Rapport nr. 395

Otra

Habitatkartlegging av lakseførende strekning og i 6 utvalgte bekker i 2020

Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI)

I 2018 ble Uni Research en del av NORCE (Norwegian Research Center)

NORCE Miljø LFI, Nygårdsgaten 112**,** 5008 Bergen**,** Tel**:** 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 395

Tittel: Otra - Habitatkartlegging av lakseførende strekning og i 6 utvalgte bekker i 2020.

Dato: 18.12.2020

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen, Bjørnar Skår, Espen O. Espedal, Christoph Postler, Gunnar B. Lehmann, Gaute Velle, Turid Helle & Erlend Mjelde Hanssen.

Bilder: Fotografier er tatt av Norce LFI

Geografisk område: Agder**,** Norge

Oppdragsgiver: Otra Laxefiskelag

Kontaktperson hos oppdragsgiver: Jostein Mosby

Antall sider: 105

Emneord: Leveområder for fisk, gyteområder, flaskehalser for fiskeproduksjon, tiltak

Refereres som:

Gabrielsen, S.-E., Skår. B., Espedal, E.O., Postler, C., Lehmann, G.B., Velle, G., Helle, T. & Hanssen, E. M. 2020. Otra - Habitatkartlegging av lakseførende strekning og i 6 utvalgte bekker i 2020. NORCE LFI Rapport nr. 395.

Forord

På oppdrag fra Otra Laxefiskelag har Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI) ved NORCE (tidligere Uni Research) utført habitatkartlegging i lakseførende strekning av Otra. Kontaktperson har vært Jostein Mosby som er styreleder for Otra Laxefiskelag. Vi takker for oppdraget!

Med vennlig hilsen

Sven-Erik Gabrielsen

Innhold

1. Bakgrunn og hensikt 7
1.1 Om lakseproduksjon og habitatforhold **7**
1.2 Gyteområder **7**
1.3 Skjulforhold for ungfisk **8**
1.4 Habitatflaskehalser og begrensende faktorer **9**
1.5 Vannvegetasjon **9**
2. Materiale og metoder 10
2.1 Habitatkartlegging **10**
2.2 Kartlegging av krypsiv og annen vannvegetasjon **15**
3. Resultater 17
3.1 Otra Hovedelv **17**
3.2 Elveklasser **18**
3.3 Substrat **22**
3.4 Skjul og kantvegetasjon **26**
3.5 Gyteområder **29**
3.6 Oppsummering av elveklasser, substrat og skjul i Otra **30**
3.7 Krypsiv og annen vannvegetasjon **32**
3.8 Oppsummering og vurdering av krypsiv og annen vannvegetasjon **51**
4. Samlet vurdering av mulige flaksehalser og begrensende faktorer 51
5. Forslag til aktuelle tiltak og oppfølgende undersøkelser 53
6. Kartlagte bekker 57
6.1 Straisbekken/Fiskevannsbekken **57**
6.2 Lillebekk **64**
6.3 Auglandsbekken **73**
6.4 Høiebekken **80**
6.5 Kjeksebekken **85**
6.6 Lundebekken **90**
7. Litt om hydromorfologiske inngrep 94
8. Referanser 103

Sammendrag

NORCE LFI fikk i mars 2020 i oppdrag fra Otra Laxefiskelag å kartlegge anadrom strekning inkludert utvalgte sidebekker i Otra. Hovedformålet med kartleggingen var å gjøre en vurdering av oppvekst- og gyteforhold for laks og sjøaure i lakseførende strekning av Otra Fysiske egenskaper som substratstørrelser, hulromkapasitet (skjul), elveklasser mesohabitat og mulige gyteområder var hovedmålet med denne kartleggingen. I tillegg var det søkelys på fysiske inngrep i elva som f.eks. terskler. Videre var hensikten å kartlegge krypsiv og annen vannvegetasjon. Kartleggingen omfattet strekningen fra kraftstasjonen ved Vikeland og ned til brakkvannsonen. Kartleggingen ble utført 10-11 september (fysisk habitat) og 14-15 oktober (vannvegetasjon) 2020. Arbeidet ble utført ved at tre personer iført snorkleutstyr og tørrdrakt utførte observasjoner under vann, mens en person noterte ulike habitatparametere på skjema og kart. Det ble brukt GPS for å stedfeste ulike interessepunkter og i tillegg ble hele vassdraget fotografert med drone. Dronebilder komplimenterer den fysiske kartleggingen ved snorkling. I tillegg ble utvalgte områder i brakkvannsonen, der siktforholdene er for dårlige for snorkelobservasjoner, kartlagt med en undervannsdrone. Kartleggingen av krypsiv og annen vannvegetasjon foregikk ved at to personer kjørte sakte med båt over partiene i elven og langs elvebredden og registrerte krypsiv og annen vegetasjon på elvebunnen, delvis ved bruk av dykkermaske. Kun den synlige delen av bunnen ble dermed kartlagt, det vil si ned til 4-5 m dyp. Det er planlagt å kalke i strekningen, og status for utbredelse i dag vil dermed gi grunnlag for å finne ut om veksten endres ved kalking. Det er også viktig å kartlegge krypsiv langs strekningen for å undersøke om veksten kan være begrensede for anadrom fisk, og spesielt om gytesubstrat dekkes av krypsiv.

Kartleggingen omfattet en elvestrekning på i alt 15,5 km med unntak av bekker. Vannføringen var ca. 100 m^3/s under kartleggingen. Brakkvannssonen, som er sakteflytende, er ca. 9,1 km mens den mer hurtigrennende delen av kartlagt elvestrekning, er 6,4 km. Ifølge digitalisert vannflate utgjør brakkvannssonen et elveareal på 1 124 623 m^2, mens øvre del har et elveareal på 619 573 m^2 (36 %). Dette gir et totalareal på 1 744 196 m^2. Otra opp til vandringshinderet ved kraftstasjonen er flat med en fallgradient på kun 0,02 %. En strekning på ca. 1,5 km i den helt øvre delen har en fallgradient på 0,1 % og det er her de få strykene finnes med høyere innslag av stein og blokker. Siden Otra er så flat med lav vannhastighet og dype kulper og renner, er innslaget av sand og grus høyt med en andel på hele 76 %, mens stein og blokk utgjør kun 23 % av totalt elveareal. Dette gjenspeiles i tilgangen til skjul og hulrom for ungfisk som er klassifisert som lite til svært lite skjul. Kun 2 % av totalt elveareal har en sammensetning av blokker og steiner med hulrom som gir mye skjul for ungfisk (øvre del av Otra). Totalt registrert mengde gyteareal fra sjøen og opp til vandringshinderet er ca. 58 600 m^2. Dette utgjør 3,4 % av totalt elveareal og tilsvarer en moderat mengde gyteareal. Det ble ikke observert større gyteområder i brakkvannssonen bortsett fra ett lite område helt i øvre del. Trolig ligger det flere spredte gyteområder i disse

segmentene som vi ikke observerte med undervannsdronen. Ved Stavsøya ligger det spesielt store og viktige gyteområder. I tillegg til disse større gyteområdene, er det observert flere flekkvise gyteplasser.

Krypsiv dekket ca. 15 % av den kartlagte strekningen der de største forekomstene av krypsiv var i området mellom Gjellesteinen og Nedre Blokkedal. Alge og mose dekket til sammen ca. 5 % av bunnarealet, mens tusenblad (*Myriophyllum*, mest sannsynlig *M. alterniflorum*) var den vanligste makrofytten etter krypsiv med 1,6 % dekningsgrad. Kartleggingen viser at det er mindre krypsiv i anadrom strekning av Otra enn i øvre del av Otra. Til sammenlikning dekker krypsiv ca. 50% av elvebunnen i strekningen fra Brokke til Ose. Her er også elven grunnere, noe som gir bedre vekstvilkår for krypsiv.

Mangel på skjul i elvebunnen fremstår som den flaskehalsen som har størst negativ påvirkning på produksjonen av ungfisk i hele elva. Det gjøres oppmerksom på at dype områder og tømmer med andre strukturer kan virke som skjul, og at enkelte oppløste forbygninger langsmed elvekanten danner skjul for ungfisk. Vannvegetasjon kan også fungere som skjul for ungfisk og bidra med økt mattilgang, og de registrerte krypsivforekomstene i Otra gir trolig en økt mulighet for ungfisk til både å finne skjul og mat. I tillegg ble det observert noe tømmer på elvebunnen som gir skjulmuligheter. I tillegg til gyteområder og skjulforhold vil andre faktorer, som for eksempel drift av kraftstasjonen og effekter på vannføringen nedstrøms kraftstasjonen potensielt være aktuell flaskehals for lakseproduksjonen i Otra.

Aktuelle tiltak for å øke fiskeproduksjonen i Otra, er å legge ut stein- og blokkgrupper samt å danne strømsettere og ledebuner for å danne hydromorfologisk variasjon i aktuelle strekninger. I utgangspunktet er strekningen fra Augland og ned til utløp sjø, mest aktuell. Langsgående rekker med blokker og steiner ved elvekant, men og skråstilte ledebuner, vil trolig gi best effekt i form av økt fiskeproduksjon. Før eventuell gjennomføring av tiltak, anbefales det videre en vurdering av vanndekt areal ved ulike vannføringer og relasjon til kartlagte gyte- og oppvekstområder, og alternative tiltak. Spesielt vanndekningen over gyteområder i inkubasjonsperioden anses som viktig og vannføringsregime ved «swim-up» for yngel.

Det ble kartlagt 6 bekker i denne undersøkelsen, og det blir gitt en beskrivelse av den enkelte bekk med forslag til tiltak.

1. Bakgrunn og hensikt

NORCE LFI fikk i mars 2020 i oppdrag fra Otra Laxefiskelag å kartlegge anadrom strekning inkludert utvalgte sidebekker. Hovedformålet med kartleggingen var å gjøre en vurdering av oppvekst- og gyteforhold for laks og sjøaure i lakseførende strekning av Otra Kartleggingen ble utført etter prinsippene beskrevet i *Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag* (Forseth & Harby 2013) og Pulg m.fl. (2011), der det settes søkelys på å beskrive gyteforhold og oppveksthabitat for ungfisk. Fysiske egenskaper som substratstørrelser, hulromkapasitet (skjul), mesohabitat og mulige gyteområder var hovedmålet med denne kartleggingen. I tillegg var det fokus på fysiske inngrep i elva som f.eks. terskler. Videre var hensikten å kartlegge krypsiv og annen vannvegetasjon.

1.1 Om lakseproduksjon og habitatforhold

Laks og sjøaure har ulike krav til habitatforhold gjennom livssyklusen. En rekke studier har i den senere tid påpekt at den romlige fordelingen av egna habitatforhold for ulike livsstadier kan ha stor effekt på vassdragets bærekapasitet for produksjon av laksesmolt. Særlig viktig anses tilgangen til gyteområder for voksen fisk og skjulforhold for ungfisk. Nedenfor er det gitt en kort beskrivelse av sammenhengen mellom gyteområder, skjul og lakseproduksjon. Det faglige grunnlaget for dette har blitt oppsummert i Aas et al. (2011), og er sammenfattet i Forseth & Harby (2013). Det henvises til disse for ytterligere informasjon og referanser.

