende tiltak for å begrense problemet (Figur 7). Tiltaket besto i å bygge en ledebune for å øke vannhastigheten og å legge ut gytegrus. Årlige undersøkelser av gytegroper frem t.o.m. 2011 viser at fisken har gytt på tiltaksområdet og at eggoverlevelsen har vært gjennomgående god (Gabrielsen m.fl. 2011). Ved befaring høsten 2013 var det fortsatt tegn til omfattende gyteaktivitet på området, men store deler av det opprinnelige tiltaksområdet har gradvis blitt gjengrodd med krypsiv.

I Teigdalselva, som er en regulert sideelv i Vossovassdraget (ca. 50 % av vannføring fraført), har utløpsområdet ved Mestadvatnet grodd kraftig igjen med krypsiv og annen vannvegetasjon. Ved gytefisktelinger på slutten av 1990-tallet ble dette området identifisert som et viktig gyteområde for sjøaure i vassdraget. Utover 2000-tallet var gjengroingen så kraftig at området i stadig mindre grad har vært brukt til gyting. Sommeren 2013 ble det iverksatt tiltak ved å fjerne krypsiv (utført av Amfibie Service AS) på gyteområdet. Undersøkelser vinteren 2014 viser at det hadde vært gyteaktivitet på områdene hvor krypsivet var blitt fjernet allerede den første høsten (Figur 8), og at eggoverlevelsen var gjennomgående god. Det var imidlertid fortsatt mye finsediment på deler av området hvor krypsivet ble fjernet, og området må følges opp for å se på utviklingen i krypsiv og gyting, og behov for eventuelle ytterligere tiltak.



Figur 7. Utløpet av Matrevatnet i Matreelven. Som følge av omfattende begroing av krypsiv ble det laget en ledebune og lagt ut gytegrus i 2001/2002. Bildet til venstre (tatt i 2006) viser tiltaksområdet, og bildet til høyre (tatt høsten 2012) viser at deler av området har grodd kraftig til igjen med krypsiv. Det er imidlertid fortsatt åpne felter hvor det forekommer gyting.



Figur 8. Omfattende begroing av krypsiv og annen vannvegetasjon ved utløpet av Mestadvatnet i Teigdalselva, som er en sideelv i Vossovassdraget (bilde til venstre). Bilde til høyre viser egg fra gytegrøp funnet på området hvor krypsiv ble fjernet sommeren 2013. Legg merke til at sedimentene fremdeles er relativt finkornet for å være gytegrus.



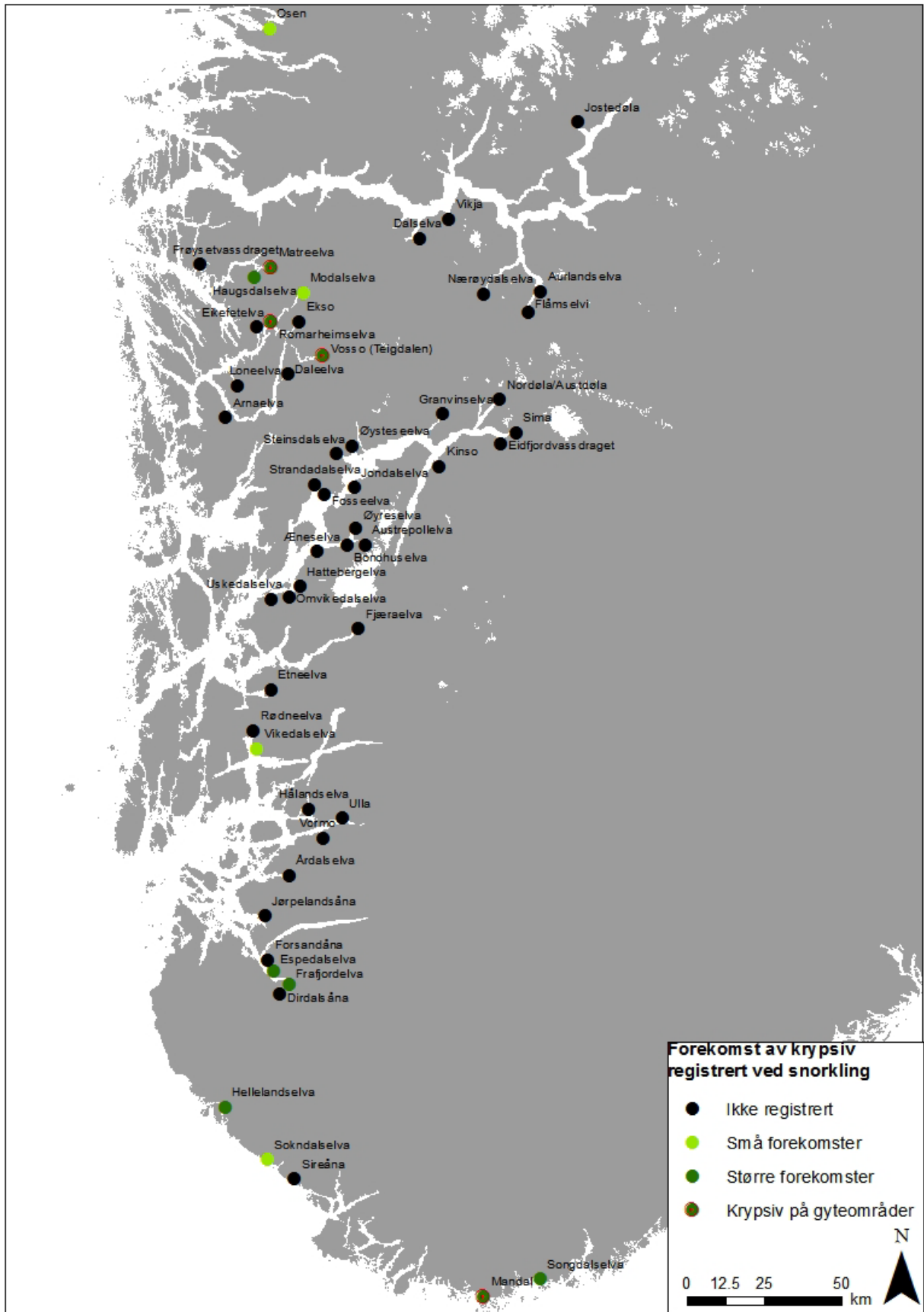
Figur 9. Utløpet av Laksvatnet i Romarheimselva. Dette var tidligere ansett som et viktig gyteområde for sjøaure, men ved befaring høsten 2012 var området helt tilgrodd av krypsiv.

I Romarheimselva ble det lokalisert tett begroing av krypsiv på utløpsområdet til Laksevatnet, som er en liten og grunn innsjø/vatn ca. 6 km opp i vassdraget. Vassdraget er uregulert, med unntak av to småkraftverk med utløp øverst i lakseførende strekning. Elva er forsureningspåvirket og hovedsakelig dominert av sjøaure, men med sporadisk forekomst av laks. De hydrauliske forholdene tilsier at utløpet av Laksevatnet burde være gunstig for gyting, og det har også blitt hevdet fra lokalt hold at området tidligere var et viktig gyteområde. Ved befaring høsten 2012 var hele utløpsområdet dekket med krypsiv og gytemulighetene anses som tapt (Figur 9).

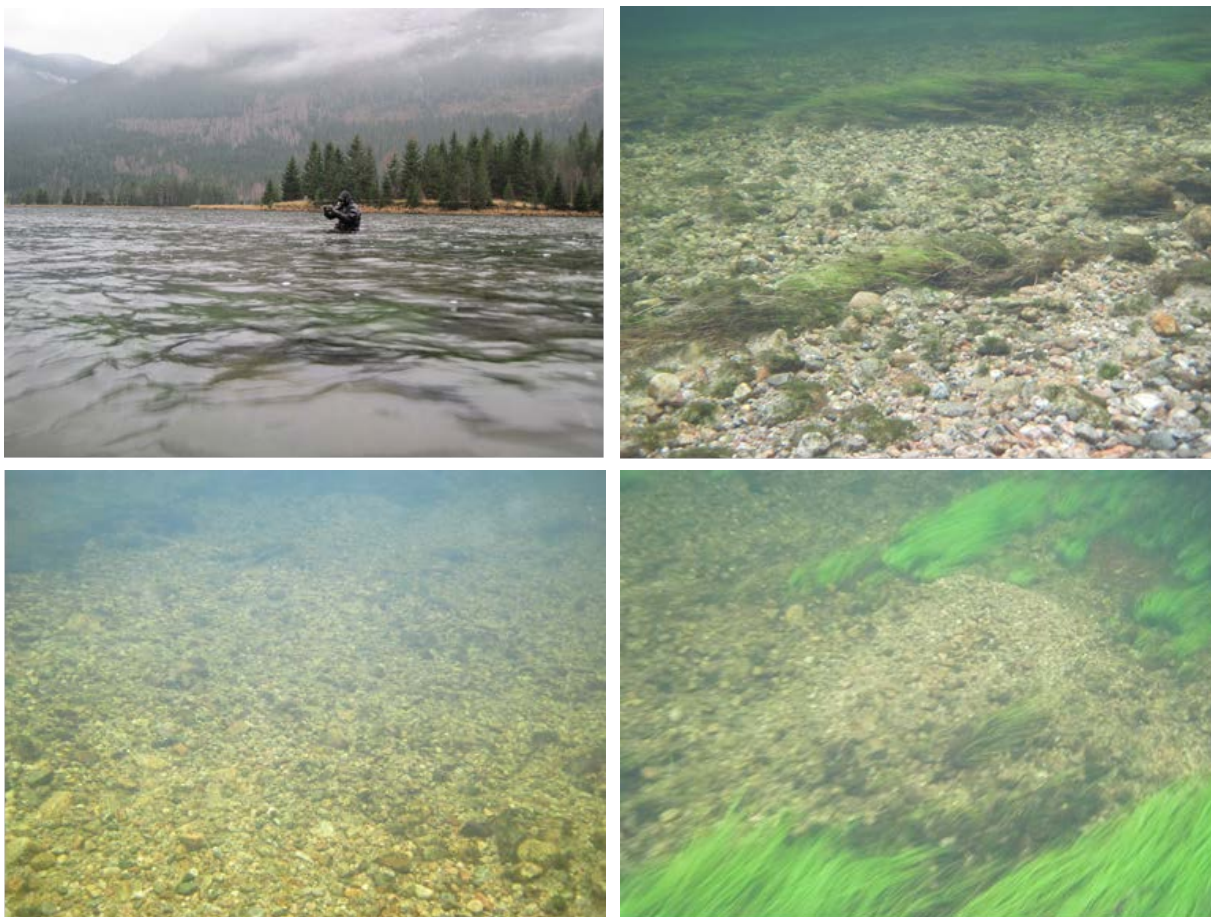
Kartet i Figur 10 viser forekomster av krypsiv i en rekke vassdrag på Vest- og Sørlandet. Det er viktig å påpeke at forekomsten av krypsiv vist i kartet ikke nødvendigvis gir en fullstendig oversikt over forekomst av krypsiv i vassdraget. Det er mulig at det forekommer krypsiv også i elver der vi ikke har registrert det, ettersom mindre mengder kan ha blitt oversett på enkelte av lokalitetene. Det er også viktig å påpeke at registreringene kun er foretatt på lakseførende strekning, og at det derfor kan forekomme krypsiv i andre deler av vassdragene. Kartleggingen viser at krypsiv forekommer i ulik grad i de undersøkte elvene på Vest- og Sørlandet, og at det stedvis kan vokse så tett at det reduserer gytemuligheter for laks og sjøaure. Det er særlig gyteområder på utløp av innsjøer/høler som er mest utsatt for omfattende krypsivbegroing. Totalt sett er imidlertid slik omfattende krypsivvekst kun identifisert på et fåtall enkeltlokaliteter. Også i elver hvor en finner større utbredelse av krypsiv er det kun unntaksvis at gyteområder er negativt påvirket av begroing. Det må imidlertid bemerkes at det kun inngår et fåtall Sørlandsvassdrag inn i dette studiet, hvor en har hatt den største ekspansjonen av krypsiv de siste årene.

4.2 Påvirkning av krypsiv på bleke

Selv om store deler av strekningen i Otra oppstrøms Byglandsfjorden er preget av problemvekst av krypsiv er det også deler hvor grusen ligger fri og det er en finner gyteplassene for aure og bleke. Med tanke på en ønsket reetablering av bleke på strekningen, er det viktig at disse gyteområdene forblir intakte og ikke ytterligere forringes av krypsiv. Typisk for gyteområdene er at grusfleckene hvor det foregår gyting danner en mosaikk med flater som er dekket av krypsivvekst (dekningsgrad av krypsiv 30 -70 %). Både ved feltundersøkelsene høsten 2010 og 2011 ble gyteområdene kartlagt (Figur 11). Det ble ikke registrert noen påfallende nyetablering av krypsiv på disse områdene høsten 2011. Imidlertid ble det på flere områder observert at innfrysingen hadde fjernet krypsivet og hadde blottlagt nye områder med grus (dekningsgrad av krypsiv 0-10 %). Dette var også det generelle inntrykket når en sammenlikner ortofoto fra strekningen tatt i 2010 tatt med tilsvarende ortofoto etter innfrysingen i 2011. Årsaken til endringen er trolig at innfrysningen mekanisk rev med seg deler av krypsivet eller at tilhørende isskuring harvet opp bunnen og rev løs krypsivet. Innfrysingen synes derfor å ha gitt auren og bleka et betydelig økt gyteareal på strekningen, noe som vurderes som positivt i forhold til å tilrettelegge for reetablering av bleke på strekningen.



Figur 10. Forekomst av krypsiv på lakseførende strekning i elver undersøkt ved snorkling i vassdrag ved gytefisktelling og øvrig feltarbeid. Små forekomster betyr at det i hovedsak er observert sporadiske forekomster av mindre krypsivplanter, mens større forekomster betyr at det er observert forekomster som stedvis dekker større deler av elvebunnen. Krypsiv på gyteområder indikerer at det er observert omfattende begroing på gyteområder for laks og sjøaure.



Figur 11. Strekningen Granheim-Sordal i Otrå oppstrøms Byglandsfjorden. Elvebunnen består typisk av mosaikk med grus og krypsiv (oppe til høyre). Bildet nede til venstre viser en stor grusflate som trolig helt eller delvis er et resultat av isskuringen som fulgte av innfrysingen. Bilde nede til høyre viser en gytegrup. Grusen vist på samtlige bilder er typisk for fiskens gyteområder på strekningen.

Is i drift kan påvirke negativt ved at skurings langs bunnen graver opp gytegrøper og egg. I tillegg kan lav vannstand under innfrysingen føre til stranding av grunne gyteområder. Ved planlegging av innfrysing som tiltak er det derfor viktig å bestemme om, og eventuelt i hvor stor grad, innfrysingen og isskuringen kommer i konflikt med bevaring av gyte plassene. En mulig langsiktig negativ effekt er at krypsiv som kommer i drift som følge av innfrysingen fører til økt begroing på gyteområder nedstrøms. Undersøkelsene høsten 2011 tyder ikke på økt krypsivvekst i et omfang som kan påvirke gyte plassene, men det er behov for mer langsiktige undersøkelser.