1.2 Gyteområder

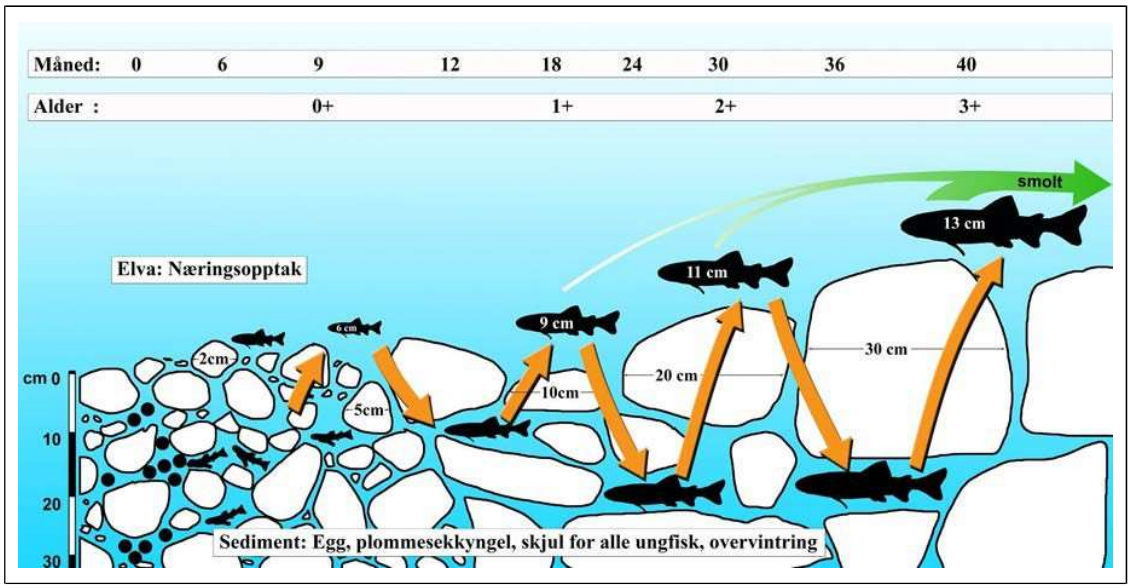
Laksen gyter ved at eggene graves porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver ut gytegropen, og en hunnfisk kan fordele eggene i flere groper. Områder med gyteaktivitet kan ofte ses som et lysere felt med omrørt grus etter gyteperioden.

Laksen stiller strenge krav til valg av gyteplass, der sammensetningen av bunnsubstrat, vanndyp og vannhastighet synes å være de viktigste fysiske faktorene. Typisk finnes gyteområdene på forholdvis grunne deler av elven (0,3-0,7 m, men også dypere) hvor elvebunnen består av grus og små stein, og på partier med akselererende vannhastighet (0,3-0,6 m/s). Utløpsområder («brekk») av kulper er ofte gode gyteområder. Fiskestørrelse spiller også en rolle, ettersom stor fisk gjerne benytter grovere grus og stein og større dyp enn mindre fisk. Som en følge av dette ser en også at laksen ofte gyter på dypere områder og på grovere substrat enn det auren gjør, men i praksis overlapper laksen og auren i stor grad og gyter ofte på de samme områdene. Det strenge kravet til valg av gyteplass resulterer i at det i mange tilfeller kun er et fåtall plasser i elven som har egnete forhold for gyting. Hvor slike områder finnes, vil være avhengig av både geologiske (sedimenttilførsel)

og hydrauliske forhold (vannhastighet og sediment-transport) i vassdraget. Fordeling og størrelse av gyteområder i vassdraget har stor betydning for rekruttering og produksjon av lakseunger. De første ukene etter at yngelen har brukt opp plommesekken og kommer opp av grusen for å starte næringsopptak, er ofte en flaskehals for overlevelse for laks. Yngelen etablerer tidlig territorier som forsvares aggressivt mot inntrengere. Dette resulterer i en sterk tetthetsavhengig dødelighet. Yngel som kommer tidlig opp av grusen vil ofte etablere territorier først i området i nærheten av gytegropen. De som taper i konkurransen om territorier blir fortrengt (ofte nedstrøms), og vil ha langt dårligere overlevelsesmuligheter. Dette resulterer i at fordelingen av yngelen i tidlig livsfase ofte er «klumpet» i nærheten av gyteområdene.

1.3 Skjulforhold for ungfisk

Etter å ha overlevd den første kritiske yngelfasen, vil overlevelse og vekst av lakseparr frem til smoltstadiet være avhengig av både næringstilgang og habitatforhold. Lakseparr foretrekker ofte grunne partier med hurtigrennende vann, men kan også finnes på sakeflytende og dypere elvepartier. I de senere årene har flere studier fremhevet viktigheten av skjulområder for å kunne hvile og å unngå predasjon, og dette har vist seg å være et viktig element for overlevelse og produksjon av ungfisk (Finstad et al. 2009, **Figur 1**). Lakseparr finner som regel skjul i hulrom mellom steiner eller i vegetasjon og andre fysiske strukturer på elvebunnen. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnsubstratet. Det er hovedsakelig blokker og stein som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk av laks, mens områder som er dominert av grus og sand vanligvis gir få muligheter til å skjule seg. I tillegg kan ungfisk finne skjul i tilknytning til vannvegetasjon, trær og andre strukturer i vannet.



Figur 1. Prinsippskisse for hvordan ulike livsstadier hos ungfisk hos laks og aure benytter bunnsubstratet (skisse utviklet av Ulrich Pulg).

1.4 Habitatflaskehalser og begrensende faktorer

Et vassdrags potensial for lakseproduksjon påvirkes i stor grad av de fysiske habitatforholdene, og hvordan habitatressurser for ulike livsstadier er fordelt innad i vassdraget (se Einum & Nislow 2011). Vekst og overlevelse hos ungfisk vil være avhengig av bestandstetthet. Dersom antall fisk er høyere enn ressurstilgangen vil vekst og/eller overlevelse reduseres, slik at bestandsstørrelsen tilpasses bæreevnen. Vi sier da at bestanden har gått igjennom en tetthetsavhengig flaskehals. Ettersom lakseyngelen har begrenset evne (eller motivasjon) til å spre seg, vil mengden og fordeling av gytehabitat i stor grad være bestemmende for hvor mye yngel som vil rekrutteres til et område. Dersom mengden gytehabitat på et område er liten, og avstanden til nærmeste gyteområde er stor, vil mengden yngel som tilføres et område kunne bli for lavt til at områdets potensiale for ungfiskproduksjon (bæreevne) blir utnyttet. Vi sier da at tilgang til gyteområder er en begrensende ressurs, og dermed en flaskehals for fiskeproduksjonen. Hvor mange yngel som overlever frem til smoltstadiet vil på sin side være avhengig av kvaliteten på oppveksthabitatet. For lakseparr er tilgang til skjul regnet som den viktigste begrensende ressursen, og dermed habitatflaskehals for parr. En ideell lakseelv har gyteområder som er godt fordelt innad i elven og som i tillegg har god tilgang til skjulområder i nærheten av gyteplassene.

1.5 Vannvegetasjon

Utbredelsen og tettheten av planter i ferskvann øker over store deler av verden (Brundu, 2015; Hussner et al., 2017; Verhofstad et al., 2017; Kagami et al., 2019). Menneskeskapte påvirkninger har ofte ført til økningen, for eksempel når økt næringstilgang fører til fremvekst av flytebladsvegetasjon (Egertson et al., 2004) eller når vannplanter under vann vokser som følge av mangel på flommer og sedimentering (Ochs et al., 2018 French & Chambers, 1997).

I Norge har det skjedd en stor økning i utbredelse og fortetting av krypsiv (*Juncus bulbosus*). Krypsiv er en plante i sivfamilien (Juncaceae) som vokser i ferskvann og på land i Europa og Nord Amerika (Brandrud & Roelofs, 1995; Proćków, 2008). I løpet av de siste 30-40 årene har utbredelsen av krypsiv økt, og planten er nå spredt i store deler av verden (Brandrud, 2002; Roelofs, 1983; Rose, 2007; Aulio, 1987; Svedang, 1992; www.discoverlife.org). Fremveksten av krypsiv i Norge har først og fremst skjedd i kystnære og næringsfattige vassdrag på Sørlandet. Her har fortetning ført til problemvekst i elver og innsjøer. Vanlig vekstform av krypsiv har 10-20 cm lange skudd, men under problemvekst kan skuddene nå en lengde på 3 m og danne tette tepper som dekker hele vannsøylen.

Problemveksten av krypsiv er definert ut fra et menneskelig perspektiv. Det vil si at veksten hindrer tradisjonelle friluftsaktiviteter, slik som fiske og bading, og kan føre til redusert

fremkommelighet for båt og tette inntaksrister til vannkraftverk. Ut ifra et biologisk perspektiv ser det ut til at krypsiv ikke påvirker bunndyr og fisk negativt, så sant ikke gytesubstrat for laksefisk gror igjen (Velle et al., 2014). Kunnskap om utbredelsen av krypsiv kan gi kunnskapsgrunnlag for å fastslå fremtidige endringer i utbredelse og vekst. Kartleggingen er også viktig for å sannsynliggjøre hvorvidt krypsiv påvirker laks negativt i anadrom strekning i Otra, og spesielt om krypsiv gror over viktige gyteområder.

Utbredelsen av krypsiv har tidligere stedvis blitt kartlagt i øvre deler av Otra fra Bykil til Brokke (Schenider og Demars 2020) og i hele strekningen fra Brokke og til Ose (Velle et al. 2019). Fra Brokke til Ose dekker krypsiv ca. 50 % av elvebunnen.

2. Materiale og metoder

2.1 Habitatkartlegging

Kartleggingen omfattet strekningen fra kraftstasjonen ved Vikeland og ned til brakkvannsonen. I tillegg ble utvalgte bekker kartlagt (**Figur 2**). Kartleggingen ble utført 10-11 september 2020 og ble gjennomført med utgangpunkt i metodene beskrevet i Forseth & Harby (2013). Fremgangsmåten er noe modifisert for å tilpasse forholdene i vassdraget. Arbeidet ble utført ved at tre personer iført snorkleutstyr og tørrdrakt utførte observasjoner under vann, mens en person noterte ulike habitatparametere på skjema og kart. Det ble brukt GPS for å stedfeste ulike interessepunkter og i tillegg ble hele vassdraget fotografert med drone. Dronebilder komplimenterer den fysiske kartleggingen ved snorkling. I tillegg ble utvalgte områder i brakkvannsonen, der siktforholdene er for dårlige for snorkelobservasjoner, kartlagt med en undervannsdrone. I tillegg var overlevert informasjon fra Otra Laxefiskelag angående deres kartlegging av gyte- og oppveksthabitat i Otra med droneflyvning, peiling av gytefisk og undersøkelser med et elektrisk fiske i sidebekker, veldig nyttig informasjon i utarbeidelsen av denne rapporten.

Figur 2. Oversikt over strekninger i Otra som ble kartlagt i september 2020.

Innenfor elvestrekninger som har forholdvis like fysiske forhold (mesohabitatnivå) med tanke på strøm og bunnforhold, ble følgende habitatparametere registrert:

Mesohabitat og **elveklasser** ble kartlagt etter metode beskrevet av Borsányi et al. (2004), og ytterligere beskrevet i Forseth & Harby (2013). Metoden baserer seg på en klassifisering etter fire kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og vanndyp (**Tabell 1**). Overflaten regnes som turbulent når overflatebølgene er større enn 5 cm, helningsgrad regnes som bratt ved over 4 % helning, vannhastighet som hurtig dersom den overstiger 0,5 m/s og vanndyp over 0,7 m som dypt. Ved kartleggingen har det vært satt søkelys på å få frem de overordnete elvetypene og skiftninger i disse. Grenseverdiene for vanndyp og vannhastighet ble skjønnsmessig vurdert på stedet, ettersom disse uansett vil variere mye med vannføringen. Basert på disse kriteriene ble deretter elveklassen klassifisert som glattstrøm (A+B1+B2), kulp (C), grunnområde (D), stryk (H+G1+G2) eller bratt stryk (E+F).

Tabell 1. Oversikt over klassifisering av mesohabitat basert på fysiske karakterer basert på Borsányi et al. (2004). Tabellen er hentet fra Forseth & Harby (2013).

Kriterier	Vannflate-struktur	Vannflate-gradient	Vannflate-hastighet	Vanndybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt/Små riller	Bratt	Hurtig	Dyp	A
				Grunn	
			Sakte	Dyp	
				Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	B1
				Grunn	B2
			Sakte	Dyp	C
				Grunn	D
	Turbulent, brutt/ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
				Grunn	F
			Sakte	Dyp	
				Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	G1
				Grunn	G2
			Sakte	Dyp	
				Grunn	H

Substrat ble klassifisert innenfor hvert mesohabitatområde ved at dekningsgraden (% av overflatearealet av elvebunnen) av ulike substratkategorier ble estimert: Mudder (organisk finsediment), sand (<1 mm), grus (1-64 mm), stein (64-384 mm), blokk (> 384 mm) og fast fjell.

Skjulforhold for ungfisk ble målt ved å utføre skjulmålinger på utvalgte steder hvor substratforholdene var representativt for ulike substratkategorier. Dette gjøres ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner

innenfor en stålramme på 0,25 m^2. Størrelsen på hulrommene bestemmes ut ifra hvor langt inn slangen kan stikkes, og deles inn i tre skjulkategorier: S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm og S3: >10 cm. For at skjulmålingene skal gjørs så representative som mulig med tanke på substratsammensetningen innenfor et område, foretas skjulmålinger i transekt ved at metallrammen kastes ut på «tilfeldige» punkt i elven innenfor et område med forholdvis likt substratforhold. I hvert transekt ble det gjort målinger på ett punkt i den delen av elveleiet som er tørrlagt ved minstevannføring, ett punkt på grunt vann nært bredden, og et punkt nær midten av elveleiet. Vektet skjul ble deretter funnet ved å beregne gjennomsnittet av skjulmålingene for hver av de tre målingene etter følgende sammenheng:

S = S1 + S2 *2 + S3 * 3

Med utgangspunkt i verdiene for vektet skjul klassifiseres skjulforholdene som svært lite (< 1), lite (1-5), middels (5-10), mye (10-15) og svært mye (>15) (**Tabell 2**). Det ble ikke vurdert som hensiktsmessig å utføre skjulmålinger innenfor alle mesohabitatområdene. I stedet ble skjulmålinger utført på utvalgte lokaliteter med representativt substrat. Innenfor hvert mesohabitatområde ble deretter skjulforhold klassifisert basert på en vurdering av de rådende substratforholdene på området og resultater fra skjulmålinger på område med tilsvarende substrat, samt en vurdering av skjultilgang i form av trær, vegetasjon og andre strukturer som kan gi skjul for ungfisk.

Skjulforhold for ungfisk måles ved å kvantifisere antall og størrelse på hulrom i elvebunnen med en plastslange (substrat-o-meter) innenfor en rute på 0,25 m^2. Slangen er markert med røde markører som brukes til å måle størrelsen (dybde) av hulrommene. Eksempel på skjulmålinger i substrat med mye fin grus og sand hvor det ikke finnes hulrom, og dermed svært lite skjul (t.v.), og i substrat med stein/blokk som gir mye skjul (t.h.).

Tabell 2. Et system for klassifisering av skjultilgang basert på feltmålinger av skjul og beregning av veid gjennomsnittlig skjulmengde innenfor hvert segment. Basert på og modifisert etter Forseth og Harby (2013).

Skjultilgang (antall veid med dybde)				
Svært lite	Lite	Moderat	Mye	Svært mye
<1	1-5	5-10	>10	>15

Gyteområder – ble kartlagt basert både på undervannsobservasjoner av bunnforholdene ved snorkling, og erfaringsmessig kjennskap til laksens krav til gytehabitat. De viktigste kriteriene vil være substratforhold, vannhastighet og vanndyp. Områder som tidligere har vært benyttet til gyting vil ofte kunne ses ved at substratet er lysere og annerledes enn substratet rundt. I mange tilfeller kan en også se rester av gytegroper som en «dyneform» på elvebunnen.

Gyteforholdene klassifiseres ut fra hvor stor andel av det totale elvearealet som er tilgjengelig for gyting, samt hvor stor avstand det er mellom gyteområdene. Arealene beregnes ut fra ArcGIS, basert på inntegninger fra skisser under kartlegging og avmerking fra GPS. Arealene er derfor ikke basert på direkte oppmåling, og må derfor ses på som tilnærmete størrelser og ikke eksakte arealer. Mengden gytehabitat klassifiseres som lite dersom det utgjør <1 % av det totale elvearealet på strekningen, moderat ved 1-10 % og mye dersom mer enn 10 % av det totale elvearealet er tilgjengelig for gyting. Avstanden mellom gyteområder anses som stor ved over 500 m avstand, moderat ved 200-500 m og liten ved avstander kortere enn 200 m (**Tabell 3**).

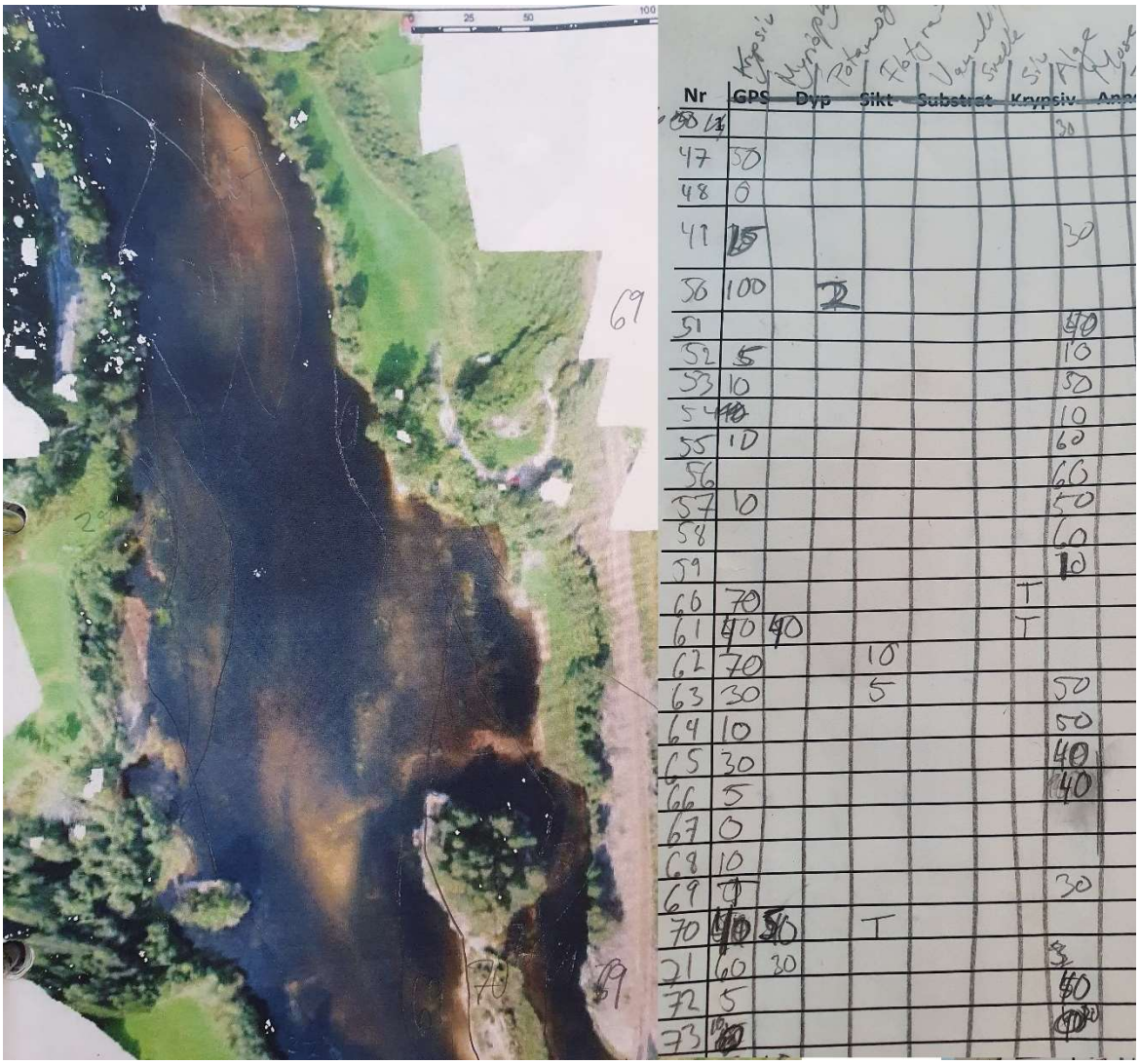
Tabell 3. System for klassifisering av gytehabitat basert på gytearealenes størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat, på tvers av segmenter). Grenseverdiene for lite, moderat og mye gytehabitat er foreløpige, og kan bli justert når det foreligger flere erfaringstall fra norske vassdrag. Fra Forseth & Harby (2013).

		Mengde av gytehabitat som % av elveareal		
		Lite (<1 %)	**Moderat (1-10 %)**	**Mye (>10 %)**
Avstand mellom gytehabitat (på tvers av segment)	**Stor (> 500 m)**	Lite	Lite	Moderat
	Moderat (200-500 m)	Lite	Moderat	Mye
	Liten (< 200 m)	Moderat	Mye	Mye

Dronebildet viser stort gyteområde som lysere flekker på elvebunnen lokalisert i Otra. I tillegg sees tydelig vannvegetasjon nederst til venstre. Kartlegging i kombinasjon med fotografering av elva med en drone er viktig for fysisk beskrivelse av vassdrag.

2.2 Kartlegging av krypsiv og annen vannvegetasjon

Kartlegging av vegetasjon på elvebunnen ble utført 14. og 15 oktober 2020 ved at to personer seilte nedover Otra med en liten motorbåt over områdene i elven som var grunne nok til å kartlegges fra overflaten. Dykkermaske, snorkel og dykkerdrakt ble tatt med dersom det skulle oppstå behov for bruk av dette underveis. Kun dykkermasken ble brukt for nærmere undersøkelse av enkelte vannplanter. Feltarbeiderne artsbestemte all bunnvegetasjon og anslo deres prosentvise fordeling. Dette ble gjort i hele elvens bredde der dette var mulig. Der elvens dyp gjorde det umulig å observere bunn, ble det antatt at det er svært lite eller ingen vegetasjon. Det ble gjort stikkprøver av noen dypere partier for å bekrefte denne antagelsen. All informasjon ble notert direkte i dronefoto av elven som ble utført i september. Det ble tegnet opp polygoner med relativt like bunnforhold (**Figur 3**). Informasjonen ble deretter digitalisert i QGIS, der dekningsgraden av begroing ble inntegnet i shape-filer.



Figur 3. Otra ved Mørevollen. Elvebunnen ble kartlagt ved at polygoner ble tegnet rundt områder med uniform dekningsgrad av ulike vannplanter. Polygonene ble deretter digitalisert.

3. Resultater

Kartleggingen omfattet en elvestrekning på i alt 15,5 km med unntak av bekker. Brakkvannssonen, som er sakteflytende, er ca. 9,1 km mens den mer hurtigrennende delen av kartlagt elvestrekning er 6,4 km. Ifølge digitalisert vannflate utgjør brakkvannssonen et elveareal på 1 124 623 m^2, mens øvre del har et elveareal på 619 573 m^2 (36 %). Dette gir et totalareal på 1 744 196 m^2. Otra opp til vandringshinderet ved kraftstasjonen er flat med en fallgradient på 0,02 %. En strekning på ca. 1,5 km i den helt øvre delen har en fallgradient på 0,1 %. Vannføringen var ca. 100 m^3/s ved kartleggingen. I tillegg kommer ukjent mengde vann som tilsig fra bekkene nedover i vassdraget.