På gyteområdene i selve Byglandsfjorden er det i nyere tid påvist innsjøgyting av aure, og så langt er det bare påvist gyting av bleke på ett område i selve fjorden, ved Fugløyni (Barlaup 2008). På gyte plassene beliggende på østsiden av øya Øyni sør for Bygland ble det funnet til dels tett krypsivvekst (dekningsgrad $> 80\%$). Dette gyteområdet ble første gang undersøkt ved dykking på 1990-tallet. Siden den gang er en stor del av det tidligere gyteområdet gått tapt fordi krypsivet gradvis har etablert tette matter. Tilsvarende økt begroing av krypsiv på gyte plasser for innsjøgytende aure er observert i Store Hovvatn, Aust-Agder (B. Barlaup, pers.obs.). Den undersøkte gyte plassen for innsjøgytende aure ved Nånes i Byglandsfjorden ligger relativt grunt og har en lav dekningsgraden av krypsiv lav ($0 - 10\%$). På de dypere områdene dvs. dypere enn



Figur 12. Krypsiv som har festet seg på kamerautstyr ved en av gyteplassene til bleka ved Vassenden. I forkant av kameraene står det en bleke. Bildet er tatt i gytetida til bleka i desember 2011. En ser at grusen foran kameraet er ren og uten begroing som følge av at gytende fisk har gravd i grusen.

ca kote 199,5 (under reguleringssonen) ble det stedvis observert tette matter med krypsiv (dekningsgrad $> 80\%$) som ikke er forenlig med gyting. På denne gyteplassen synes derfor krypsivet å begrense hvor dypt fisken kan gyte. På gyteområdene ved Vassenden helt sør i Byglandsfjorden er det siden begynnelsen av 2000-tallet årlig registrert gyting av bleke. Flere av gyteområdene er laget ved å legge ut grus som tiltak for å øke det tilgjengelige gytearealet for bleka. Det er bare registrert lave forekomster av krypsiv på de undersøkte områdene (dekningsgrad $0 - 10\%$). På to av de største gyteområdene ble imidlertid mengden krypsiv høsten 2011 vurdert som økende i forhold til tidligere år (Figur 12).

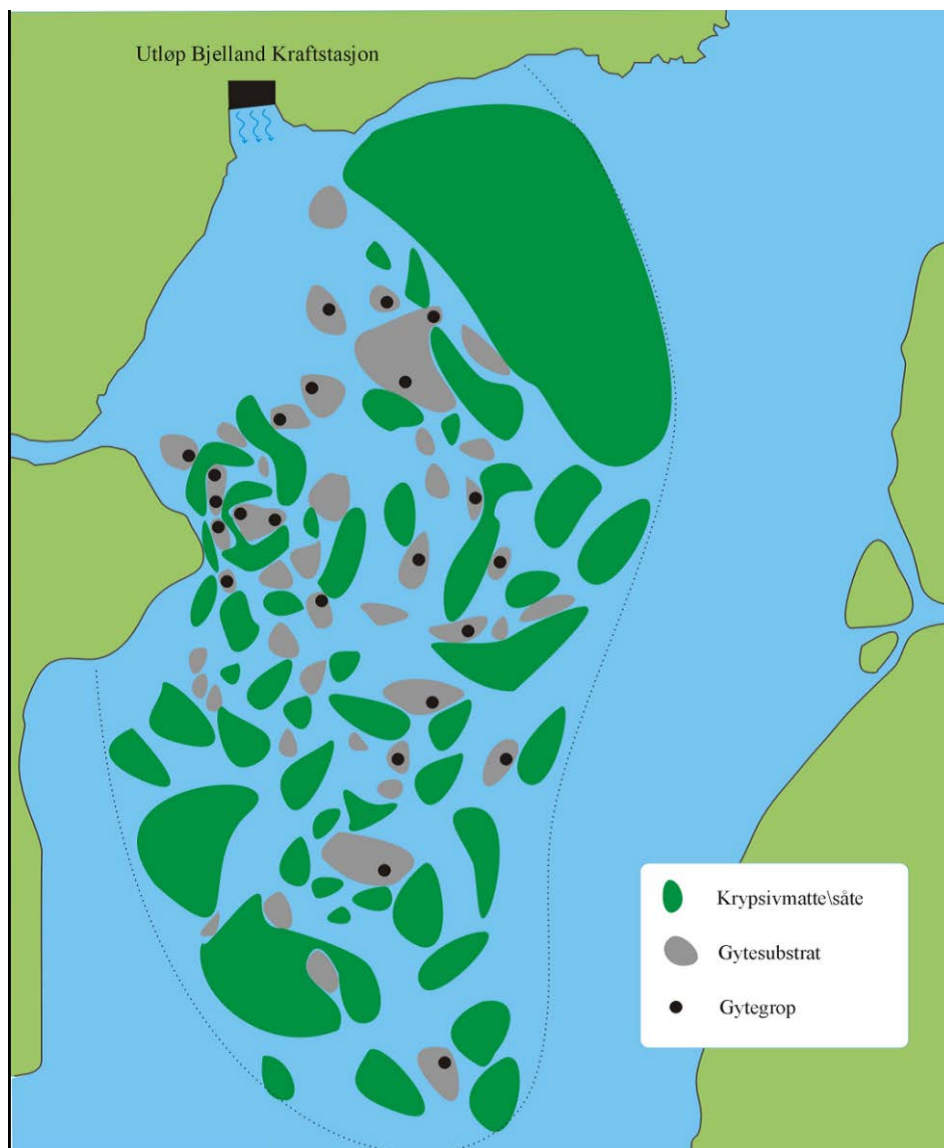
Samlet sett viser disse undersøkelsene at det forekommer problemvekst av krypsiv i tilknytning til gyteområdene for bleka både i Otra oppstrøms fjorden og noen steder i selve Byglandsfjorden. Resultatene tilsier imidlertid at krypsivet i liten grad utgjør en begrensning for blekas gytemuligheter på de undersøkte områdene. Dette er et viktig og positivt resultat med tanke på den videre utviklingen av blekebestanden. Men undersøkelsene kan i liten grad avdekke om områdene som i dag er gjengrodd med krypsiv tidligere var etablerte og viktige gyteplasser for bleka. Eventuelt tap av opprinnelige gyteplasser som følge av krypsivvekst kan vise seg å være et problem etter hvert som bleka ekspanderer til større deler av sitt gamle utbredelsesområde. Det er derfor viktig å følge utviklingen og ta med tiltak mot krypsiv som et aktuelt virkemiddel i det videre arbeidet med å reetablere bleka.

4.3 Kartlegging av krypsiv på gyteområder i Mandalselva

Krypsiv har vært til stede i Mandalsvassdraget minst siden 1952, og mye av problemvekstbestandene vokste frem i tiåret frem mot 1993 (Johansen 1993). I 2004 og 2005 ble det foretatt en studie på utvalgte gyteområder i Mandalselva for å undersøke hvorvidt krypsiv påvirket gyteforholdene for laks (Skoglund m.fl. 2006). Det ble da funnet til dels omfattende krypsivvekst med velutviklede torvmatter på ett av gyteområdene, ved utløpet av Bjelland kraftverk. Gyting forekom her i områder med grus som lå som en mosaikk innimellom krypsivområdene (Figur 1 og Figur 13). Selv om krypsivet delvis deler av elven hvor det ellers kunne ha forekommet gyting, var det på dette tidspunktet allikevel nok grus til å sikre en betydelig gyteaktivitet på dette området, og det ble også funnet svært god overlevelse i undersøkte gytegroper (>90 % eggoverlevelse). I tillegg ble fire gyteområder på elvestrekningen fra Laudal til Øyslebø undersøkt, og det ble kun registrert mindre mengder krypsiv på disse områdene. Prøvetaking av gytegroper viste også her svært god eggoverlevelse i gytegroperne (gjennomsnittlige eggoverlevelse 94 % i 62 undersøkte gytegroper), også i gytegroper som var delvis omkranset av krypsiv.

Utbredelsen av krypsiv er dynamisk med sesongvariasjoner og mellomårsvariasjoner (Ulrika Svedäng 1990). Man kan derfor forvente at situasjonen på gyteområdene som ble undersøkt i Mandalselva representerer et øyeblikksbilde, og at langsiktig overvåking vil være nødvendig for å vite om gyteområdene gror igjen. I 2011 og 2012 ble de samme områdene igjen undersøkt ved befaring ved flere anledninger for å se hvorvidt situasjonen på gyteområdene med hensyn til krypsiv hadde endret seg over tid. Selv om det ikke var mulig å kvantifisere endringer i krypsivdekningen på de eksakt samme områdene som i forrige studie, var det klart at det ikke var noen kvalitative endringer i dekningsgraden i krypsiv på noen av områdene i forhold til slik situasjonen var i 2004-2005. På området ved Bjelland var tilstedeværelsen av både tykke krypsivtorver og gytefelt tilsvarende som ved forrige undersøkelse. På de undersøkte områdene mellom Laudal og Øyslebø ble det som sist kun funnet mindre forekomster av små rosetter og såter. Generelt fremsto alle områdene som attraktive for gytende fisk og arealet med gytesubstrat var omtrent uendret siden 2005.

For å få en ytterligere oversikt over den totale situasjonen med hensyn på krypsiv på gyteområdene i Mandalselva, ble det sommeren 2013 utført en kartlegging gyteområder og krypsiv på strekningene Kavfoss- Mannflåvatn og Laudal-Holum (Figur 14). Gyteområder og dekning av krypsiv på anadrom strekning av Mandalselva er markert i kartblad 1-11 i Figur 15. Kartleggingen viser at det er relativt store arealer med gyting fordelt på ca. 115 adskilte områder. Krypsivvekst forekommer i 45 av gyteområdene, men som regel med mindre enn 5 % dekningsgrad. Områder der krypsiv dekker minst 30 % av gytesubstratet forekommer ved utløpet av Bjelland kraftstasjon (kartblad 3), ved Sanøy oppstrøms Mannflåvastnet (kartblad 5), ved Fuglesteveit (kartblad 6) og oppstrøms Nautøyre (kartblad 9).



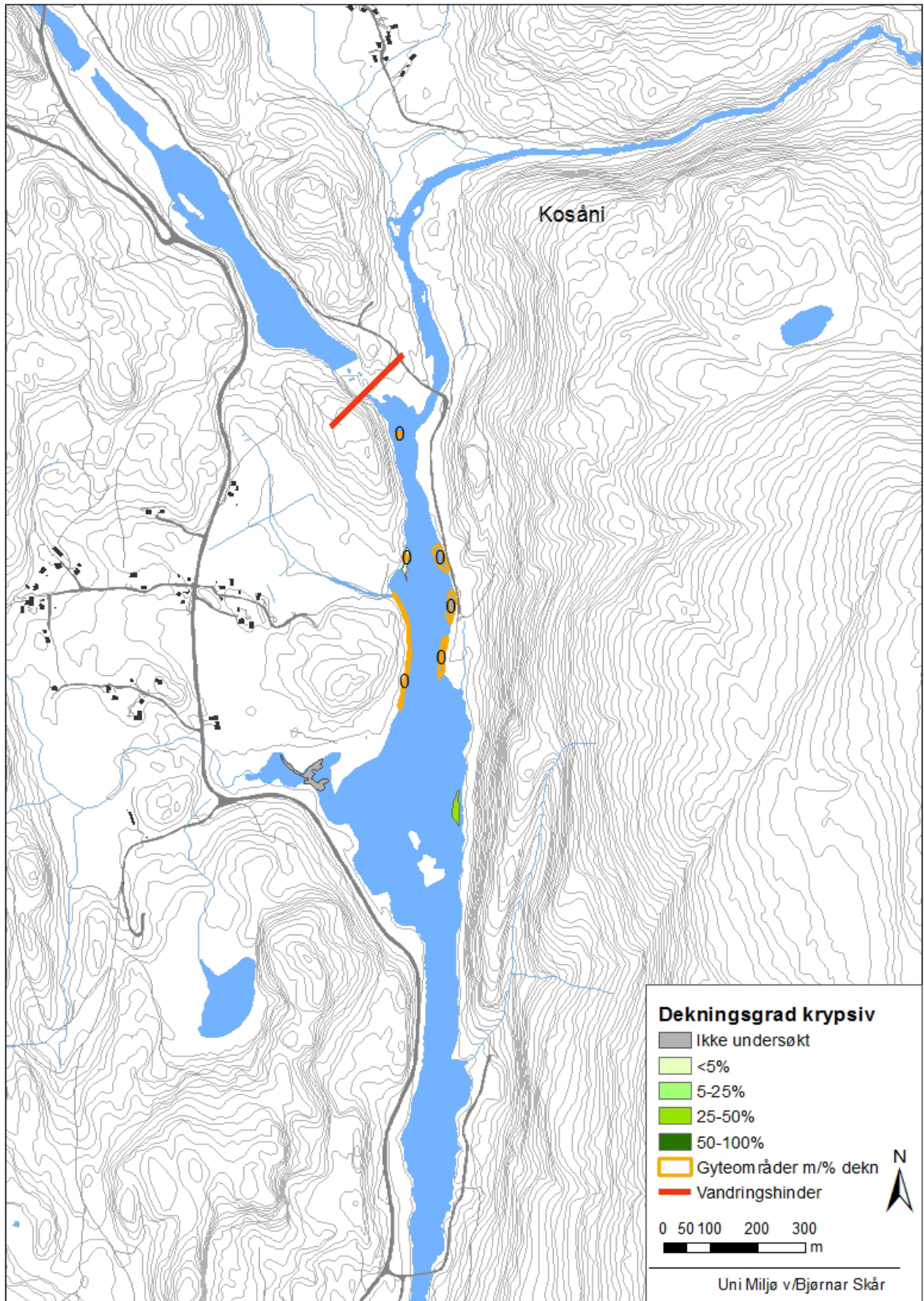
Figur 13. Skisse over forekomst av krypsiv og gyting ved utløpet av Bjelland kraftverk i Mandalselva i 2005 (Skoglund m.fl. 2006). Ved befaring i 2011 og 2012 ble det ikke funnet kvalitative endringer i forekomsten av krypsiv eller i gyteforholdene på området.

Dekningsgraden av krypsiv gjennom hele anadrom strekning av Mandalselva er også vist i kartbladene. Dekningsgraden er her angitt for de samme polygonene som ble registrert under en kartlegging av krypsiv basert på ortofoto i 2009. Mange steder sammenfaller forekomst av krypsiv kartlagt fra ortofoto i stor grad med våre kartlagte gyteområder. Det synes imidlertid å være et klart avvik i dekningsgrad av krypsiv på disse områdene i forhold til våre kartlegginger, særlig på elvestrekningen nedstrøms Laudal. Ifølge registreringer fra 2009 skulle det være 50-100 % dekningsgrad av krypsiv i alle polygonene. Det er påfallende at observasjoner fra dykkingen viser et betydelig mindre omfang av krypsiv i hele strekningen, enn ekstrapoleringer fra flyfoto (Figur 15). Det er klart at naturlig variasjon i krypsivvekst i kombinasjon med innfrysing og skuring kan ha ført til en redusert utbredelse av krypsiv mellom 2009 og 2013. I midlertid vokser det mose i områdene der utbredelsen av krypsiv ikke sammenfaller mellom de to kartleggingene (Figur 14). Moseveksten kan tyde på at vegetasjonen ikke har fryst inn og/ eller er skurt vekk mellom 2009 og 2013, og også at mose og grønnalger kan feiltolkes som krypsiv når kartleggingen av krypsiv