3.1 Otra Hovedelv

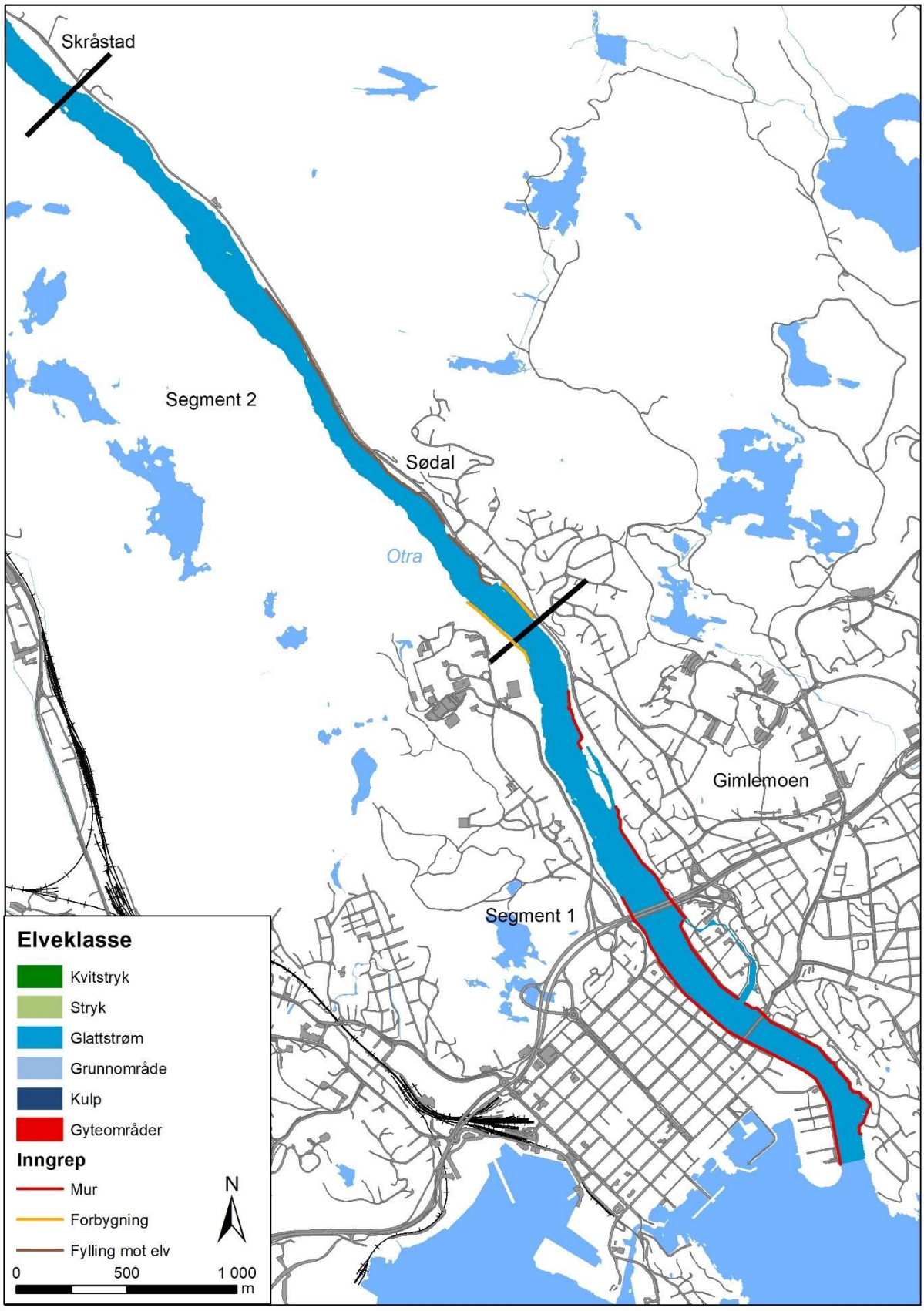
Otra ble delt inn i 6 segmenter. Fordelingen av elveklasser og substratsammensetning er i stor grad knyttet til variasjoner i fallgradient. Områder med lite fall er i hovedsak dominert av sakteflytende strekninger med glatt vannoverflate, og betegnes med elveklassene *kulp* og *glattstrøm* (eller mesohabitattypene C, B1 og B2). Partier med høyere fallgradient har i all hovedsak mer hurtigrennende vannhastighet med brutt vannoverflate og betegnes med elveklassene stryk og kvitstryk (eller mesohabitattypene E, F, G1, G2 og H).

Eksempler på ulike elveklasser/-typer i Otra. I øvre deler av elva er det partier med kvitstryk/fossestryk, og strykpartier med et stort innslag av stein/blokk. Generelt er det mye variasjon mellom kulper, grunnområder, stryk og glattstrøm. I nedre del er det mye mindre variasjon, og elva har mye glattstrøm og kulper før den går over i flate sakteflytende partier med mye grus og sand.

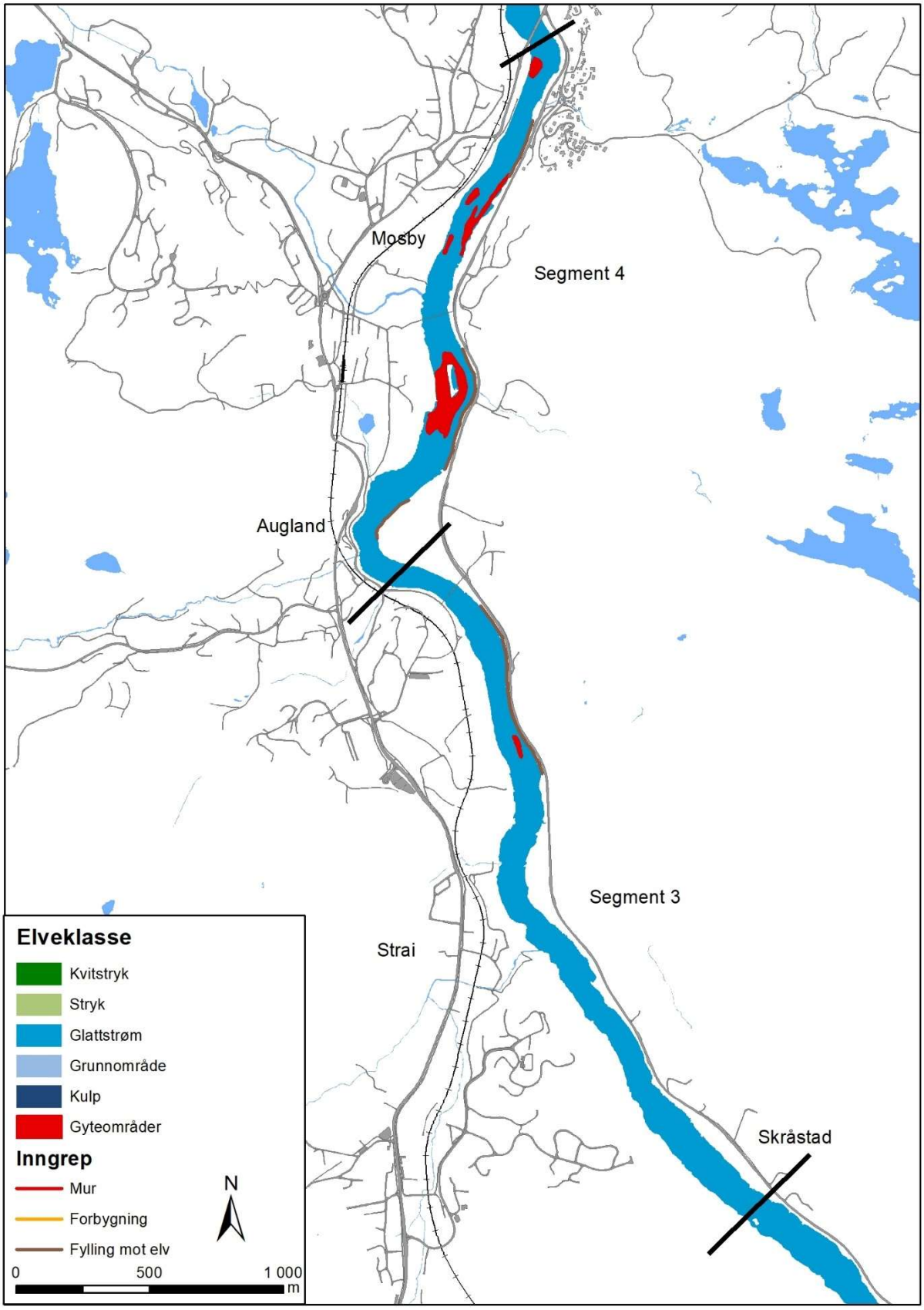
3.2 Elveklasser

Strekningen fra utløp sjø og opp til Augland (segment 1-3, brakkvannsområdet) er i stor grad dominert av glattstrømpartier (kulp) som er forholdvis dype og sakteflytende med flat profil (**Figur 4**). Fra Augland og opp til Vikeland (vandringshinder ved kraftstasjonen) er det innslag av stryk med høyere vannhastighet og med en brattere fallgradient, men dette utgjør kun 5 % av totalarealet fra Augland og opp til kraftstasjonen (**Figur 5**-**Figur 6**, segment 4-6). En oversikt over sammensetningen av elveklasser i Otra er vist i **Figur 4** til **Figur 6**.

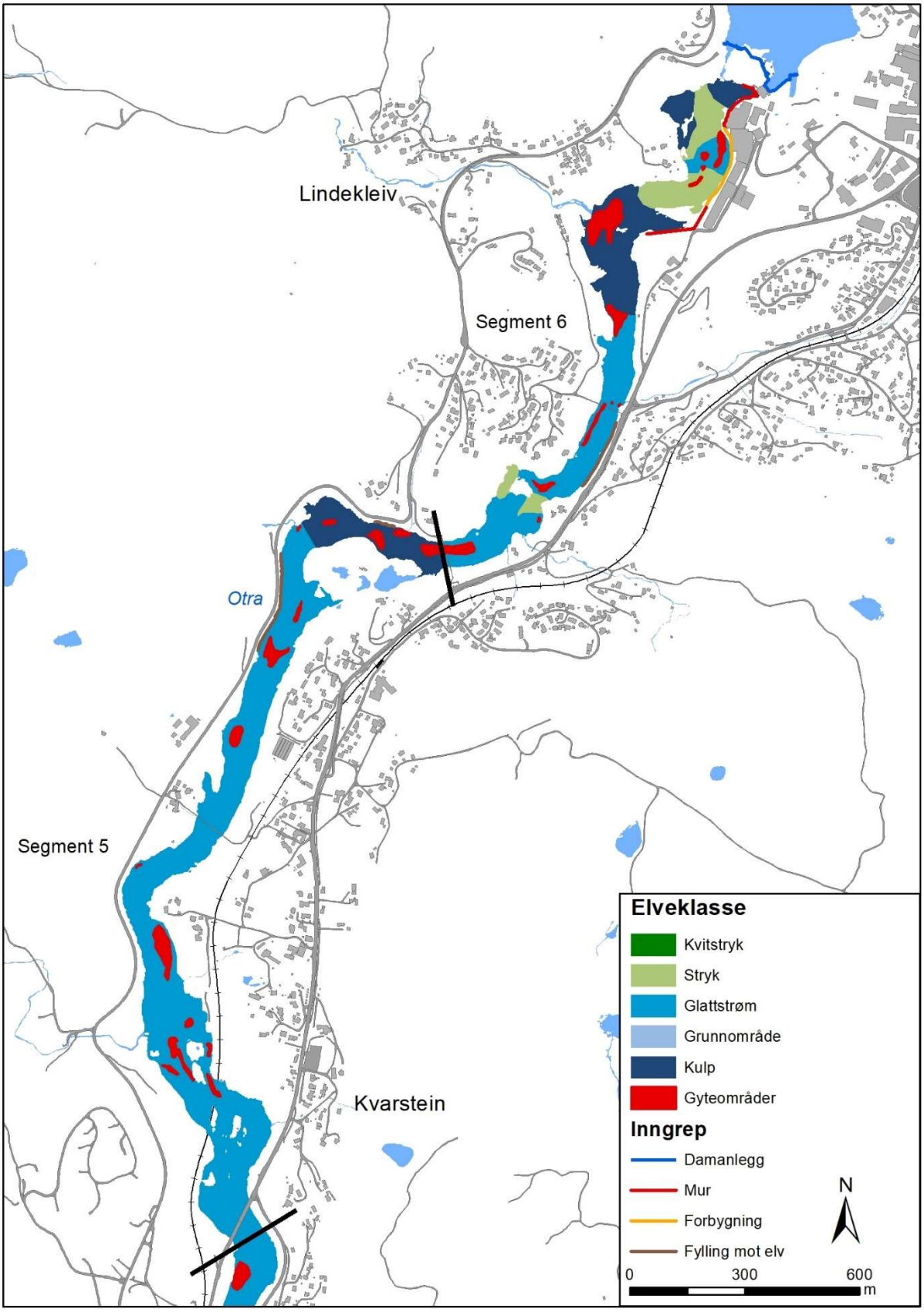
De helt øvre delene av Otra opp mot Vikeland har strømrike partier med hurtigrennende vann sammenlignet med nedre deler av elva som er mer skateflytende.



Figur 4. Elveklasser og gyteområder i segment 1 og 2 i Otra, kartlagt september 2020.



Figur 5. Elveklasser og gyteområder i segment 3 og 4 i Otra, kartlagt september 2020.

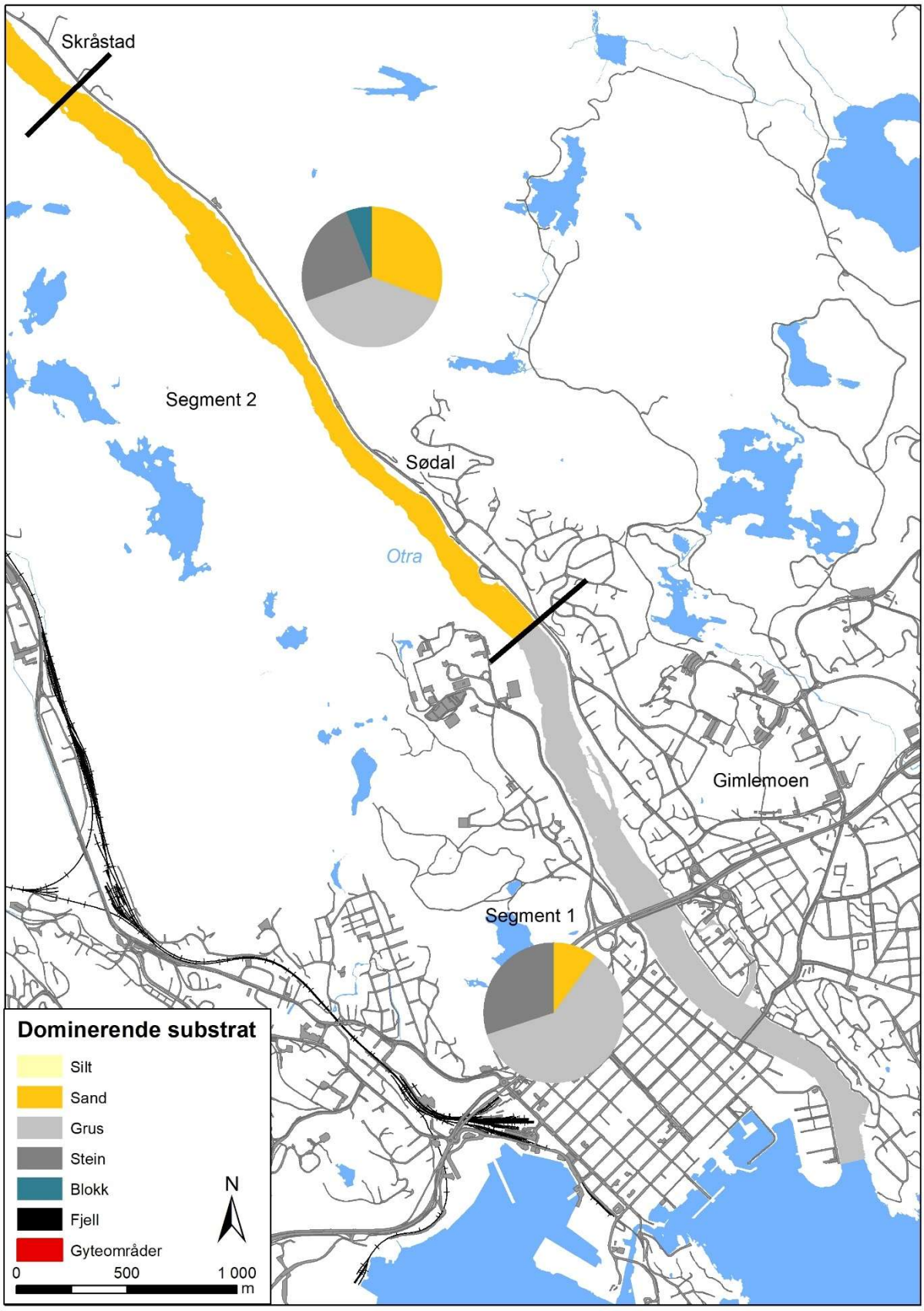


Figur 6. Elveklasser og gyteområder i segment 5 og 6 i Otra, kartlagt september 2020.

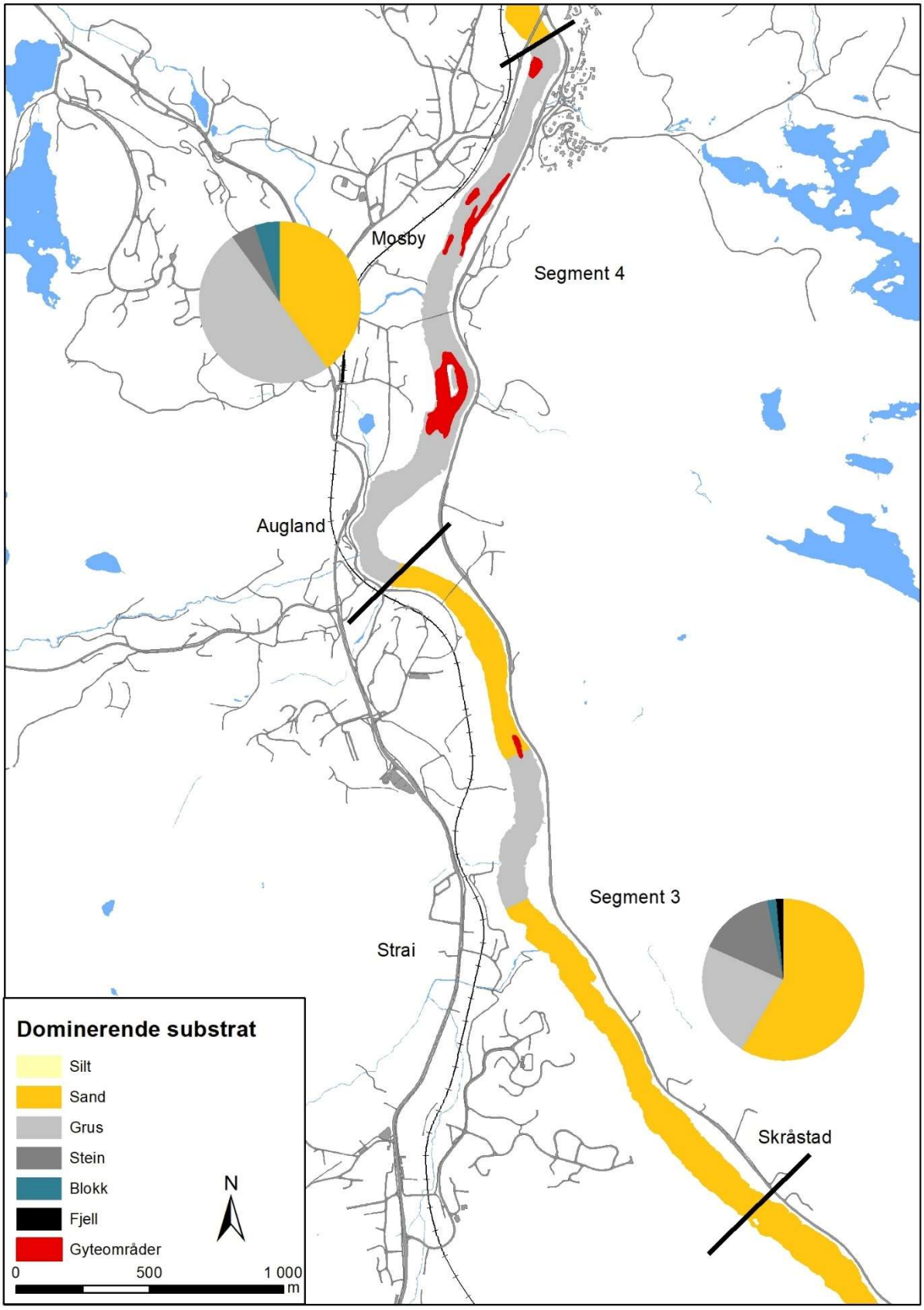
3.3 Substrat

Sammensetningen av bunnsubstratet fra sjø og opp til Augland (segment 1-3, brakkvannsområdet) er vist i **Figur 7 - Figur 9.** Substratet på elvestrekningen er i stor grad dominert av grus (43 %) og sand (30 %). Det er en god del stein med en andel på 24 %, mens blokk utgjør kun 2,5 %. Fjell utgjør 0,5 %. Substratsammensetningen gjenspeiler i stor grad elveklassene og gradientforholdene. Fra Augland og opp til vandringshinderet er elva også dominert av grus (45 %) og sand (36 %) noe som skyldes de store kulpene med store avsetninger av denne type sediment og lave vannhastigheter og bakevjer (**Figur 8** og **Figur 9**). I segment 6 er innslaget av stein og blokk høyere med en andel på 30 %. Dette skyldes at det i dette segmentet er en del stryk og mer hurtigrennende vann (**Figur 6**).

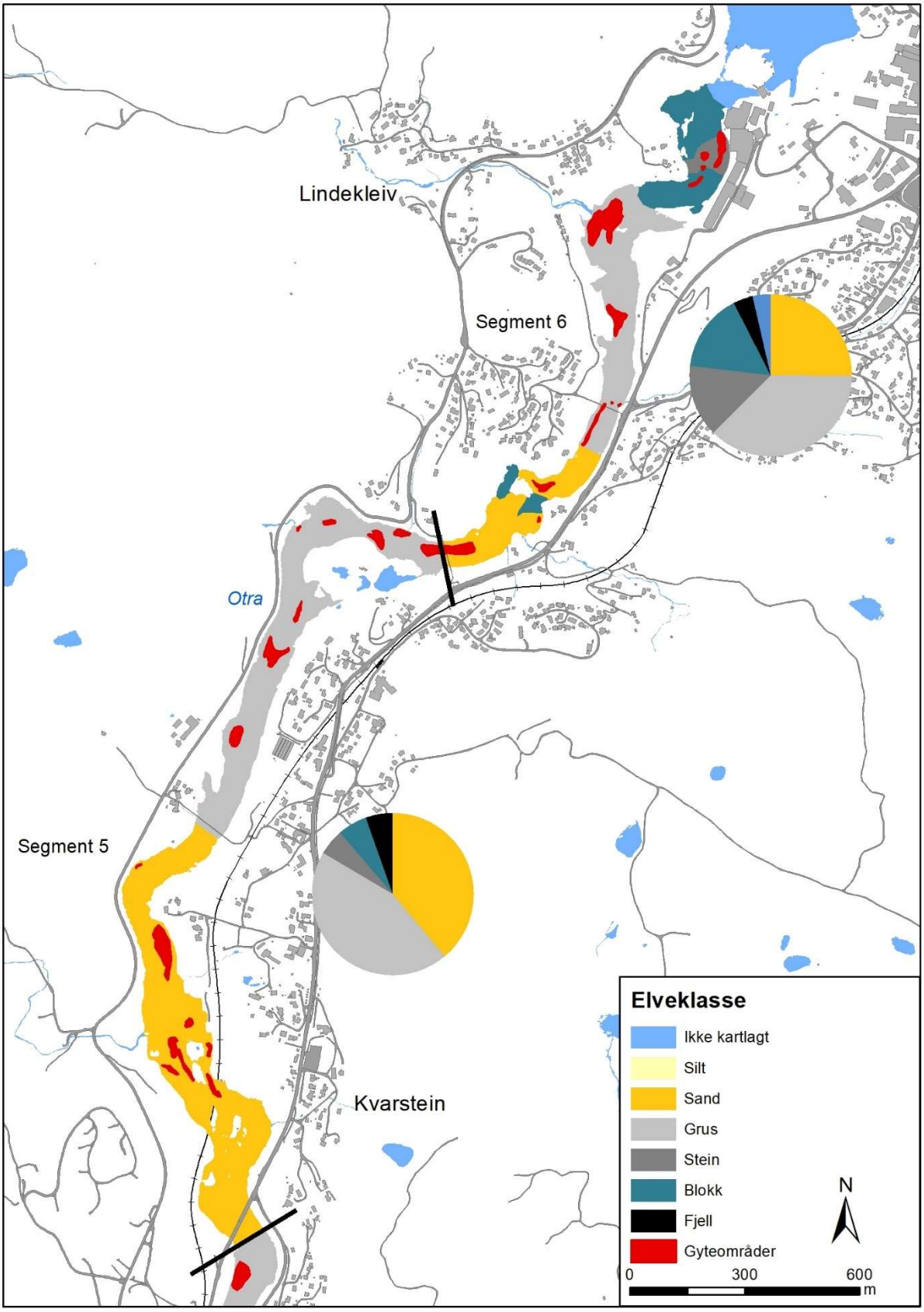
I store deler av Otra er elvebunnen dominert av sand og grus (76 %) mens stein og blokk utgjør 23 %. 1 % av arealet er fjell. I tillegg ble det observert noe tømmer i elvebunnen.



Figur 7. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 1 og 2 i Otra, kartlagt september 2020.