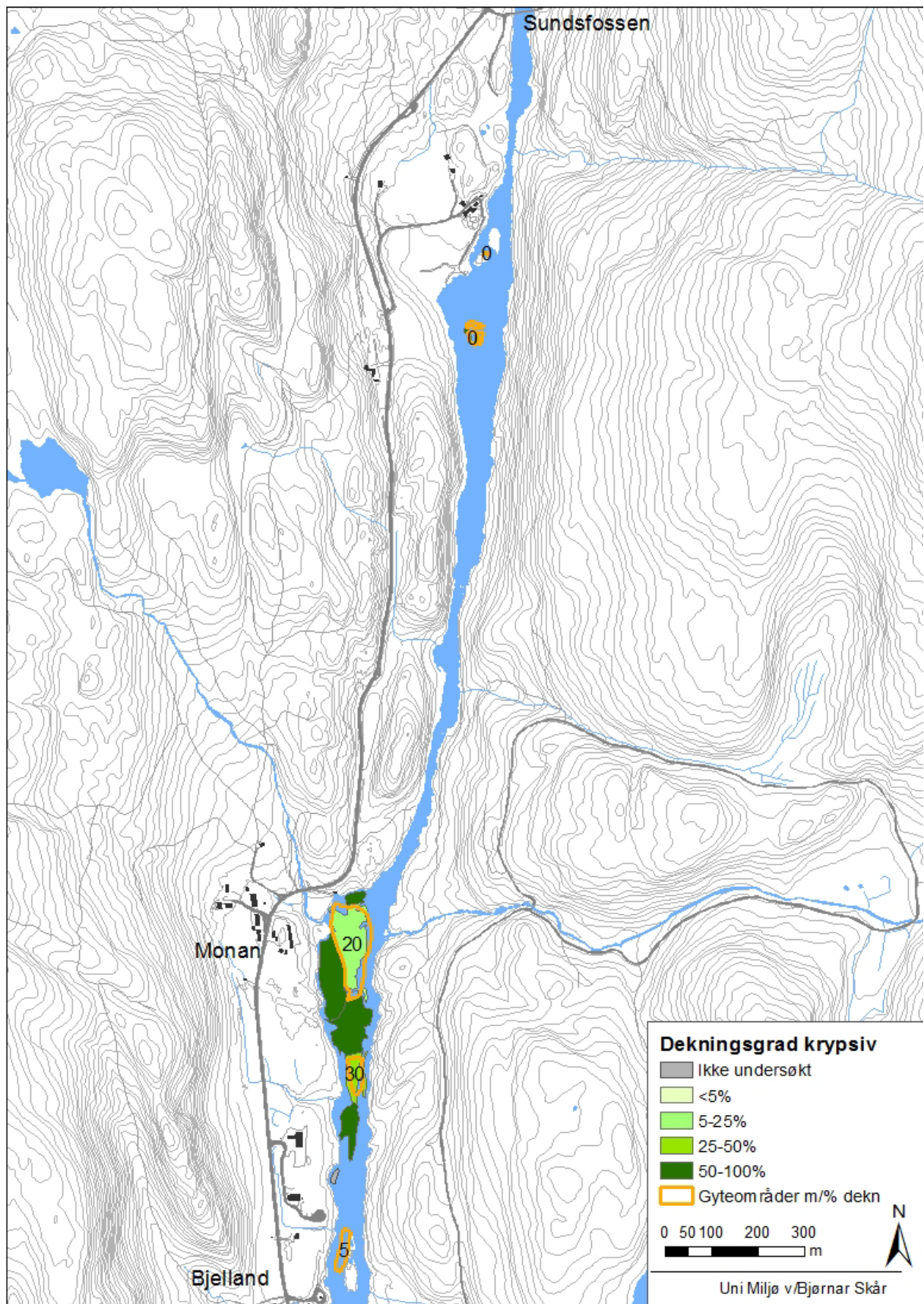
baseres på flyfoto. Ut i fra observasjonene utført under snorkling ble de største forekomstene av krypsiv funnet ved utløpet av Bjelland kraftverk, og på strekningen fra Hesså og ned til Mannflåvatnet, noe som stemmer godt overens med kartleggingen fra ortofoto.



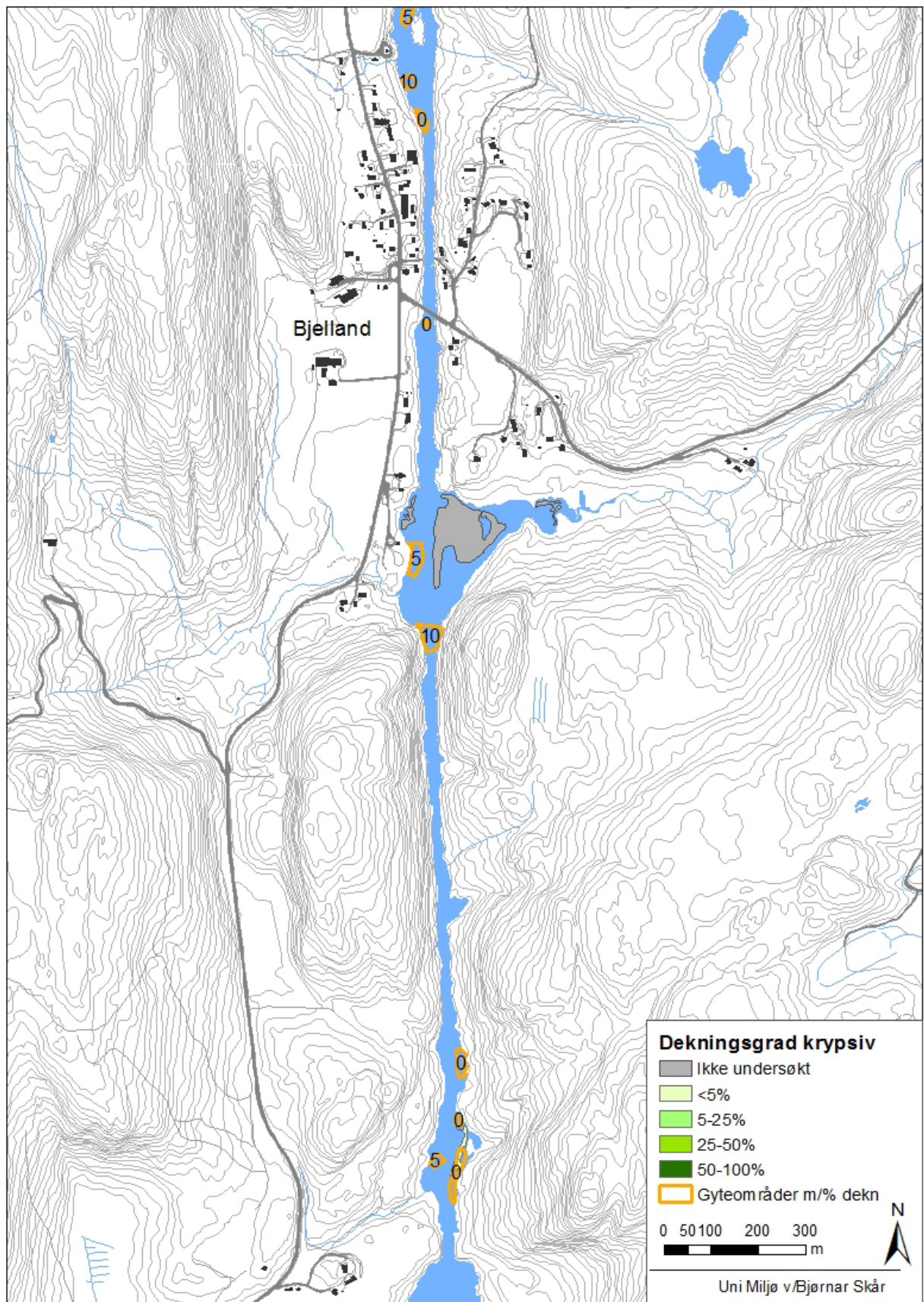
Figur 14. Kartlegging av krypsiv og gytesubstrat i Mandalselva utført ved hjelp av snorkling i 2013. Ifølge kartleggingen av krypsiv i 2009 basert på ortofoto skulle det være 50-100 % dekningsgrad av krypsiv ved Fuglestveit Camping i Mandalselva. Kartlegging fra dykking i 2013 viser betydelig mindre forekomst av krypsiv og at det isteden var vekst av mose og grønnalger i områdene. Se kartblad 6/11 (Figur 15) for detaljert kart fra Fuglestveit.



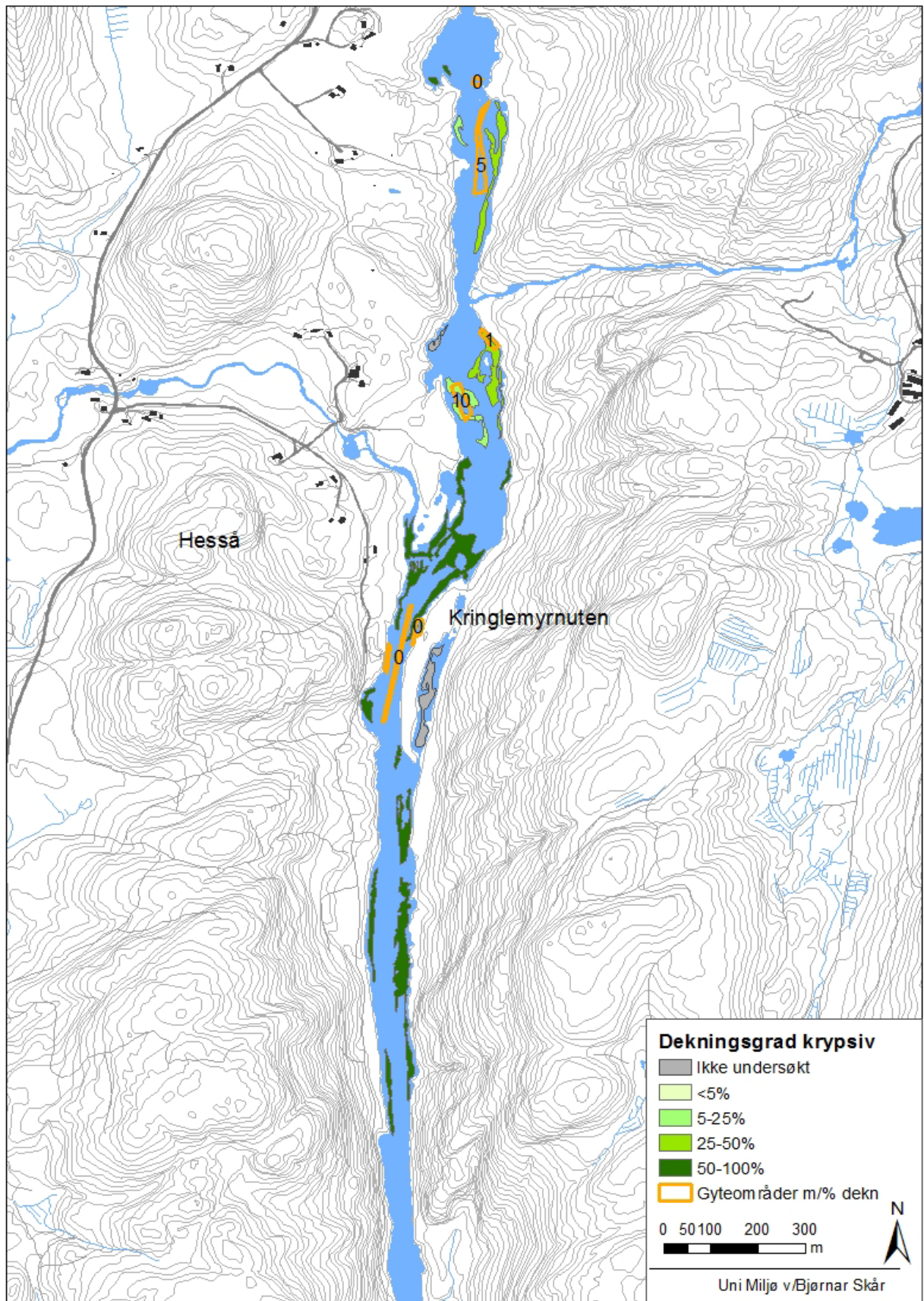
Figur 15. Kartblad 1/11. Kartlegging av gyteområder og krypsiv i anadrom strekning av Mandalselva (etter dykking august 2013). Gyteområdene ligger innenfor oransje polygoner med tall som angir prosentvis dekning av krypsiv i gyteområdet. Dekningsgraden av krypsiv utenfor gyteområdene er vist med fargekoder. Fargekodene er lagt oppå feltet etter en registrering av krypsiv i 2009. Ifølge registreringen fra 2009 har alle feltene 50-100 % dekningsgrad av krypsiv.



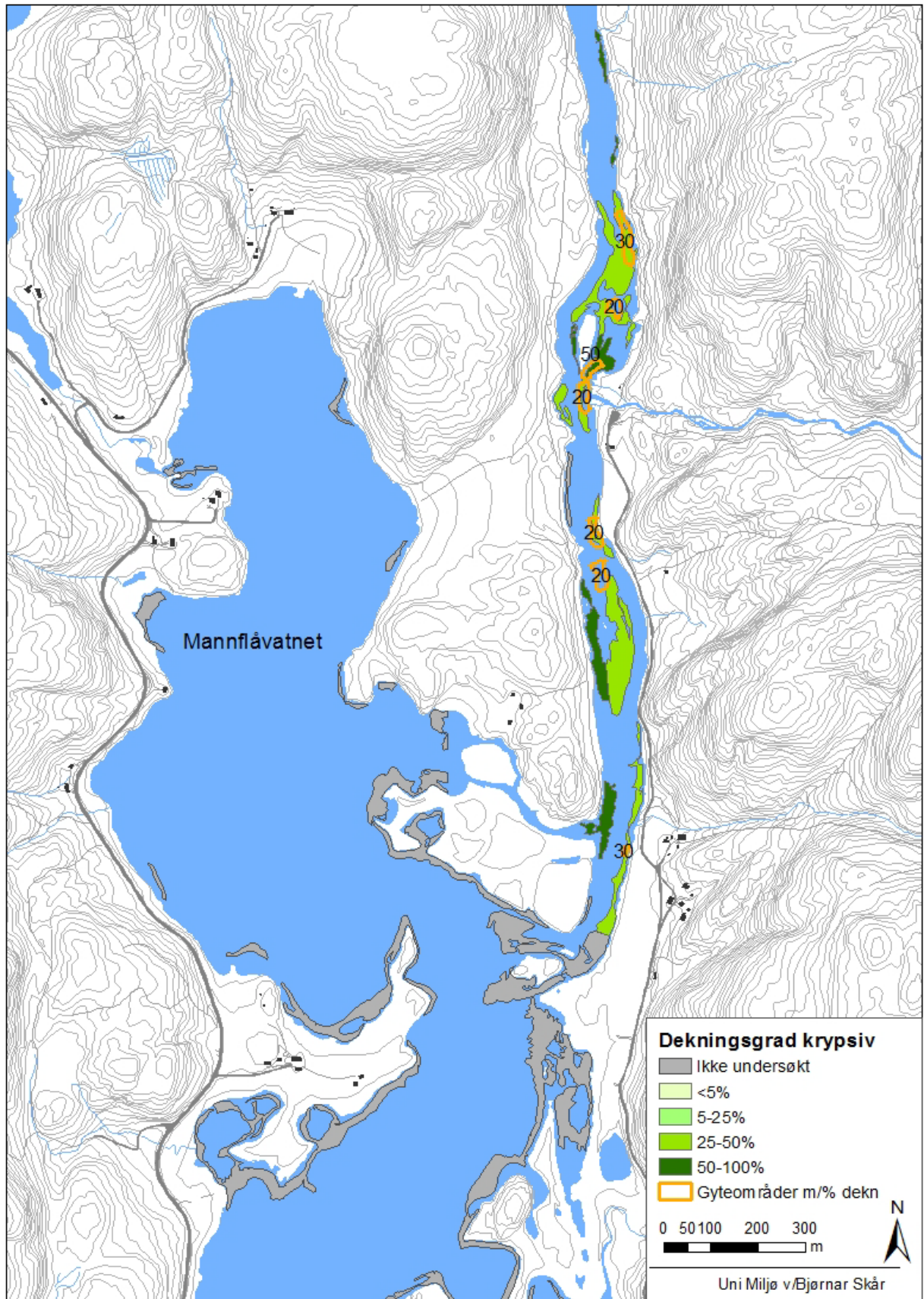
Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 2/11.