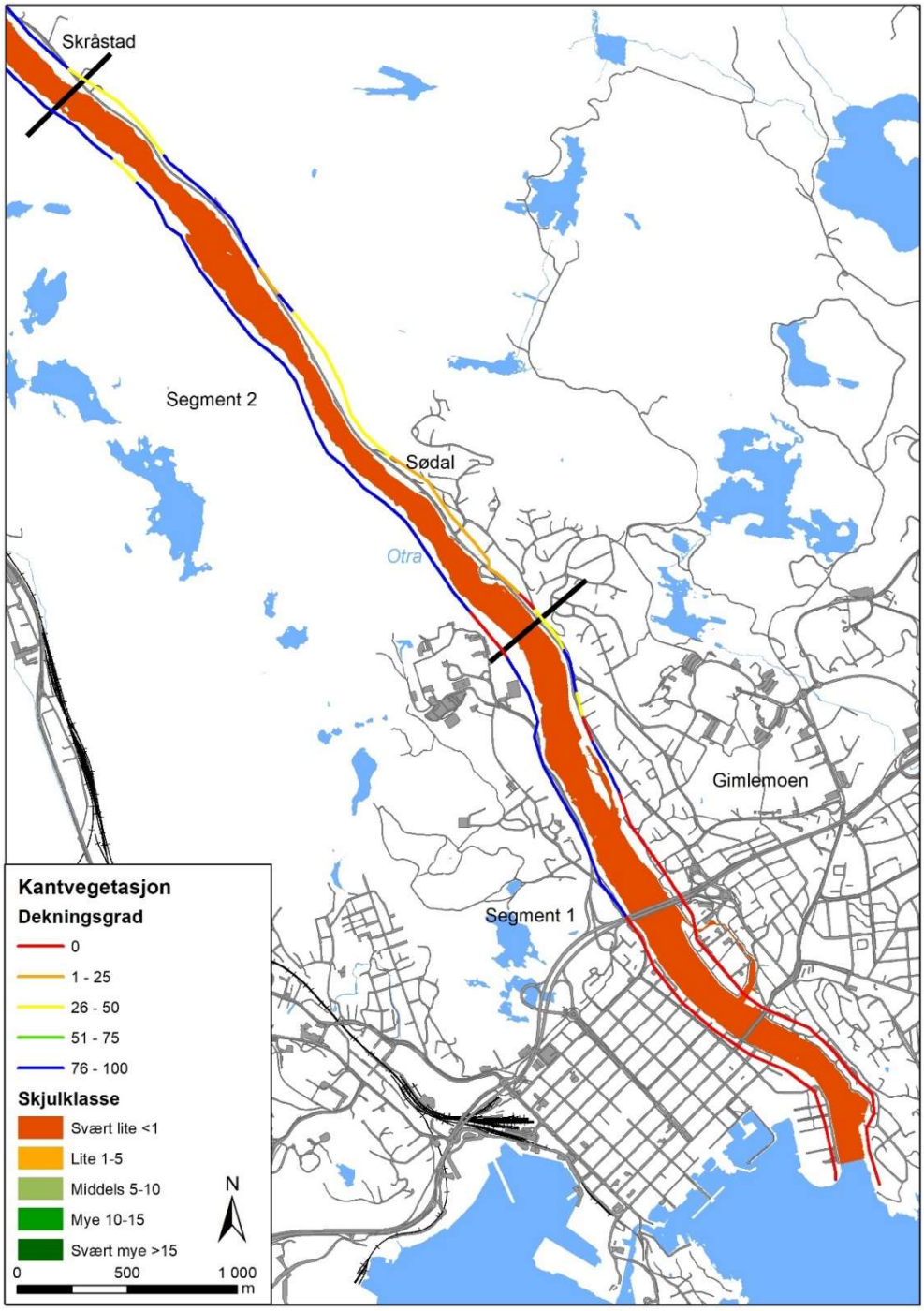
Figur 8. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 3 og 4 i Otra, kartlagt september 2020.



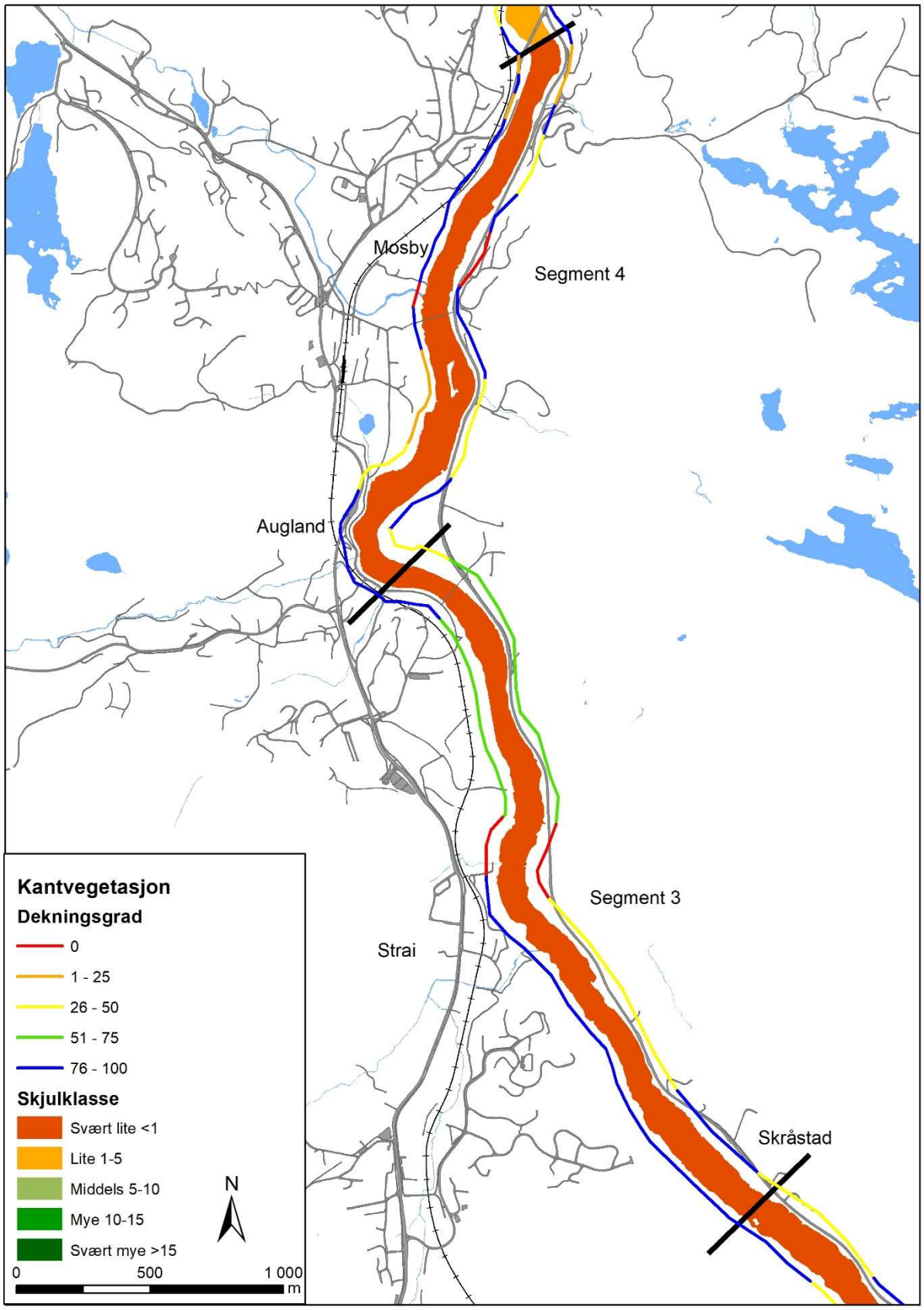
Figur 9. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 5 og 6 i Otra, kartlagt september 2020.

3.4 Skjul og kantvegetasjon

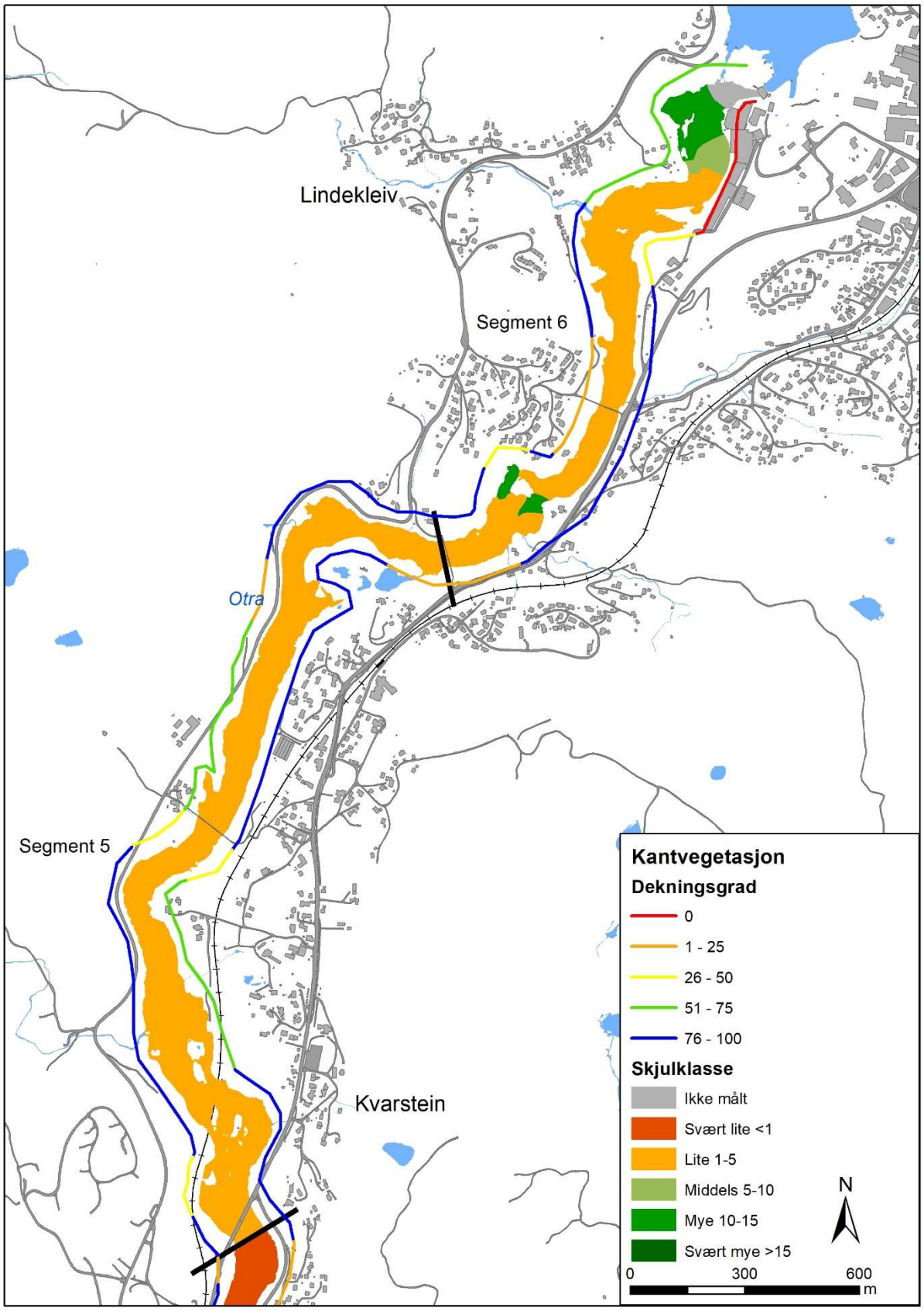
Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 10** - **Figur 12** , og viser at hele 98 % av elvearealet av anadrom strekning har lite til svært lite skjul for ungfisk, mens kun 2 % av elvearealet har middels til mye skjul. Det er kun i segment 6 at det finnes middels til mye skjul (**Figur 12**). 41 % av kantvegetasjonen har en dekningsgrad der halvparten eller mer av kantvegetasjonen er fjernet, mens 59 % har en dekningsgrad som er høyere (**Figur 10**- **Figur 12**). Det er stort sett på grunn av urbanisering (bebyggelse og veier) at kantvegetasjonen er fjernet.



Figur 10. Skjulforhold og dekningsgrad av kantvegetasjon i segment 1 og 2 i Otra, kartlagt september 2020.



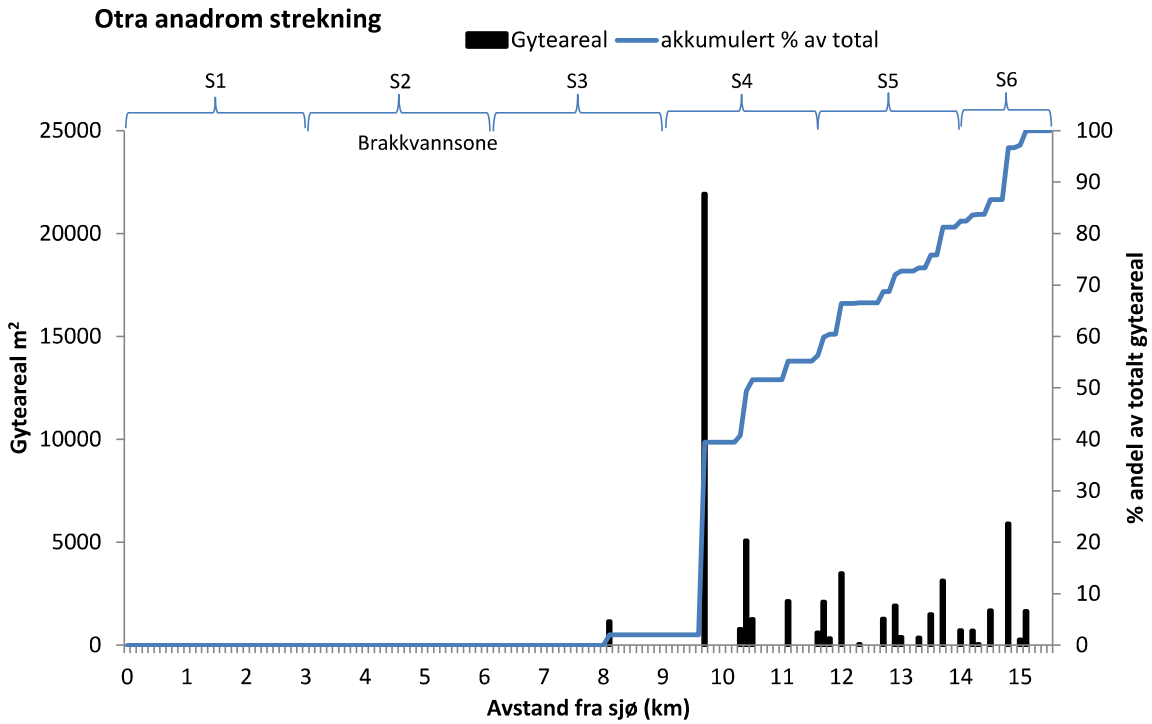
Figur 11. Skjulforhold og dekningsgrad av kantvegetasjon i segment 3 og 4 i Otra, kartlagt september 2020.



Figur 12. Skjulforhold og dekningsgrad av kantvegetasjon i segment 5 og 6 i Otra, kartlagt september 2020.

3.5 Gyteområder

En oversikt over gyteområder som ble kartlagt, er vist i **Figur 4 - Figur 6**. I **Figur 13** er også arealer og fordeling av gyteområdene illustrert som avstand fra sjøen. Totalt registrert mengde gyteareal fra sjøen og opp til vandringshinderet er ca. 58 600 m^2. Dette utgjør 3,4 % av totalt elveareal og tilsvarer en moderat mengde gyteareal (**Tabell 4**). Det ble ikke observert gyteområder i segment 1 og 2 og kun ett område i segment 3. Trolig ligger det flere spredte gyteområder i disse segmentene som vi ikke observerte med undervannsdronen. Gyteområder i denne brakkvannsonen er tidligere kartlagt og viser at det trolig finnes flere gyteområder i denne sonen, men bruken er usikker grunnet mye leire i bunnen (Kaasa et al. 2009). I segment 4 ligger det store og viktige gyteområder tilknyttet Stavsøya.



Figur 13. Størrelse og fordeling av gyteområder i Otra som areal og akkumulert andel av totalt gyteareal i de ulike vassdragsavsnittene.

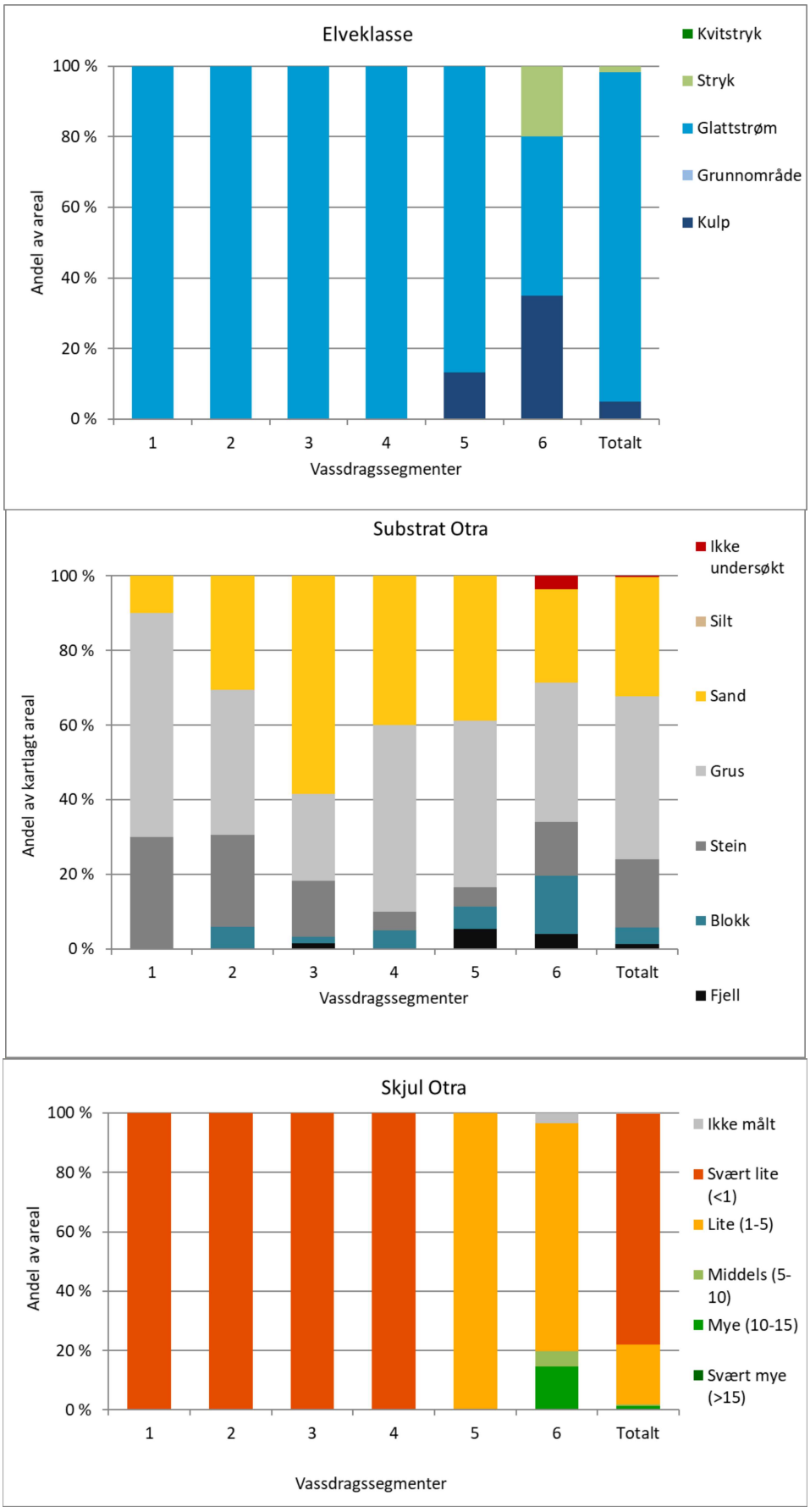
Tabell 4. Oppsummering av arealer og vurdering av gyteforhold i Otra. Kriteriene for vurderingen av Moderat, Lite eller Mye gytemuligheter er hentet fra Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013).

Segment	Totalt elveareal (m^2)	Kartlagt gyteareal (m^2)	Andel gyteareal (%)	Klassifisering av gytemuligheter
1	446374	0	0,0	Trolig Lite (usikker)
2	385436	0	0,0	Trolig Lite (usikker)
3	292813	1161	0,4	Trolig Lite (usikker)
4	229654	31200	13,6	Mye
5	232471	12102	5,2	Moderat
6	157448	14145	9,0	Moderat/høy
Totalt	**1744196**	**37204**	**2,13**	**Moderat**

3.6 Oppsummering av elveklasser, substrat og skjul i Otra.

Fordeling av de enkelte elve-, substrat- og skjulklassene i Otra, er gitt i **Figur 14**. De hydromorfologiske forskjellene mellom segmentene skyldes i stor grad ulike fallgradienter i elva. Otra er slak med en fallgradient på 0,02 %, men en strekning på ca. 1,5 km i den helt øvre delen har en fallgradient på 0,1 % og det er her de få strykene finnes med høyere innslag av stein og blokker. Siden Otra er så flat med lav vannhastighet, dype kulper og renner, er innslaget av sand og grus høyt med en andel på hele 76 % mens stein og blokk utgjør kun 23 % av totalt elveareal. Dette gjenspeiles i tilgangen til skjul og hulrom for ungfisk som er klassifisert som lite til svært lite skjul. Kun 2 % av totalt elveareal har en sammensetning av blokker og steiner med hulrom som gir mye skjul for ungfisk.

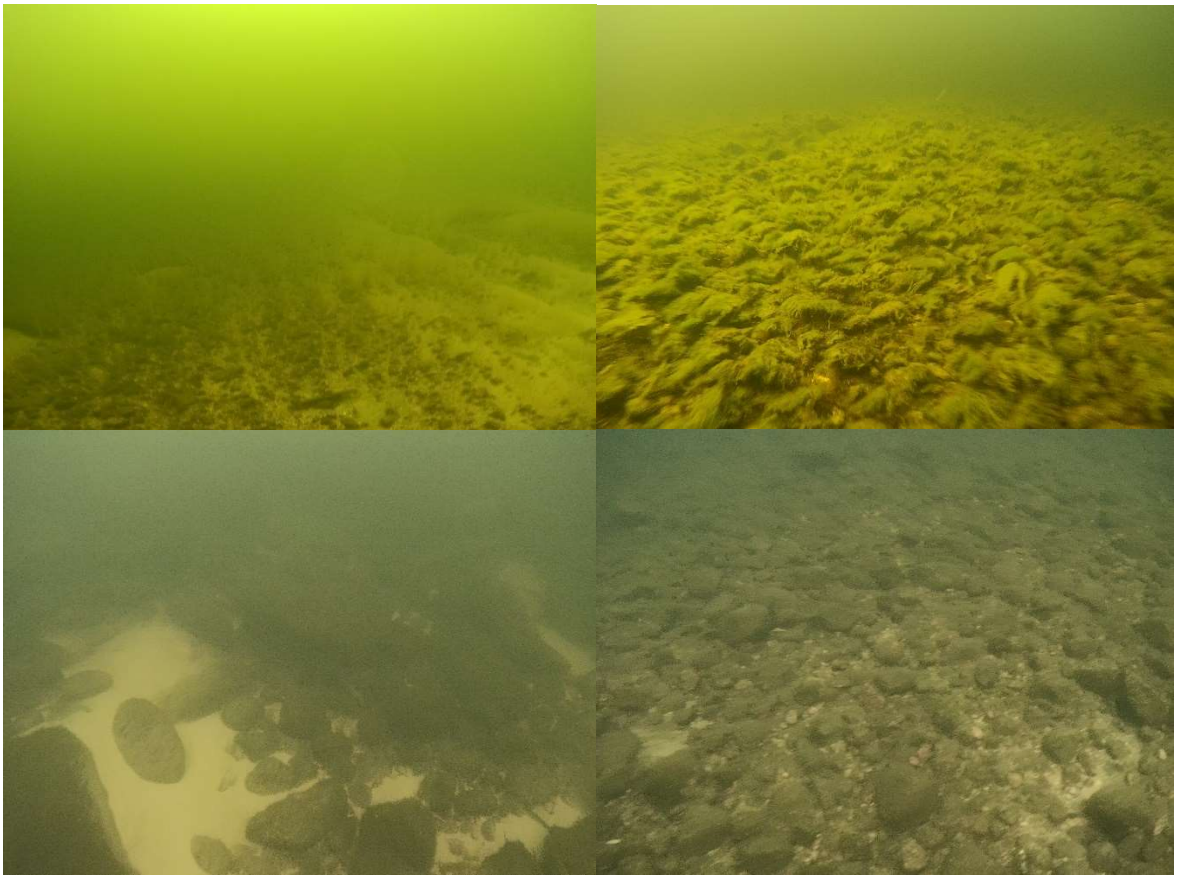
Otra med vandringshinder ved kraftstasjonen og flatere parti nedstrøms fylkesveibrua ved Oksåsen med tydelige gytegroper i elvebunnen.