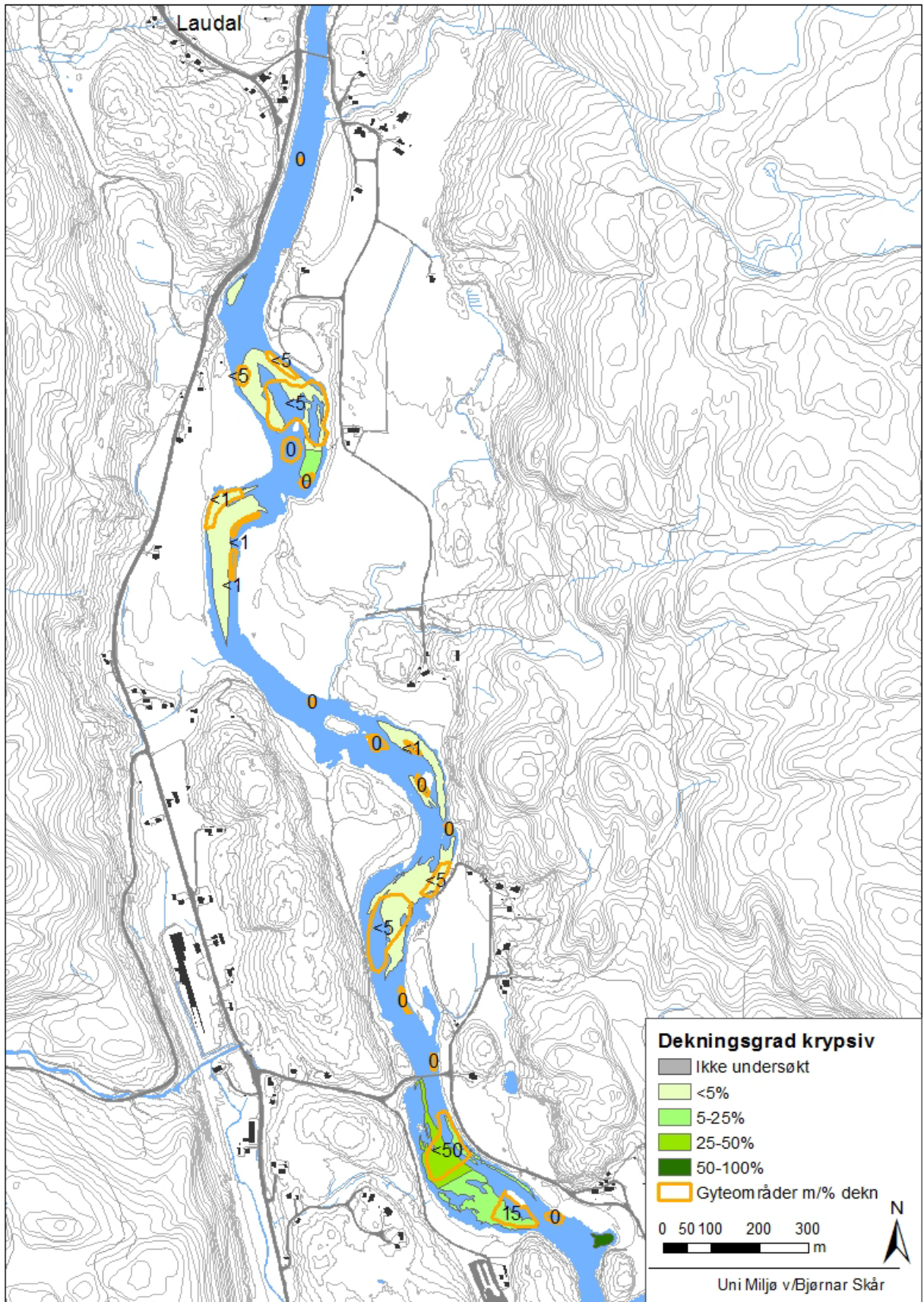
Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 3/11.



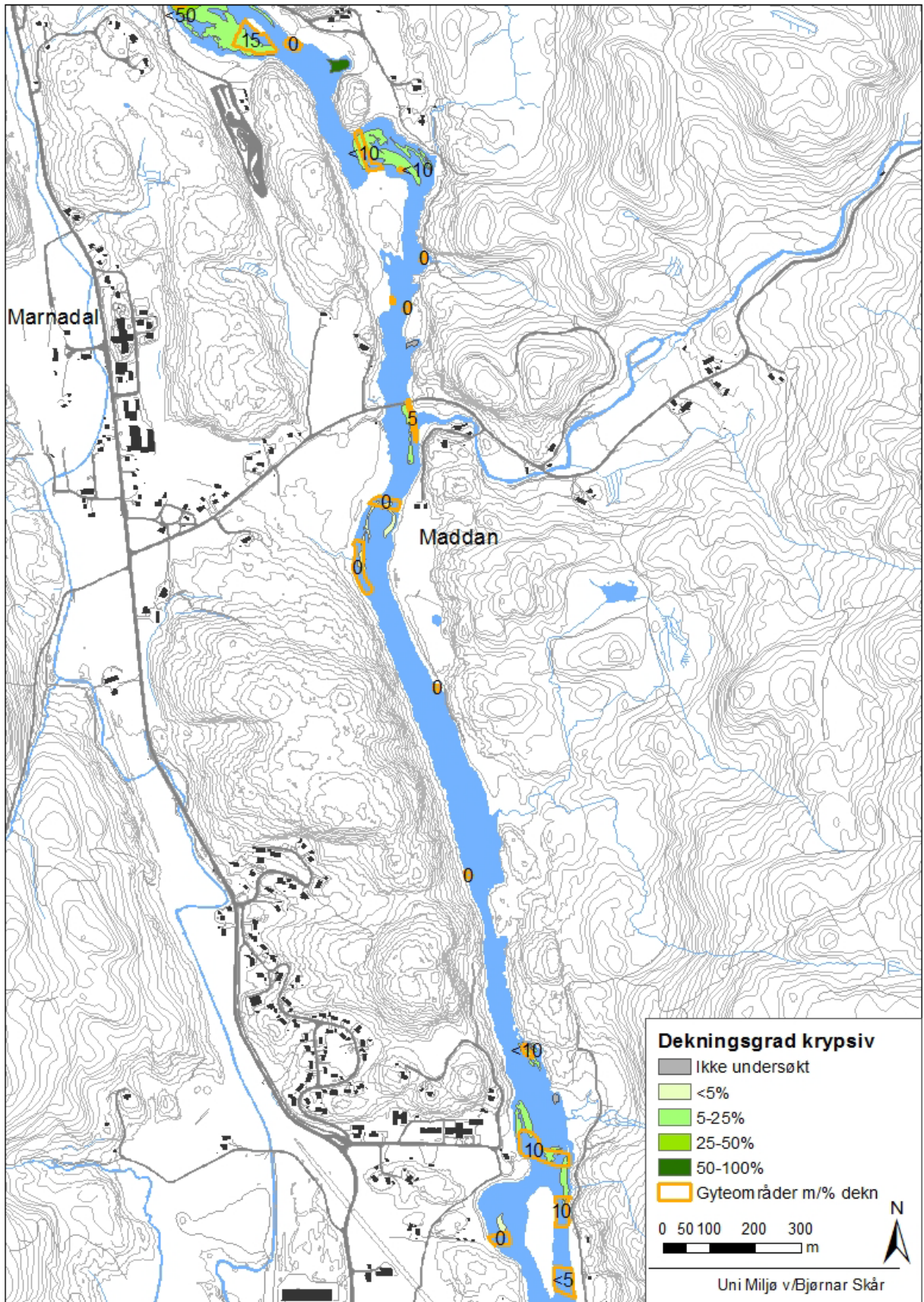
Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 4/11.



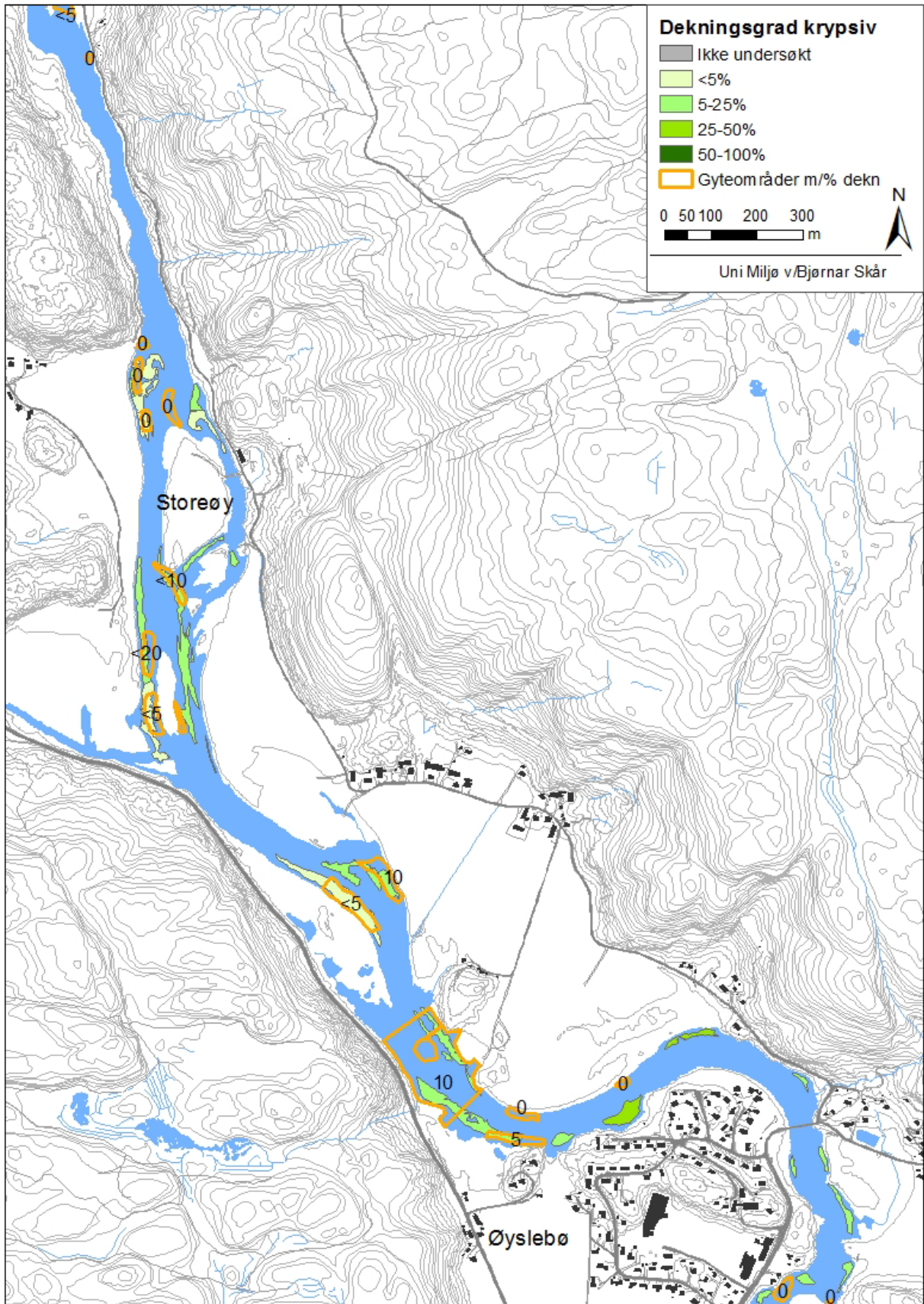
Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 5/11.



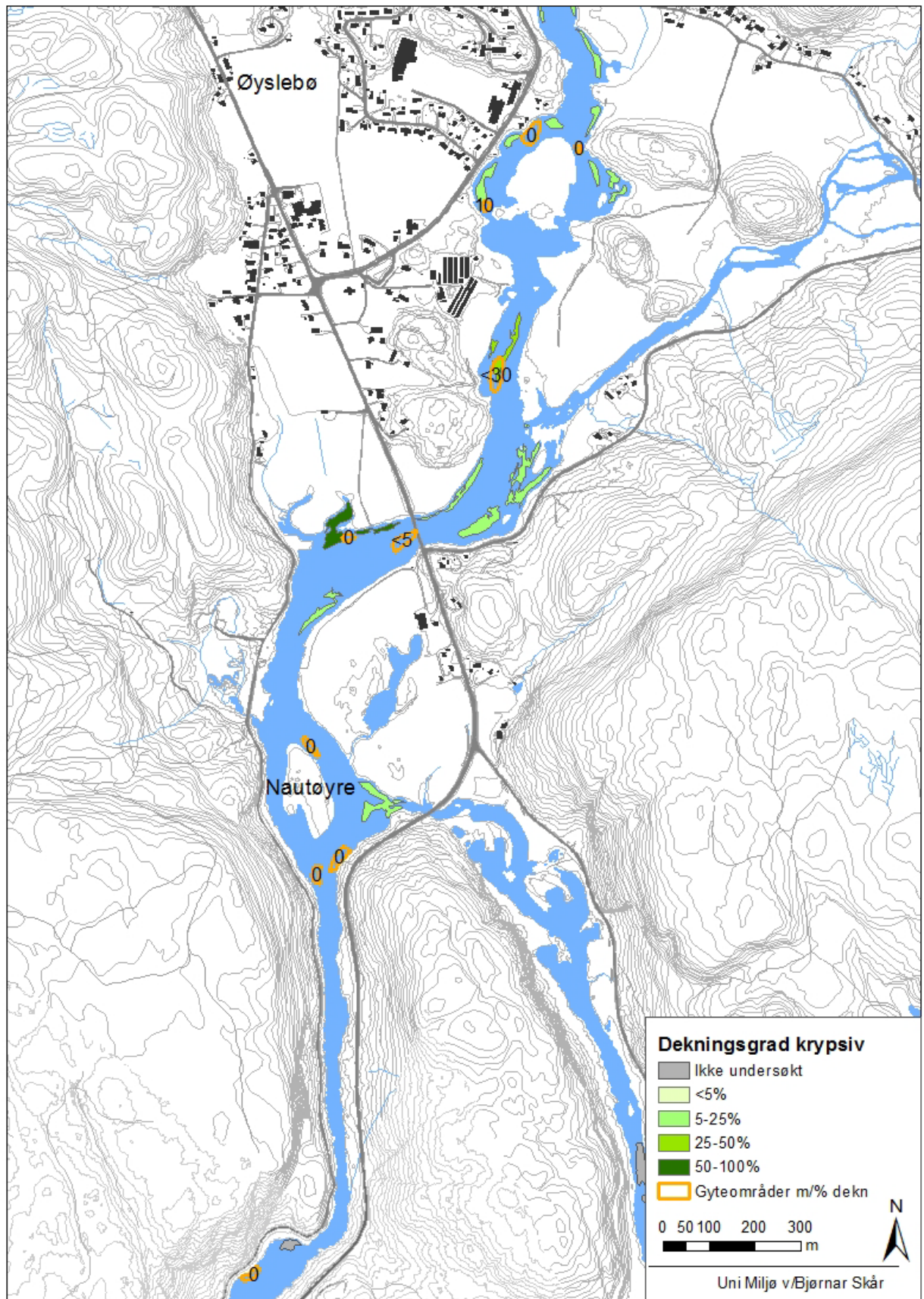
Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 6/11.



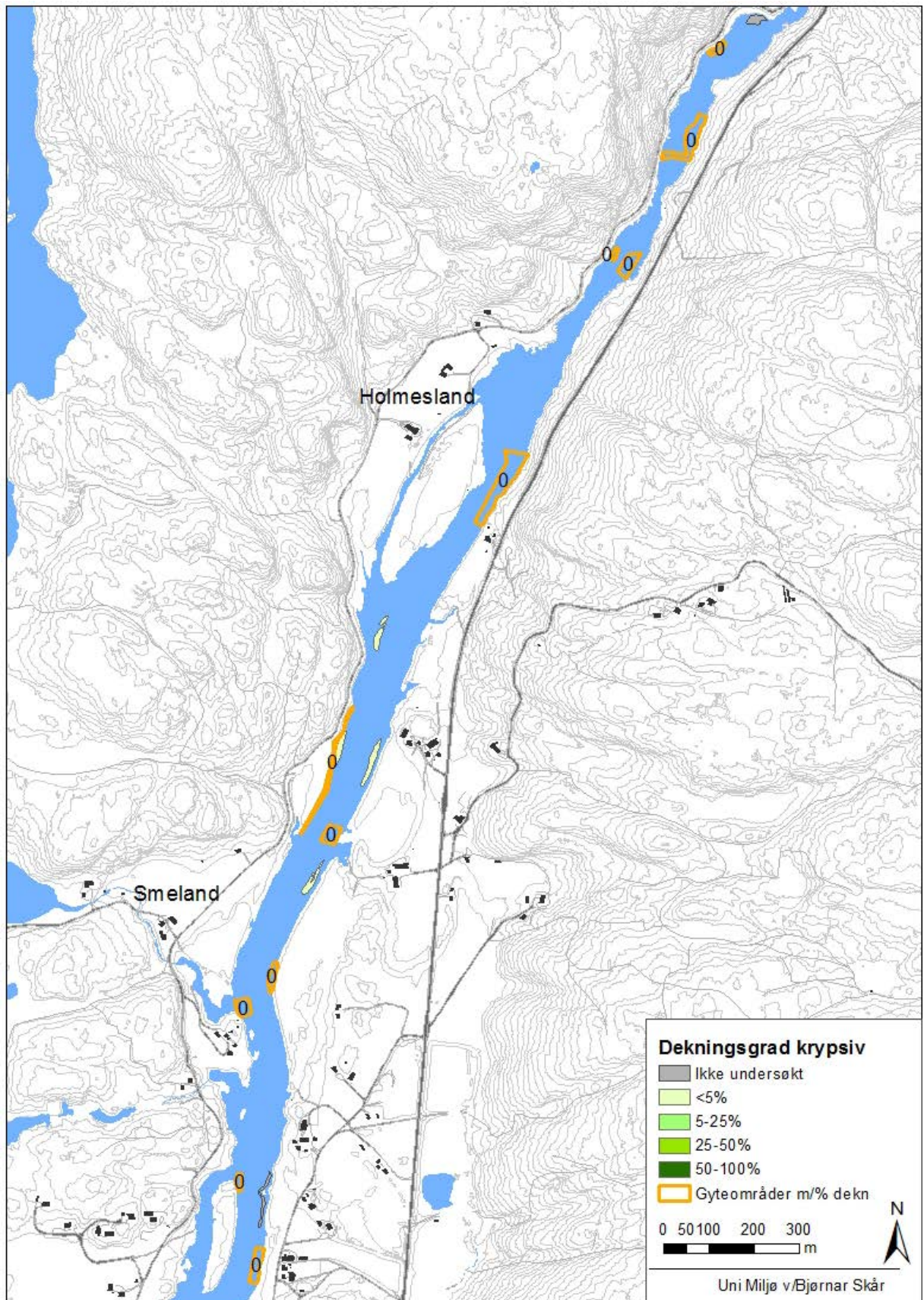
Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 7/11.



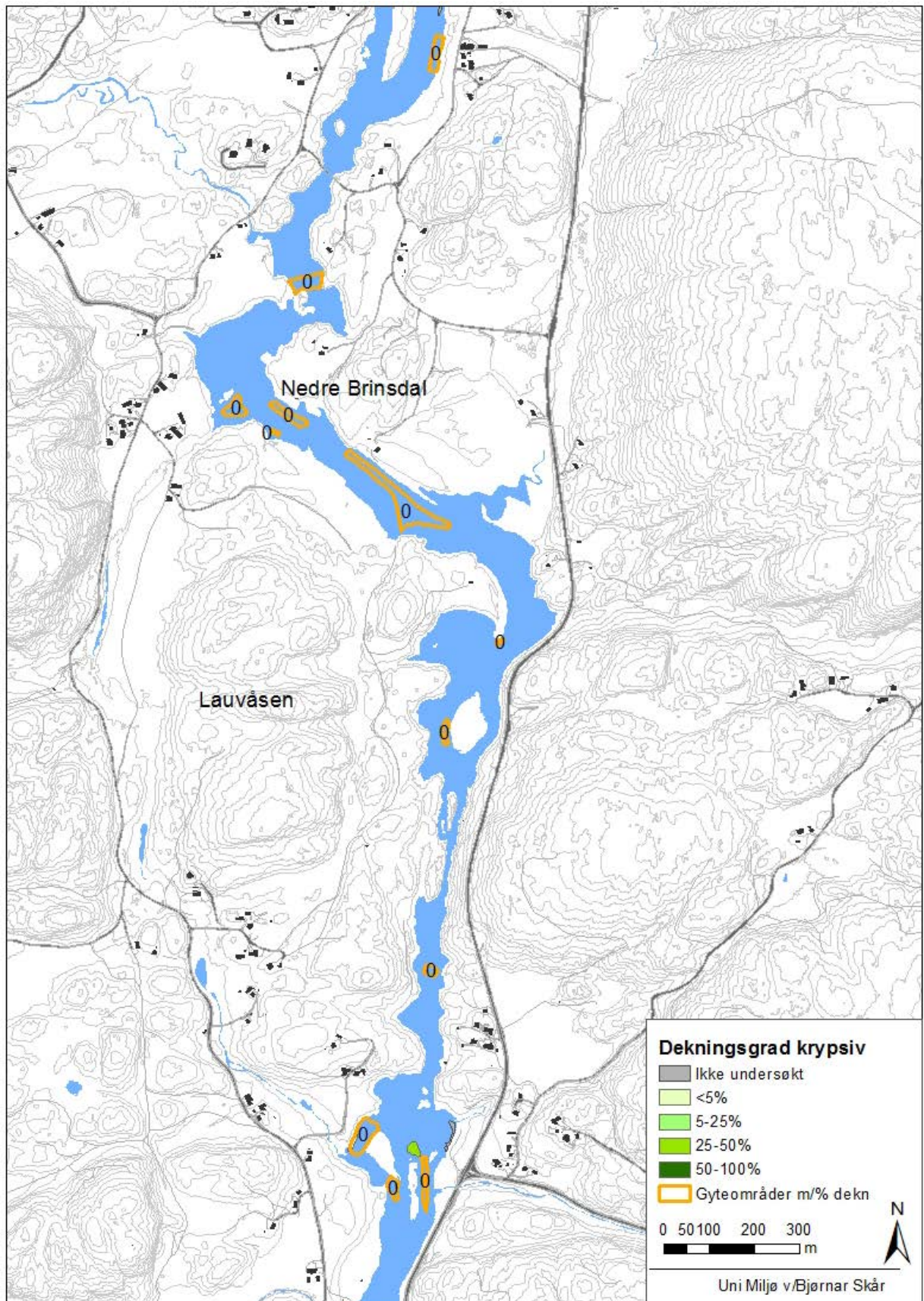
Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 8/11.



Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 9/11.



Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 10/11.

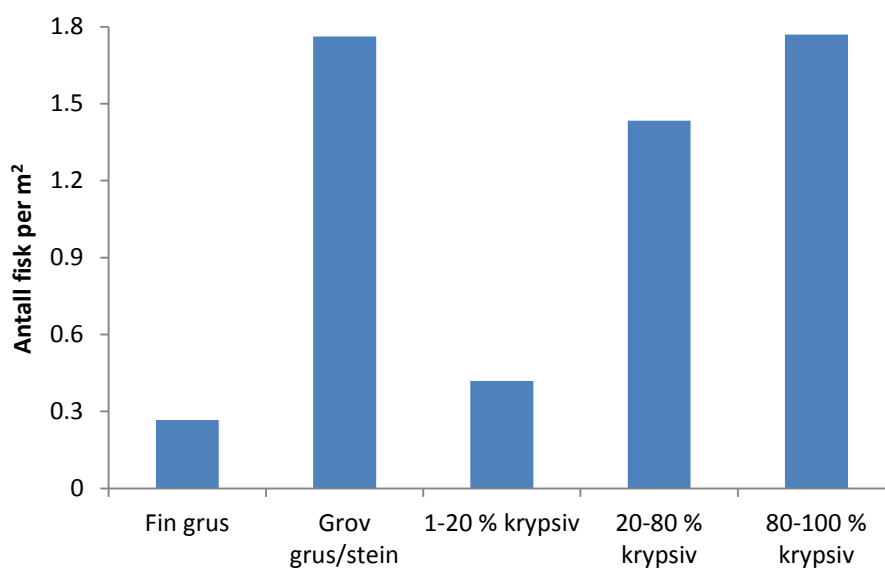


Figur 15. Fortsettelse fra forrige side. Kartblad 11/11.

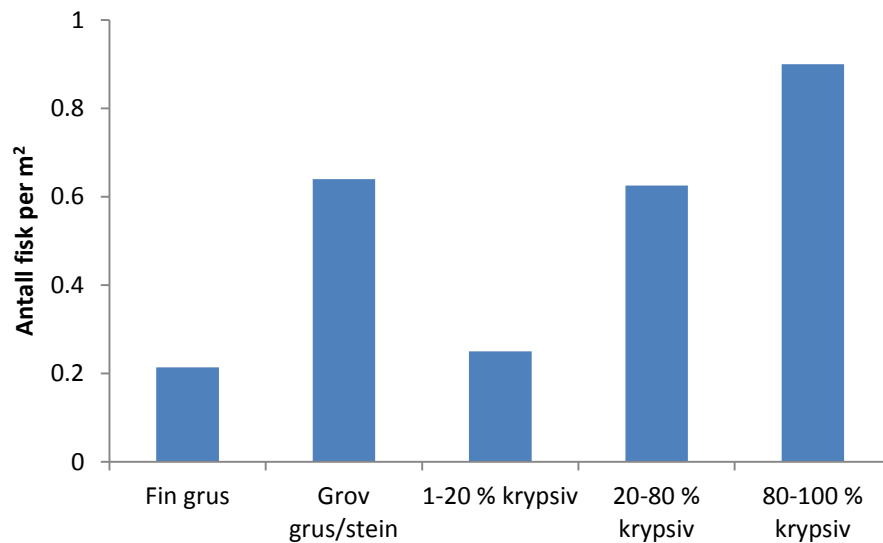
4.4 Elektrisk fiske: Ungfiskens bruk av områder med krypsiv

Ved elektrisk fiske i transekter med ulike innslag krypsiv ved Fuglestveit i Mandalselva ble det fanget 146 ungfisk av laks (135 0+ og 11 >0+) og 5 aure (0+). Tettheten av fisk var lavest på områder med fin grus, mens det var om lag lik tetthet av fisk i områder med grov grus, 20-80 % krypsiv og i 80-100 % krypsiv (Figur 16). Tilsvarende ble det ved Sanøy (oppstrøms Mannflåvatnet) fanget 45 0+ lakseunger og 4 0+ aureunger. Også her ble det funnet høyest tetthet av fisk i områder med krypsiv, og lavest på områder med fin grus (Figur 17). Ved utløpet av Matrevatnet i Matreelva ble det fanget 147 aureunger. Også i Matreelva ble det funnet høyere tetthet av fisk i krypsiv enn i grus for alle årsklasser, og i gjennomsnitt var det tre ganger høyere tettheter av fisk i krypsiv enn på områder med grus (Figur 18). Forskjellen mellom tettheter av fisk i krypsiv og på grus var størst for den yngste årsklassen (0+).

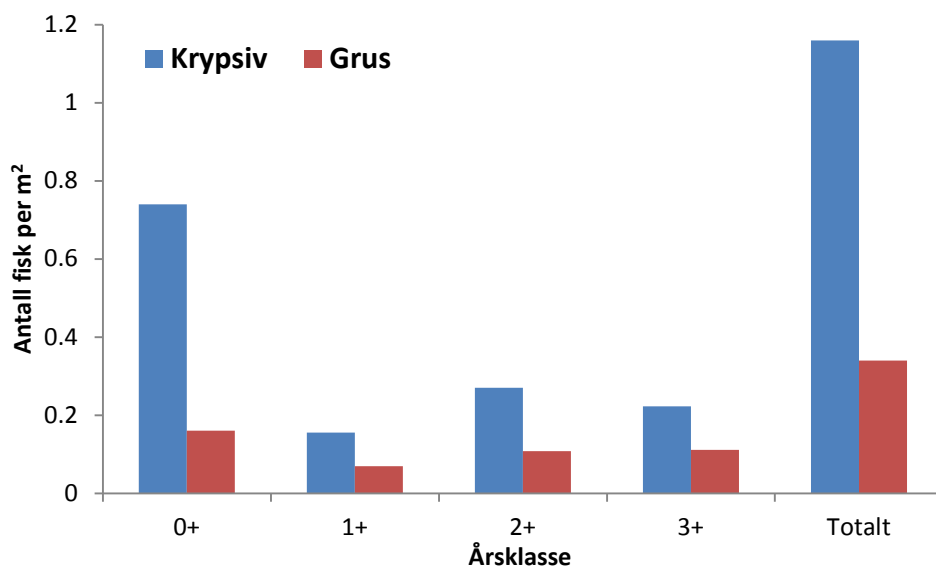
Resultatene fra det elektriske fisket viser at det ble funnet vesentlig høyere tettheter av ungfisk i områder med krypsiv enn i områder med fin grus. Tetthetene av fisk i krypsiv var om lag tilsvarende eller høyere sammenlignet med det en fant i områder med grov grus og stein. Dette gjenspeiler mest sannsynlig at krypsivet gir fisken muligheter til å finne skjul, noe som kan være begrenset på deler av elvebunnen som er dominert av sand og fin grus. Alle de undersøkte områdene har bunnsstrat med grus og med krypsiv som vokser i mosaikkaktige sater/matter. Det er sannsynlig at krypsiv i slike områder bidrar til å gi økt fiskeproduksjon ved å bidra til mer varierte habitatforhold og økt tilgang på skjul.



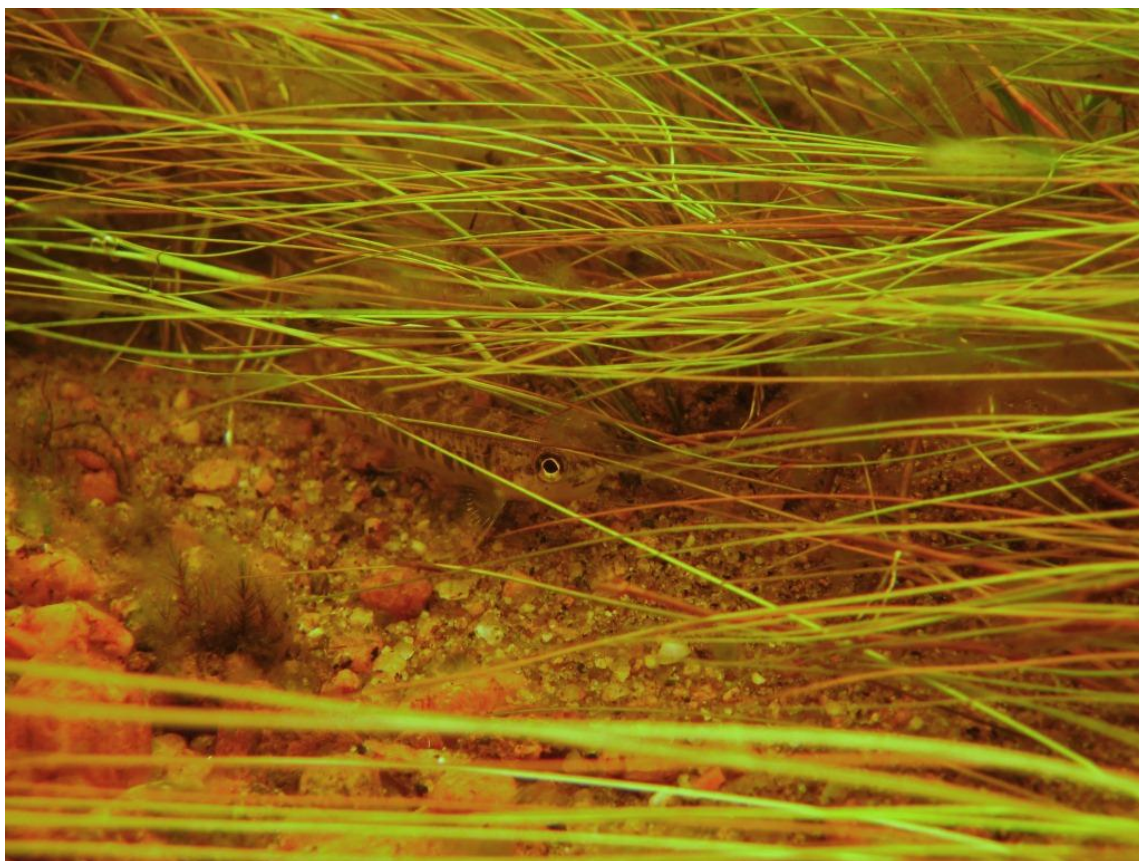
Figur 16. Antall ungfisk per m² for ulike habitater ved Fuglestveit i Mandalselva. Fisken er fanget ved elektrisk fiske i august 2013. Se Figur 3 for bilde av de ulike habitatene. Totalt ble det fanget 146 ungfisk av laks, 5 aure og 2 niøye i 153 plot à 1 m². Figuren viser at antallet fisk omtrent er likt i tett krypsiv og i grov grus.



Figur 17. Antall fiskeyngel per m² for ulike habitater ved Sanøy i Mandalselva. Fisken er fanget ved elektrisk fiske i august 2013. Totalt ble det fanget 45 laks og 4 aure i 90 1x1 m plot.



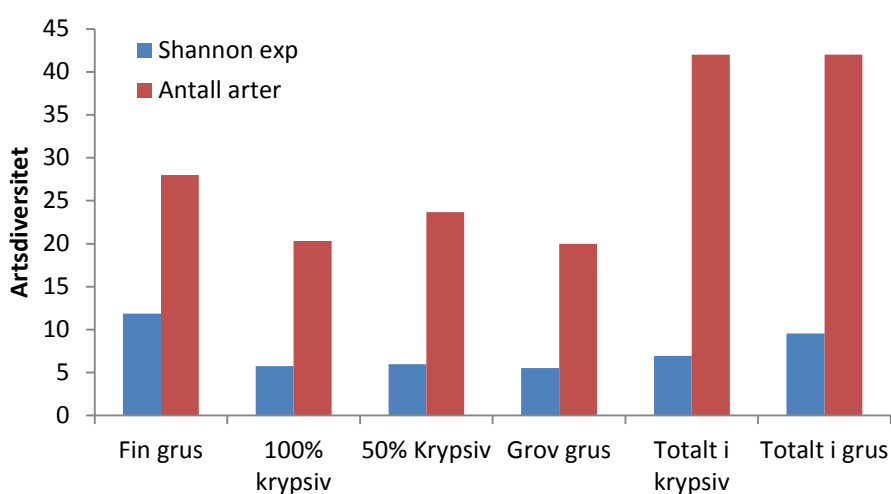
Figur 18. Antall fiskeyngel per m² i habitater med 80-100 % dekning av krypsiv og i grus (blanding av stein, grov- og fin grus der grov grus utgjorde hovedhabitatet) og i krypsiv nedstrøms Matrevatnet i Matreelva. Fisken er fanget ved elektrisk fiske i april 2012. Totalt ble det fanget 114 aure i 50 1x1 m plot fra krypsiv og 33 aure i 50 1x1 m plot fra grus. Figuren viser betydelig høyere antall fisk i krypsiv enn i grus.



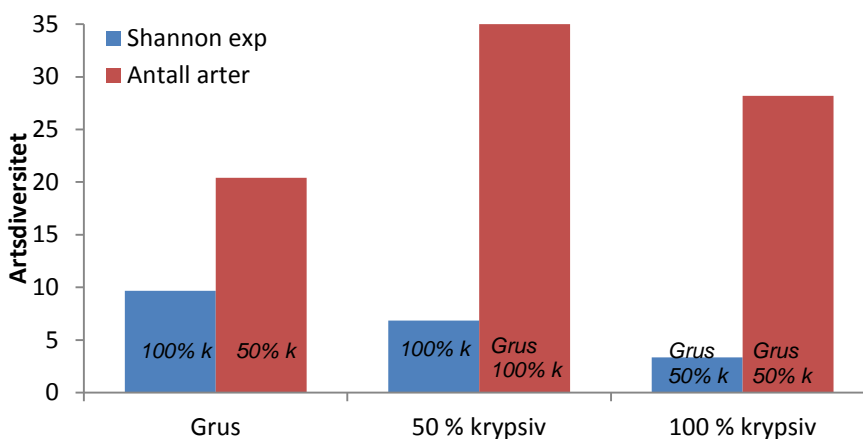
Figur 19. Elektrisk fiske viser at det ble fanget betydelig mer ungfisk av både laks og aure på områder med krypsiv enn på områder med bare grus. Dette skyldes trolig at krypsivet gir gode skjulmuligheter. Bildet øverst viser en 0+ lakseyngel som gjemmer seg under krypsivet, mens bildet nederst viser en tosomrig eller eldre lakseunge som søker skjul i en såte med dødt krypsiv.

4.5 Biologisk mangfold av bunndyr

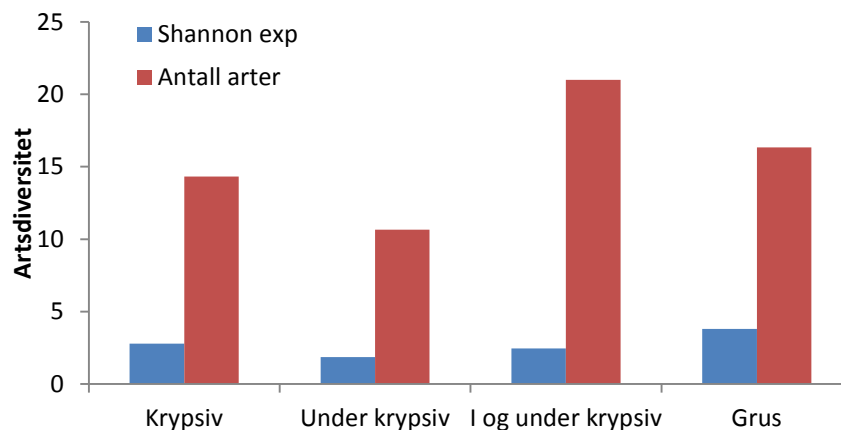
Mangfoldet av bunndyr varierte en del mellom de ulike habitatene. For Mandalselva viste sparkeprøvene at antallet arter er litt høyere i fin grus enn i de andre habitatene (Figur 20). Ifølge sparkeprøvene var det totale antall arter i grus (grov grus + fin grus) og i krypsiv (50 % dekning av krypsiv + 100 % dekning av krypsiv) likt. Resultatene fra prøvetakingen med surber skiller seg noe fra resultatene med sparkeprøver (Figur 21). Som metode kan man forvente et mer nøyaktig resultat fra surber. Surberprøvene viste et signifikant større antall arter både i habitat med 50 % dekning av krypsiv og i habitat med 100 % dekning av krypsiv.



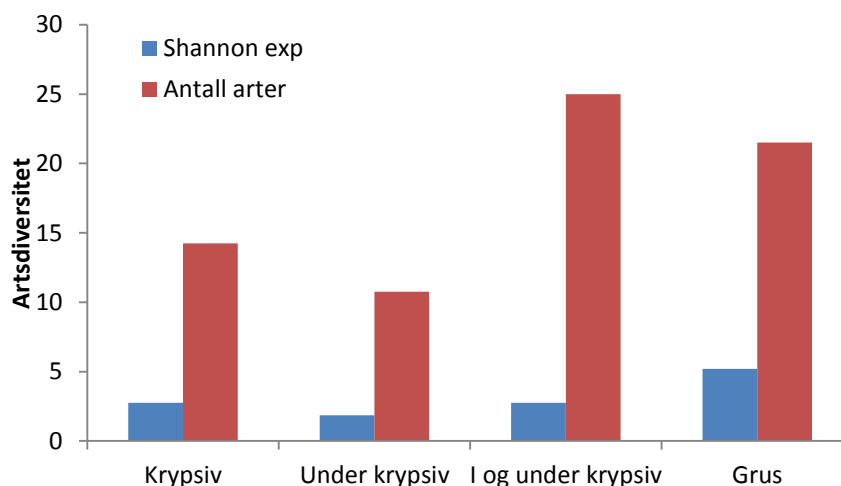
Figur 20. Artsdiversitet av bunndyr ved Fuglestveit i Mandalselva august 2013. Diversiteten er gitt som gjennomsnittet av fire sparkeprøver per habitat. Diversiteten er målt ved hjelp av to ulike indekser der den ene viser antall arter mens den andre (Shannon exp) tar hensyn til fordelingen mellom artene.



Figur 21. Gjennomsnittlig artsdiversitet av bunndyr fra 5 surberprøver for hvert habitat ved Fuglestveit i Mandalselva desember 2013. Diversiteten er målt i to ulike indekser der den ene viser antall arter mens den andre (Shannon exp) tar hensyn til fordelingen mellom artene. Teksten i søylene angir hvilke habitater som har signifikant forskjellig diversitet (to-sidig t-test, $p < 0.05$). k = krypsiv.



Figur 22. Artsdiversitet av bunndyr i Matreelva november 2011. Diversiteten er gjennomsnittet av fire sparkeprøver per habitat. Den ene indeksen viser antall arter mens den andre (Shannon exp) tar hensyn til fordelingen mellom artene. Diversiteten under krypsiv gjelder fauna fra mudderet under krypsivet. Diversiteten i og under krypsiv angir total diversitet som følge av krypsiv (nedskalert til fire prøver).

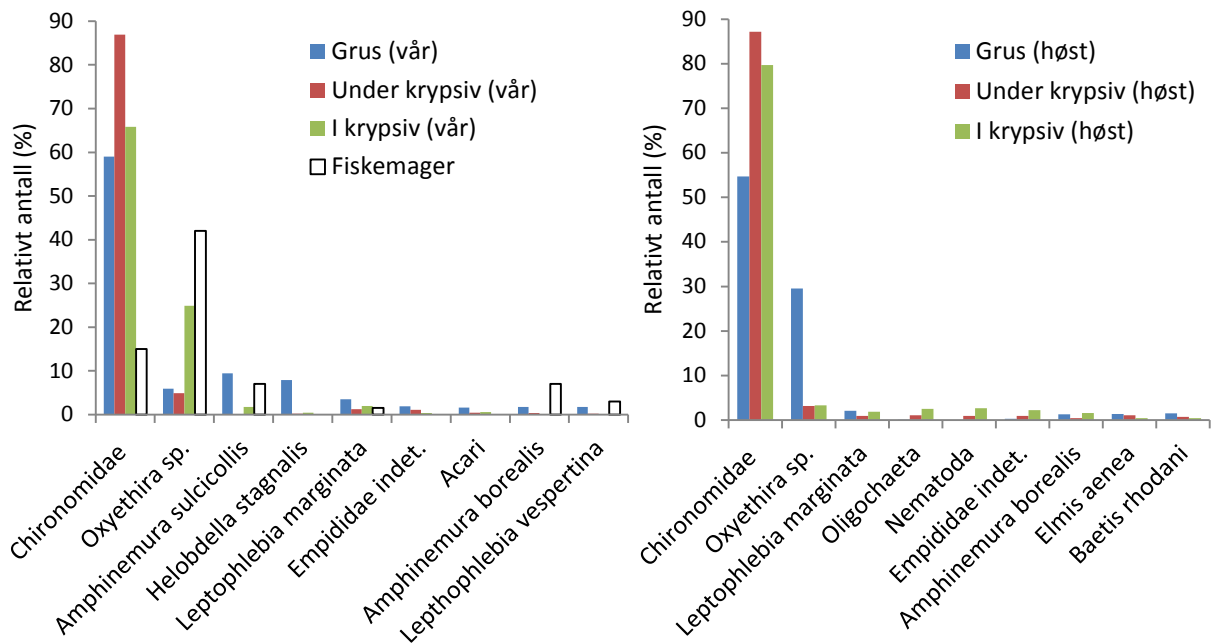


Figur 23. Artsdiversitet av bunndyr i Matreelva april 2012. Diversiteten er gjennomsnittet fra fire sparkeprøver per habitat. Den ene indeksen viser antall arter mens den andre (Shannon exp) tar hensyn til fordelingen mellom artene. Diversiteten under krypsiv gjelder fauna fra mudderet under krypsivet. Diversiteten i og under krypsiv angir total diversitet som følge av krypsiv (nedskalert til fire prøver).

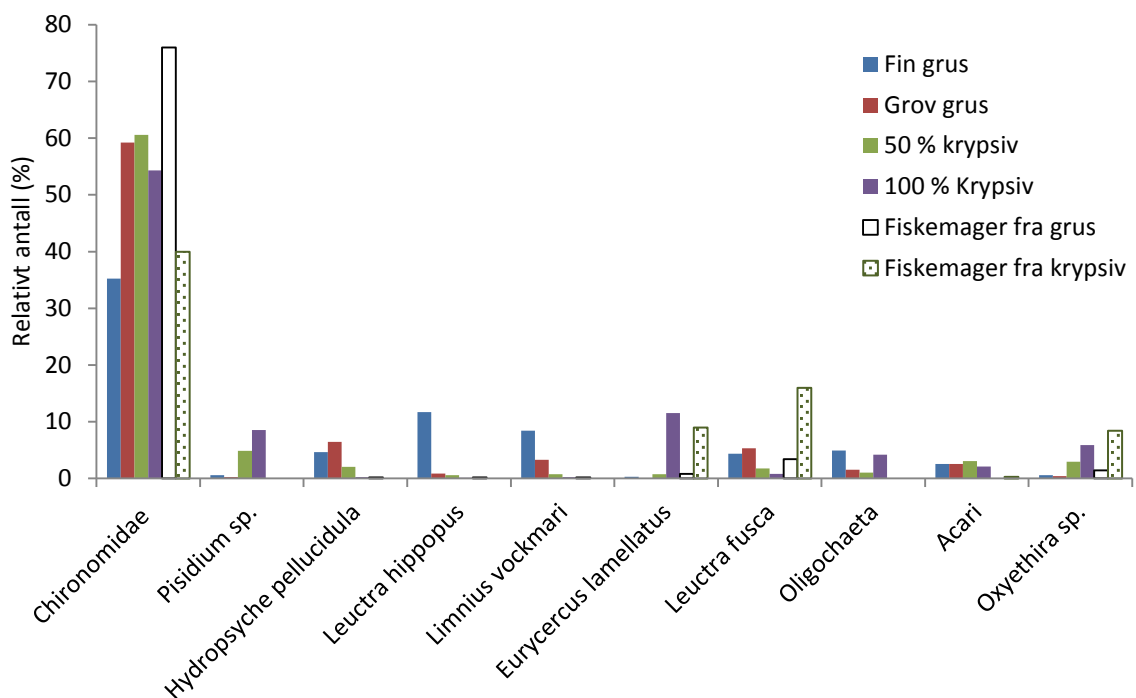
For Matreelva viser både høstprøvene og vårprøvene høyere antall arter i grus enn i krypsiv og fra mudderet under krypsivet (Figur 22 og Figur 23). Når det gjelder antall arter i den totale faunaen som følger krypsiv, det vil si fra prøver tatt i krypsiv pluss prøver tatt i mudderet fanget opp av krypsiv, er denne høyere enn antallet arter fra grus.

Felles for Mandaleelva og Matreelva, og for både sparkeprøvene og surberprøvene, er at diversiteten målt etter Shannon sin indeks er høyere i grus enn i de andre habitatene (Figur 20 til Figur 23). Dette viser at antall individer av de ulike artene er jevnere fordelt i grusen enn i krypsivet. I krypsivet dominerer noen få arter, mens artssamfunnet i grusen er jevnere fordelt (Figur 24 og Figur 25). Nå skal det legges til at den dominerende arten i krypsiv er fjærmygg og at dette ikke dreier seg om en art, men en familie insekter bestående av mange arter. Fjærmygg viser tydeligst dominans i sparkeprøvene fra Matreelva (Figur 24), samt fra surberprøvene i

Mandalselva (ikke vist). Det er ikke vanlig å artsbestemme fjærmygg i miljøundersøkelser (Solheim 2009), først og fremst fordi det er meget tidkrevende. Et riktig bilde av mangfoldet får man derfor først dersom fjærmyggene også artsbestemmes. Likevel gir resultatene en indikasjon på at antall arter er høyere i krypsiv enn i grus, men at antall individer er jevnere fordelt mellom artene i grusen enn i krypsivet.



Figur 24. De vanligste bunndyrene i de ulike habitatene fra Matreelven, samt dyrenes andel i fiskemager el-fisket samme dag. Dyrene er samlet ved hjelp av sparkeprøver i november 2011 (høyre figur) og april 2012 (venstre figur). Fisket ble kun utført i april.



Figur 25. De vanligste bunndyrene i de ulike habitatene fra Mandalselva (sparkeprøver august 2013), samt dyrenes andel i fiskemager el-fisket samme dag.

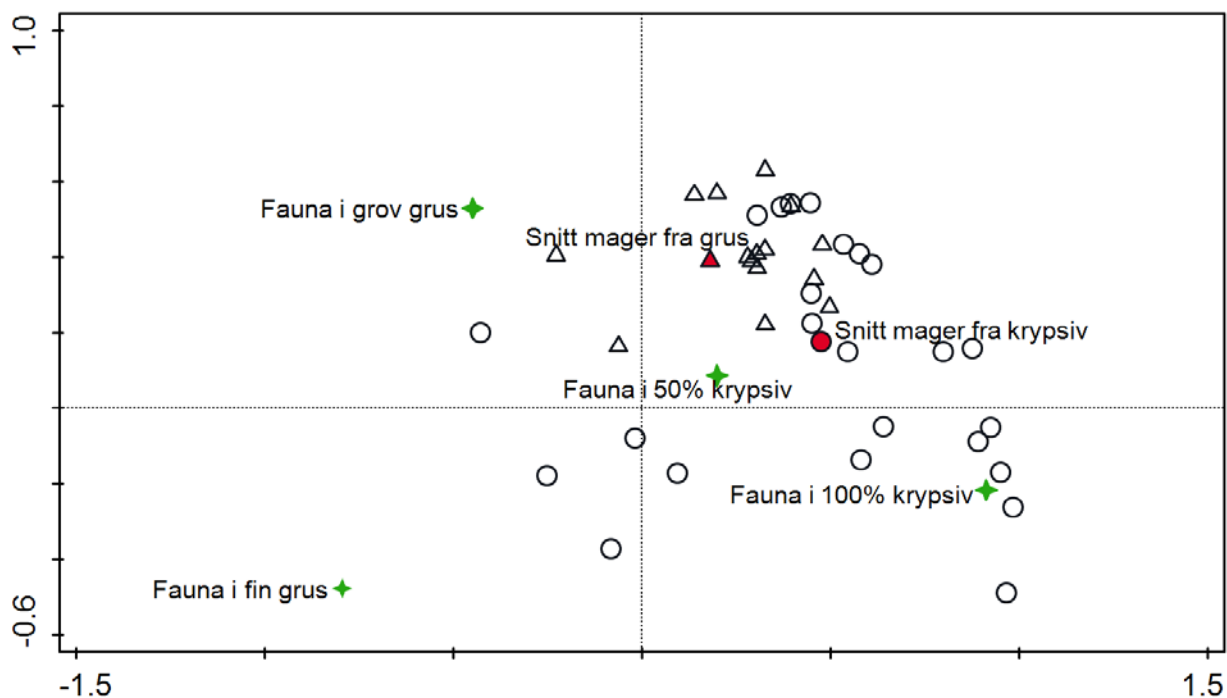
Biologisk mangfold utgjør en viktig komponent i et økosystem der man blant annet regner med at stabiliteten mot ytre påvirkninger øker med økt biodiversitet. Det er for tiden et betydelig fokus på å bevare naturlig biodiversitet siden menneskelig påvirkning de siste tiårene har ført til et betydelig tap av biodiversitet (UN 2005). Globalt sett er denne trusselen spesielt stor for ferskvann (Kristensen m.fl. 2010).

4.6 Mageprøver og fødevalg hos fisken

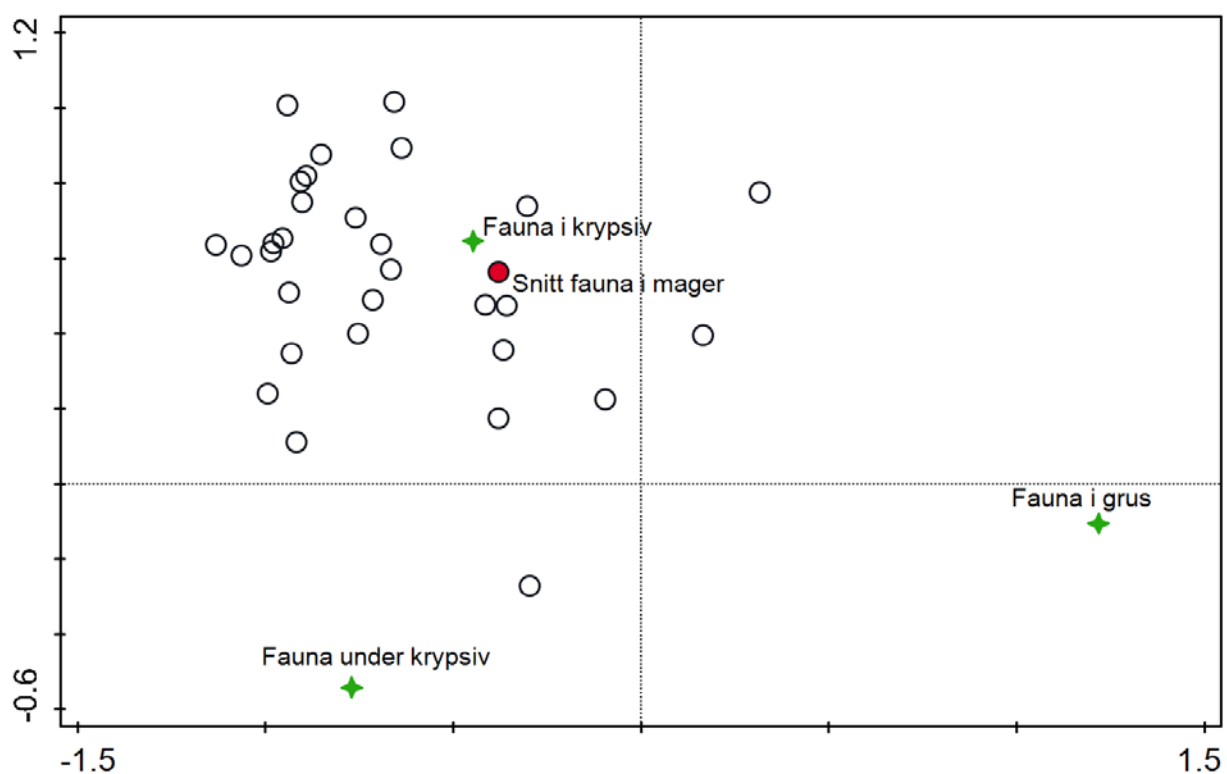
Bunndyrs sammensetningen i fiskemagene reflekterer bunndyrs sammensetningen i habitatet der fisken lever (Figur 24 og Figur 25). Men det er også tydelig at en del fisk spiser selektivt. I Matreelva foretrekker for eksempel fisken å spise vårfluen *Oxyethira* selv om det er fjærmygg som dominerer i bunndyrfaunaen (Figur 24). Om våren er *Oxyethira* svært tallrik i habitater med krypsiv (Figur 24). I Mandalselva utgjør steinfluen *Leuctra fusca* 16 % av byttedyrene for fisk fanget i krypsiv, mens arten kun utgjør 1.5 % av faunaen i krypsiv (Figur 25).

Mange av bunndyrene finnes både i fiskemager fra fisk fanget i krypsiv og fra fisk fanget i grus, men det relative antallet av de ulike byttedyrene i magene er nokså forskjellig for de to habitatene. Mageprøvene varierer derfor mellom fisk fanget i krypsiv og fisk fanget i grus, og en sammenlikning av faunaen i enkelthabitater og fra fiskemager kan derfor brukes som en indikasjon på opprinnelsen til fiskens føde. For Mandalselva likner mageinnholdet i fisk fanget i krypsiv faunasammensetningen som er å finne i habitatet med 50 % dekning av krypsiv og habitatet med 100 % dekning av krypsiv (Figur 26). Fisken som er fanget i habitatet grus har mageinnhold som likner mest på faunasammensetningen i habitatet med 50 % krypsiv. Fisken sitt mageinnhold likner minst på faunasammensetningen fra habitatet med fin grus. For Matreelva reflekterer fiskens mageinnhold i stor grad faunasammensetningen i krypsiv (Figur 27). Faunaen som finnes i habitatet grus likner lite på byttedyrene i fisken mage, noe som for eksempel synliggjøres av at *Oxyethira* sp. er vanlig i fiskemager og i krypsiv, men mindre vanlig i grus (venstre graf i Figur 24).

Sammenlikningen av faunaen fra substratet og faunaen i fiskemagene viser at bunndyrene i fiskemagene likner mer på faunasammensetningen vi registrerte i krypsiv enn faunasammensetningen vi registrerte i grus. Dette viser at fisken sitt hovednæringsgrunnlag utgjøres av bunndyr fra krypsiv. Dette kan indikere at fisken foretrekker å oppholde seg i krypsiv og får dermed lettere tilgang på bunndyr fra krypsivet, eller at produksjonen av bunndyr er høyere i krypsiv enn i grus slik at dyrene i driv som fisken snapper domineres av fauna fra krypsiv. Mest sannsynlig stemmer begge teoriene. Dette indikerer videre at krypsiv kan ha en positiv effekt på fiskeyngelen.



Figur 26. Ordinasjon (PCA) av bunndyr fra ulike habitater og fra fiskemager ved Fuglestveit i Mandalselva. Grønne stjerner angir gjennomsnittet for faunasammensetningen i habitatene fin grus, grov grus, 100 % krypsiv og 50 % krypsiv. Dette er basert på fire sparkeprøver per habitat. Arts sammensetningen til byttedyrene fra magene til enkeltfisk (sirkler og trekanter) er lagt passivt inn i diagrammet for å finne opprinnelsen til byttedyrene. Fisken er fanget i krypsiv (sirkler) eller i grus (trekanter).

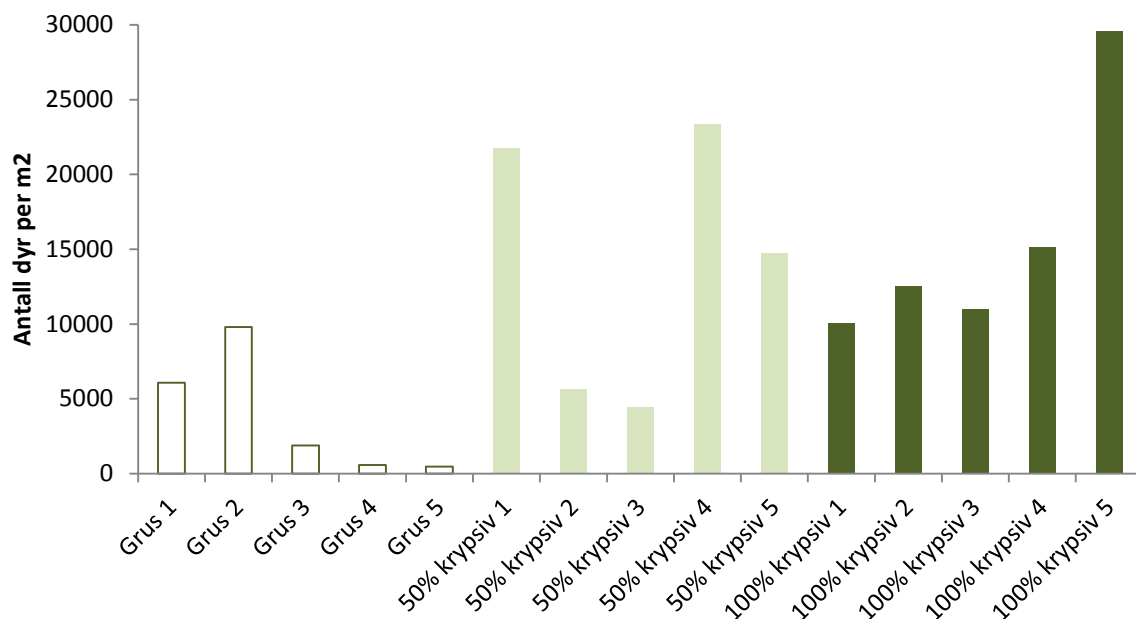


Figur 27. Ordinasjon (PCA) av bunndyr fra ulike habitater og fra fiskemager ved utløpet av Matreelva. Grønne stjerner angir gjennomsnittet for faunasammensetningen i habitatene krypsiv, grus og mudder under krypsivet. Dette er basert på fire sparkeprøver per habitat. Sammensetningen til byttedyrene fra magene til enkeltfisk (sirkler) er lagt passivt inn i diagrammet for å finne opprinnelsen til byttedyrene.

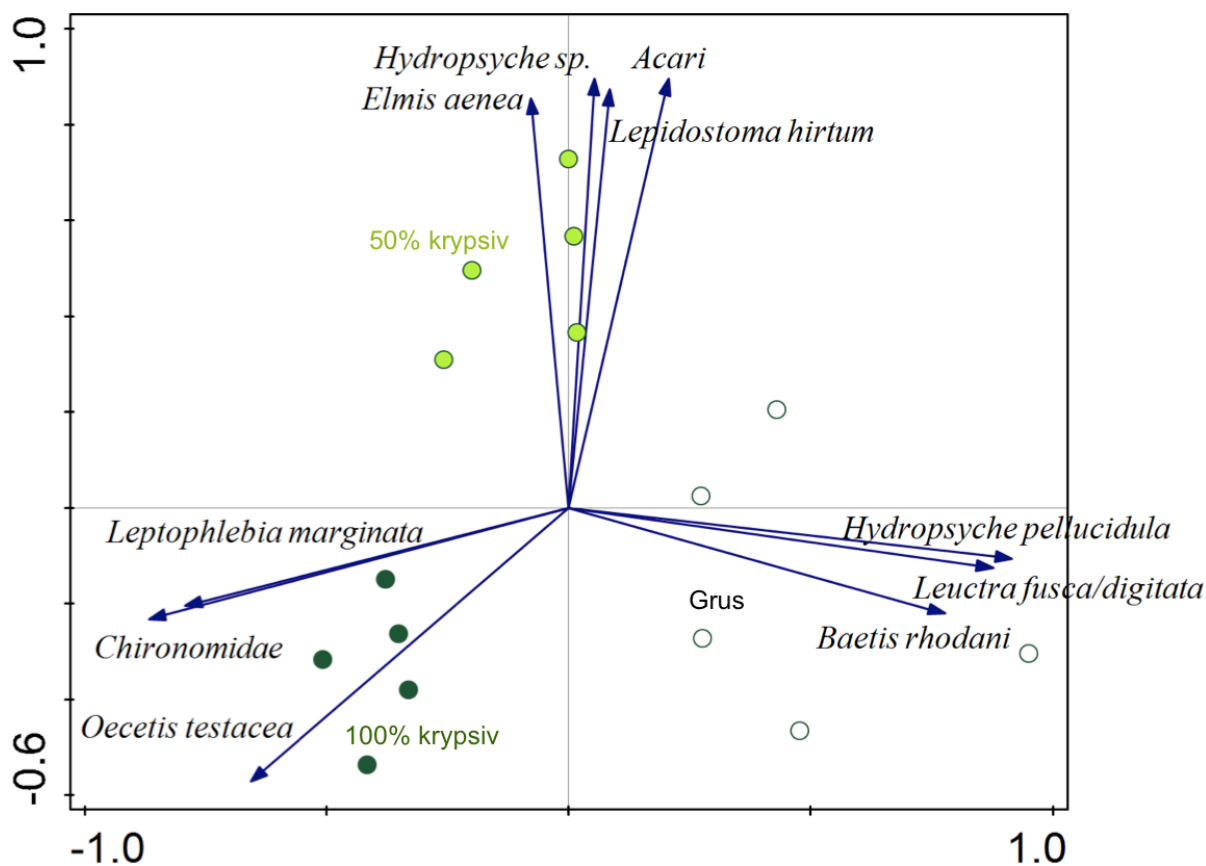
4.7 Tettheter av bunndyr

Resultatene fra de kvantitative surberprøvene viser at faunaen i de ulike habitatene har ulik tetthet (Figur 28) og sammensetning (Figur 29). I tråd med resultatene fra diversitetsanalysene (Figur 20 til Figur 23) viser klassifiseringen at spredningen av enkeltprøver fra de ulike habitatene er større innad i faunaen fra grus enn fra krypsiv (Figur 29). Faunaen er derfor mer uniform i krypsiv enn i grus. Analysene viser at antallet dyr i habitater med grus er signifikant forskjellig fra antallet dyr i habitat med 50 % dekning av krypsiv og i habitat med 100 % dekning av krypsiv (Figur 28). Tettheten av bunndyr er høyest i prøvene fra 100 % dekning av krypsiv (ca 30 000 dyr/ m²), mens maksimum tetthet i grus er tre ganger lavere (ca 10 000 dyr/m²). Prøvene viser også at det er stor variasjon i antallet dyr innad i ett habitat, noe som indikerer en klumpvis fordeling av dyrene (Figur 28). Dette gjelder alle habitatene, men spesielt for grus. Slik klumpvis fordeling er vanlig å påtreffe i naturen.

Resultatene indikerer at tilstedeværelse av krypsiv kan være gunstig for produksjon av bunndyr, og dernest også for fiskeyngel som er avhengig av bunndyr til føde. Nå skal det legges til at måling av nøyaktig bunndyrproduksjon i rennende vann kan være metodisk komplisert (Hynes og Coleman 1968). De ulike artene varierer i størrelse, i antall livssykluser per år og i antall larvestadier per livssyklus. Gode data får man kun ved å måle produksjonen til hver enkelt art og ved hyppige målinger gjennom minst ett år. Likevel er tettheten dyr såpass mye høyere i krypsiv enn i grus at det er rimelig å anta at biomassen og produksjonen er høyere i krypsiv enn i grus, noe som har blitt bekreftet i tidligere studier (Mikkelsen 1997). I studien til Mikkelsen (1997) ble antall og biomasse av bunndyr i seks innsjøer sammenliknet fra områder med krypsiv og med tepper av kortskuddplanter (eks stivt brasmegras *Isoetes lacustris* og botnegras *Lobelia dortmanna*). Det ble funnet et signifikant høyere antall og biomasse av bunndyr i områder med krypsiv.



Figur 28. Antall dyr i prøver fra habitat med grus, 50 % dekning av krypsiv og 100 % dekning av krypsiv ved Fuglestveit, Mandalselva desember 2013. Det er signifikant flere dyr i 50 % krypsiv og i 100 % krypsiv enn i grus (to sidig t-test, $p < 0,05$).



Figur 29. Gruppering (PCA) av faunen i habitatene grus, 80-100 % dekning av krypsiv og 30-70 % dekning av krypsiv, samlet ved hjelp av surber. Enkeltpøverne er vist som sirkler, der mørkegrønne sirkler angir prøver fra 80-100 % krypsiv, lysegrønne sirkler angir prøver fra 30-70 % krypsiv og tomme sirkler angir prøver fra grus. De 10 vanligste bunndyrgruppene er vist som vektorer.

5 Konklusjoner

Hovedformålet med denne undersøkelsen har vært å finne i hvilken grad krypsiv påvirker gyte- og oppvekstforhold for laks og sjøaure, samt hvordan krypsiv påvirker artsdiversiteten og mengden av bunndyr. Hovedkonklusjonen er at omfattende krypsivvekst lokalt kan ha negative effekter på gyteforhold, men at omfanget av dette problemet er begrenset. På den annen side viste resultatene at krypsivet også kan ha positiv effekt på ungfiskproduksjon, gjennom økt skjul- og mattilgang.

Undersøkelsene viste at krypsiv forekommer på gyteområdene i flere elver på Vest- og Sørlandet. Vi har identifisert lokaliteter der krypsiv har dannet tykke matter som dekker store deler av elvebunnen på gyteområder, og dermed danner en barriere som forhindrer fisken fra å bruke områdene til gyting. Krypsiv bidrar også til akkumulering av finsedimenter, noe som kan forringe gyteforholdene. Av over 50 elver der vi har registrert krypsiv og gytesubstrat, var det noen fåtalls lokaliteter der krypsiv høyst sannsynlig har resultert i at gyteområdet har blitt vesentlig redusert eller gått helt tapt. I tillegg skal man ikke se bort ifra at områder som i dag er gjengrodd med krypsiv tidligere var etablerte og viktige gyteplasser, enten for anadrom fisk, eller for bleka i Otra. Når det gjelder bleka forekommer det problemvekst av krypsiv i tilknytning til gyteområdene i Otra oppstrøms Byglandsfjorden, samt noen steder i selve fjorden. Resultatene tilsa imidlertid at krypsivet i liten grad utgjør en begrensning for blekas gytemuligheter på de undersøkte områdene.

Undersøkelsene viste videre at laks og sjøaure over flere år gyter på felter med åpen grus som ligger i mosaikk mellom tykke krypsivmatter. Dette viser at laks og aure kan gyte på områder hvor det er mye krypsiv (>50 % dekningsgrad) dersom det finnes gunstige gyteforhold mellom krypsivforekomstene, og at mye krypsiv ikke nødvendigvis resulterer i at gyteområdene går tapt. Selv i elver hvor det stedvis er omfattende krypsivbegroing (f.eks. Mandalselva), er det kun unntaksvis blitt funnet i såpass mengder at det kan påvirke gyteforholdene for laks og aure. Krypsiv i det omfanget som er observert i disse elvene vurderes ikke som en trussel for produksjon av laks og aure, men det kan være gunstig med tiltak for å fjerne krypsiv på enkelte lokaliteter.

Resultatene fra det elektriske prøvefisket viste at det er noe høyere tettheter av ungfisk av både laks og aure i områder med krypsiv enn på områder hvor elvebunnen er dominert utelukkende av grus. Dette skyldes trolig at krypsivplantene gir muligheter for ungfisk til å finne skjul, noe som kan være begrensende på steder der elvebunnen ellers består av fin grus. I tillegg viste mageprøver fra ungfisken at fisken i stor grad spiser næringsdyr som holder til i krypsiv. Bunndyranalysene viste også at det er større tettheter av bunndyr i krypsiv enn i grus. Det er derfor sannsynlig at moderate mengder krypsiv kan være positivt for ungfiskproduksjon. Dette gjelder særlig på områder der krypsivet danner et mosaikkhabitat på en elvebunn som ellers er preget av homogene grusflater, noe som er typisk for mange sørlandsvassdrag og elver hvor en ellers finner krypsiv.

Bunndyrundersøkelsene viste at det er forskjellig artssammensetning av bunndyr i grus og i krypsiv. Enkelte arter var unike for det ene eller det andre habitatet, og for arter som var å finne begge steder oppredde de gjerne i ulikt antall. Når det gjelder biologisk mangfold av bunndyr viste resultatene at antallet arter er høyere som følge av tilstedeværelse av krypsiv. Samlet var det flere arter i krypsivet og i mudderet som er fanget opp av krypsivet enn i habitater med grus. Resultatene tyder likevel på at den totale biodiversiteten i krypsiv er tilnærmet lik biodiversiteten i grus. Dette er fordi faunaen i krypsivet var dominert av få arter med mange individer, og med mange arter som var tilstede kun med et fåtalls individer. I grusen var antallet individer fra hver art jevnere fordelt. Den høyere tettheten dyr og den ujevne fordelingen av arter i krypsivet var først og fremst forårsaket av et høyt antall fjærmygg. Fjærmygg er en artsrik familie som ikke er bestemt til art i denne studien. Dersom de ble artsbestemt ville vi forvente å finne mange arter slik at det totale mangfoldet, både målt i antall arter og som fordelingen mellom artene (Shannon), ville øke betraktelig.

Sammenlikningen av krypsivets utbredelse i Mandalselva basert på observasjoner fra dykking og fra ekstrapoleringer fra flyfoto, viste at kartlegging basert på flyfoto mest sannsynlig fører til overdimensjonering av utbredelsen av krypsiv. Det er nærliggende å tro at det er mose og annen vegetasjon i elvene som blir feiltolket som krypsiv fra flyfoto.

6 Videre oppfølging

Denne studien har vist at det foreløpig er liten grunn til bekymring over negative konsekvenser på fisk og bunndyr som følge av krypsivvekst i anadrome strekninger av elver i Vest- og Sørlandet. Videre studier som bygger på erfaringer som er gjort gjennom denne studien vil kunne bidra med ytterligere relevant informasjon rundt krypsivproblematikken.

1. Registreringen av krypsiv og gytegrus i en rekke elver, og dykkingen i Mandalselva, tyder på at krypsiv sjelden truer gytebestanden for anadrom fisk i enkeltstående elver. Likevel kan man med fordel kartlegge krypsiv og gyteforhold i flere Sørlandselver. Dette er fordi det potensielle problemet med krypsiv kan være større i andre Sørlandsvassdrag enn det som inngår i denne studien.
2. Denne studien gjelder for den anadrome strekningen av elvene, og er utført i områder som har et mosaikkhabitat av grus og krypsiv. Oppstrøms anadrom strekning finner man gjerne tettere tepper av krypsiv som dekker store arealer, og som ikke har et mosaikkhabitat med grus. Det vil være interessant å finne hvordan faunaen i slike områder påvirkes av krypsivet. Spesielt vil det være interessant å finne hvordan stedegen fisk påvirkes av krypsiv, samt hvordan artsdiversiteten og tettheten av bunndyr påvirkes. Er dette krypsivbelter sammenliknbare med det høye mangfoldet og dynamikken man finner i tareskoger til sjøs, eller bør heller krypsivbeltene sammenliknes med artsfattigdommen fra mørke granskoger?
3. Problemvekst av krypsiv forekommer i flere vassdrag. Denne rapporten gir status for effekter på anadrom fisk og bunndyr. Men man bør ikke se på rapporten som et endelig resultat. Både krypsiv og fauna er dynamiske slik at endringer i populasjonene vil foregå over tid. Det er derfor nødvendig å overvåke situasjonen, og helst besøk samme områder over tid for å kartlegge og lære av langsiktige effekter.
4. Observasjoner fra dykkingen i Mandalselva viser et betydelig mindre omfang av krypsiv enn kartlegging basert på flyfoto. Mest sannsynlig blir mose feiltolket som krypsiv. Tilsvarende feiltolkninger kan ha ført til mangelfulle utbredelseskart for krypsiv også i andre vassdrag der kartleggingen er basert på foto. Det vil derfor være viktig å sammenlikne observasjoner fra flyfoto og fra dykking for flere vassdrag.
5. Innfrysing og utspyling/ skuring er tiltak som utføres for å redusere omfanget av krypsivvekst. Slike tiltak øker tilgangen på gytesubstrat, men man kjenner dårlig til effekter av slike tiltak på elvefaunaen. Det kan med fordel gjøres for- og etterundersøkelser av kvantitet, kvalitet og mangfold av fisk og bunndyr i forbindelse med innfrysing og utspyling.

7 Referanser

- Armstrong JD, Kemp PS, Kennedy GJA, Ladle M, Milner NJ (2003) Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62: 143-170
- Barlaup BT, Lura H, Sægrov H, Sundt RC (1994) Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour. *Canadian Journal of Zoology* 72: 636-642
- Barlaup BT, Sandven OR, Skoglund H, Kleiven E, Kile NB, Vethe A, Martinsen BO, Gabrielsen SE, Wiers T (2009) Barlaup, B.T., O. R. Sandven, H. Skoglund, E. Kleiven, N. B. Kile, A. Vethe, B. O. Martinsen, S.E. Gabrielsen & T.Wiers. 2009. Bleka i Byglandsfjorden – bestandsstatus og tiltak for økt naturlig rekruttering 1999-2008. Direktoratet for Naturforvaltning. DN-utredning 5-2009
- Bohlin T, Hamrin S, Heggberget TG, Rasmussen G, Saltveit SJ (1989) Electrofishing - Theory and Practice with Special Emphasis on Salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43
- Brandrud TE (2002) Effects of liming on aquatic macrophytes, with emphasis on Scandinavia. *Aquatic Botany* 73: 395-404
- Direktoratsgruppa-vanndirektivet (2009) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Veileder 01:2009. Direktoratet for Naturforvaltning, Trondheim (in Norwegian)
- Finstad AG, Einum S, Forseth T, Ugedal O (2007) Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater Biology* 52: 1710-1718
- Gabrielsen S-E, Barlaup BT, Halvorsen GA, Sandven OR, Wiers T, Lehmann GB, Skoglund H, Skår B, Wiers T, Pulg U, Vollset K (2011) "LIV" – livet i vassdragene. Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i Matreelva i perioden 2006-2011. LFI rapport nr. 187
- Heggenes J, Saltveit SJ (2002) Effect of aquatic mosses on juvenile fish density and habitat use in the regulated River Suldalslagen, Western Norway. *River Research and Applications* 18: 249-264
- Hynes HBN (1970) The ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool
- Hynes HBN, Coleman MJ (1968) A Simple Method of Assessing Annual Production of Stream Benthos. *Limnology and Oceanography* 13: 569-&
- Johansen SW (1993) Krypsiv i Mandalsvassdraget – Status for utbredelse, vurdering av tilgroing og årsaker, samt forslag til tiltak. NIVA-rapport 2954
- Kleiven E, Barlaup BT, Vethe A (2012) Bleka *Salmo salar* i Byglandsfjorden, Aust-Agder, har teke i bruk gamle gyteplassar. *Fauna* 65: 107-113
- Kristensen P, Werner B, Collins R, Jacobsen B, Uhel R, Wehrli A (2010) The European environment. State and outlook 2010. Water resources: Quantity and flows. The flagship assessment of the European Environment Agency. Publications Office of the European Union, Luxembourg, s. 46-67
- Lucassen E, Smolders AJP, Roelofs JGM (2012) Liming induces changes in the macrophyte vegetation of Norwegian softwater lakes by mitigating carbon limitation: results from a field experiment? *Applied Vegetation Science* 15: 166-174
- Mikkelsen KO (1997) Effects of *Juncus bulbosus* L. proliferation on the epibenthic insect fauna in some limed, SW Norwegian lakes. Cand. scient. thesis. Institute of Zoology. University of Bergen, 63 s.

- Mjelde M, Kaste Ø, Haraldstad T, Moe TF, Barlaup BT, Pulg U (2012) Innfrysing av krypsiv nedstrøms Brokke kraftverk vinteren 2011; vurdering av drift og sedimentasjon av løsevet krypsiv på stasjoner i Otra nedstrøms tiltaket. NIVA RAPPORT L.NR. 6337-2012, Oslo, 33 s.
- Moe TF (2012) Nuisance growth of *Juncus bulbosus* in lakes and rivers - experimental and observational studies. Department of Biology. University of Oslo, Oslo
- Moe TF, Brysting AK, Andersen T, Schneider SC, Kaste O, Hessen DO (2013) Nuisance growth of *Juncus bulbosus*: the roles of genetics and environmental drivers tested in a large-scale survey. *Freshwater Biology* 58: 114-127
- ProČKÓw J (2008) What is *Juncus bulbosus* subsp. *kochii* (Juncaceae) and does it really exist? A taxonomic revision of bulbous rush subspecies. *Botanical Journal of the Linnean Society* 156: 501-512
- Roelofs JGM (1983) Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters in The Netherlands I. Field observations. *Aquatic Botany* 17: 139-155
- Roelofs JGM, Brandrud TE, Smolders AJP (1994) Massive Expansion of *Juncus-Bulbosus* L after Liming of Acidified Sw Norwegian Lakes. *Aquatic Botany* 48: 187-202
- Schneider SC, Moe TF, Hessen DO, Kaste O (2013) *Juncus bulbosus* nuisance growth in oligotrophic freshwater ecosystems: Different triggers for the same phenomenon in rivers and lakes? *Aquatic Botany* 104: 15-24
- Skoglund H, Barlaup B, Wiers T (2006) Forekomst av krypsiv på gyteområder hos laks i Mandalselva. LFI Uni Miljø notat, 16 s.
- Solheim AI (2009) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratet for Naturforvaltning, Trondheim, 181 pp sider
- Ulrika Svedäng M (1990) The growth dynamics of *Juncus bulbosus* L. — a strategy to avoid competition? *Aquatic Botany* 37: 123-138
- UN (2005) The Millennium Ecosystem Assessment (MA), *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis* Island Press, Washington DC



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Ferskvannøkologi – laksefisk – bunndyr

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en avdeling ved Uni Miljø under Uni Research, som er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. LFI tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, SINTEF og VESO) og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre internettsider finnes på <http://www.miljo.uni.no/>