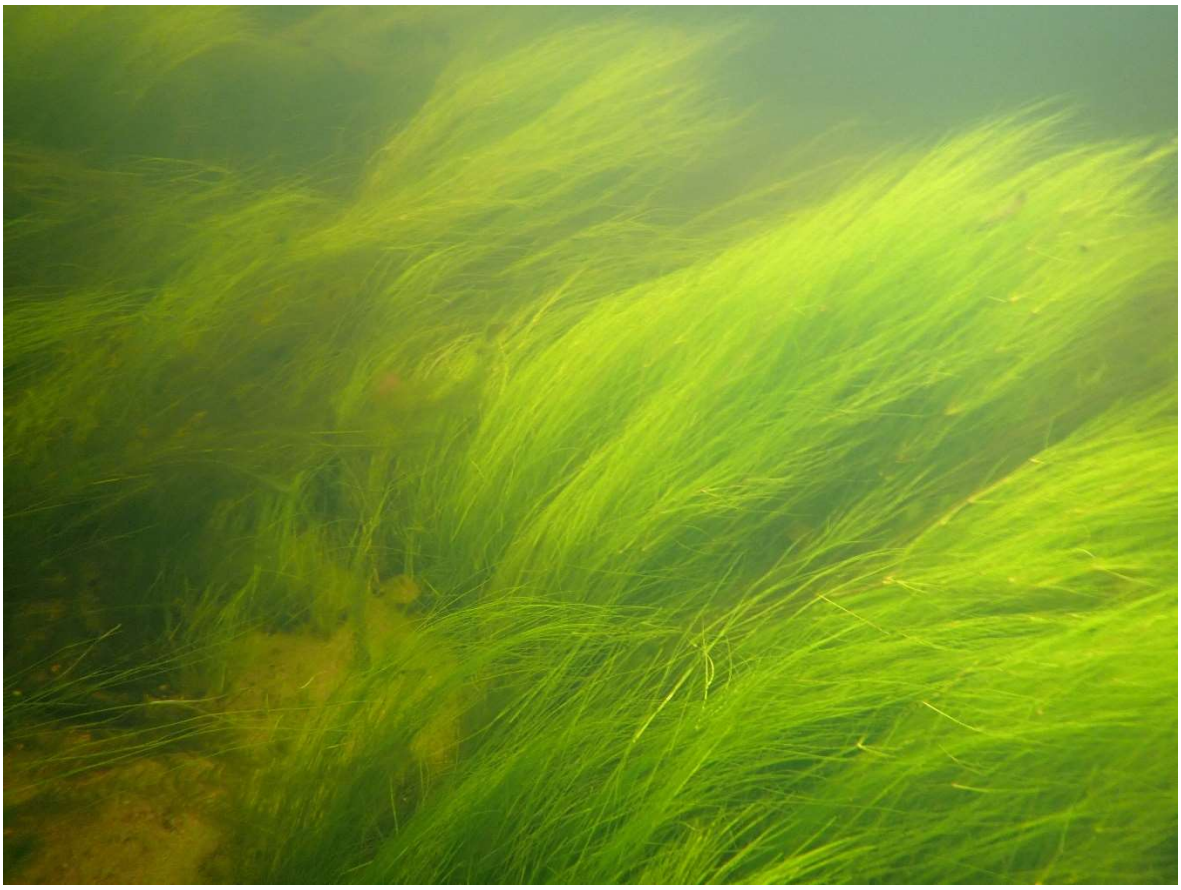
Figur 14. Fordeling av ulike elve-, substrat- og skjulklasser basert på andelen de utgjør av elvearealet i de ulike segmentene i Otra.

3.7 Krypsiv og annen vannvegetasjon

Sikten i vannet under kartleggingen var 4-5 m. Det var ikke mulig å kartlegge de dypeste områdene av elven fra båt i store deler av elvens lengde. Stikkprøver gjort med undervannsdrone bekreftet at det var svært lite vegetasjon i de dypere partiene det ikke var mulig å observere fra overflaten (**Figur 15**). Totalt elveareal som ble kartlagt var 1 486 819 m^2. Krypsiv dekket 222 115 m^2 av dette arealet, noe som tilsier at 15 % av den kartlagte strekningen var dekket av krypsiv (**Tabell 5, Figur 17**). De største forekomstene av krypsiv er i området fra Gjellesteinen til et stykke sør for Nedre Blokkedal (**Figur 18, kartblad 7**). I tillegg er deler av elvebredden dekket av betydelige mengder krypsiv i flere av studieområdene. Dersom en går ut ifra at krypsivskuddene i gjennomsnitt rekker 80-100 cm opp i vannsøylen (ca. lengde på skuddene: rosetter 25 cm, enkeltsåter 50 cm og såtevekst 100-120 cm), tilsvarer volumet av krypsiv ca. 200 000 m^3. Alge og mose dekket til sammen 5,1 % av bunnarealet, mens tusenblad (Myriophyllum, mest sannsynlig *M. alterniflorum*) var den vanligste makrofytten etter krypsiv med 1,6 % dekning (**Tabell 5**, **Figur 19**).



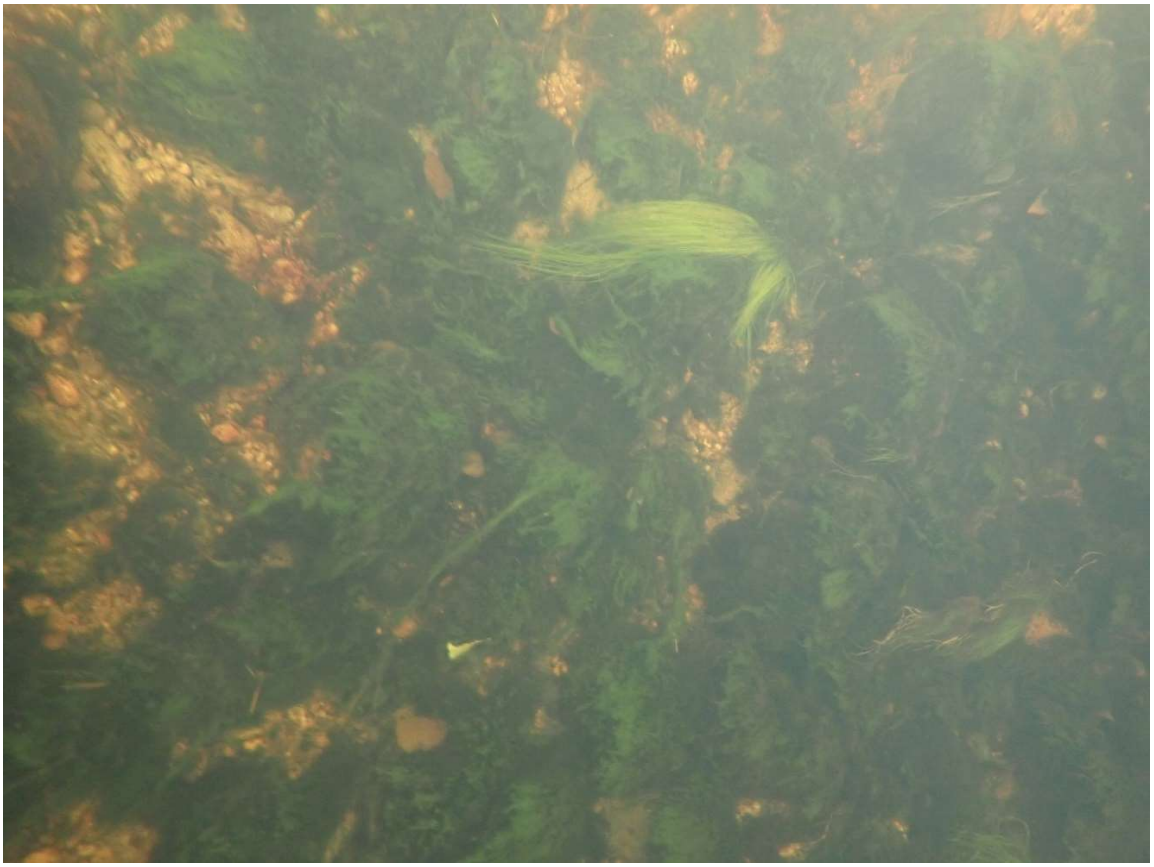
Figur 15. Bilder tatt med undervannsdrone.



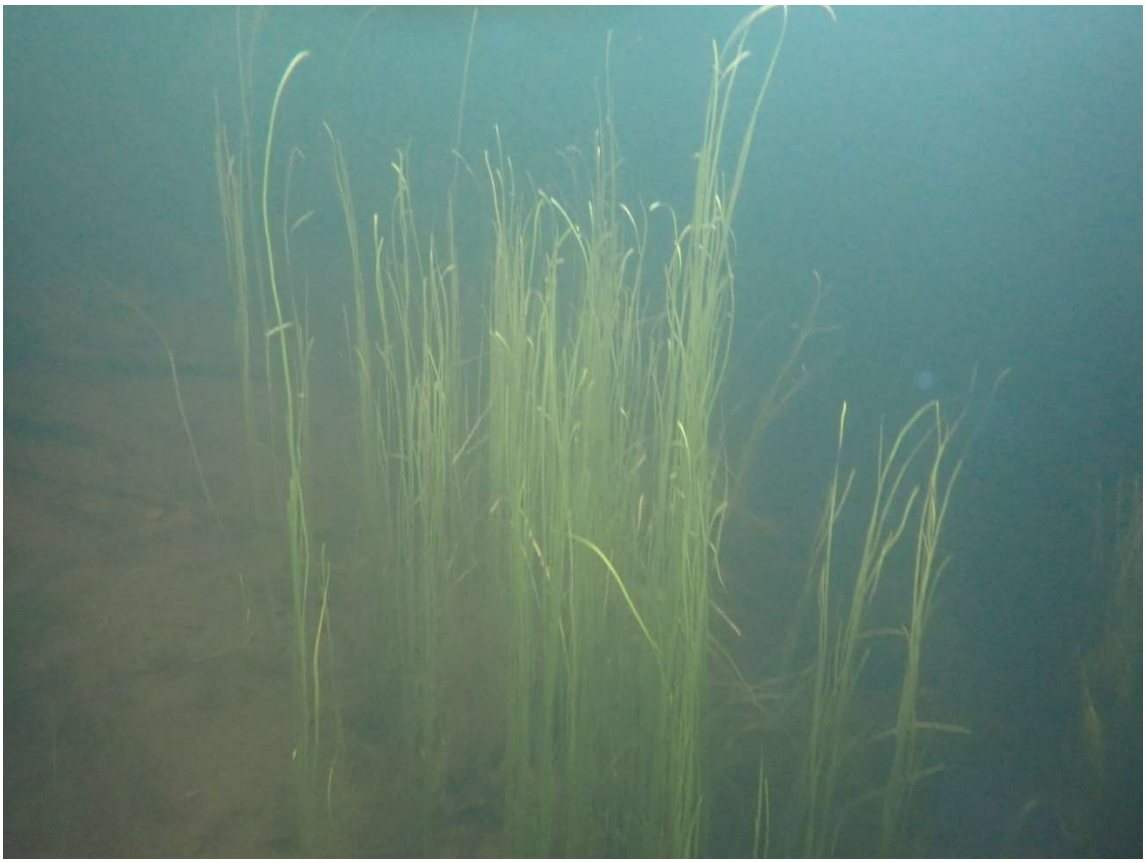
Krypsiv (Juncus Bulbosus).

Krypsivvekst som har nådd overflaten danner «tepper» i vannoverflaten.

Et vanlig syn. Tusenblad (Myriophyllum sp) vokser ofte sammen med krypsiv i Otra.

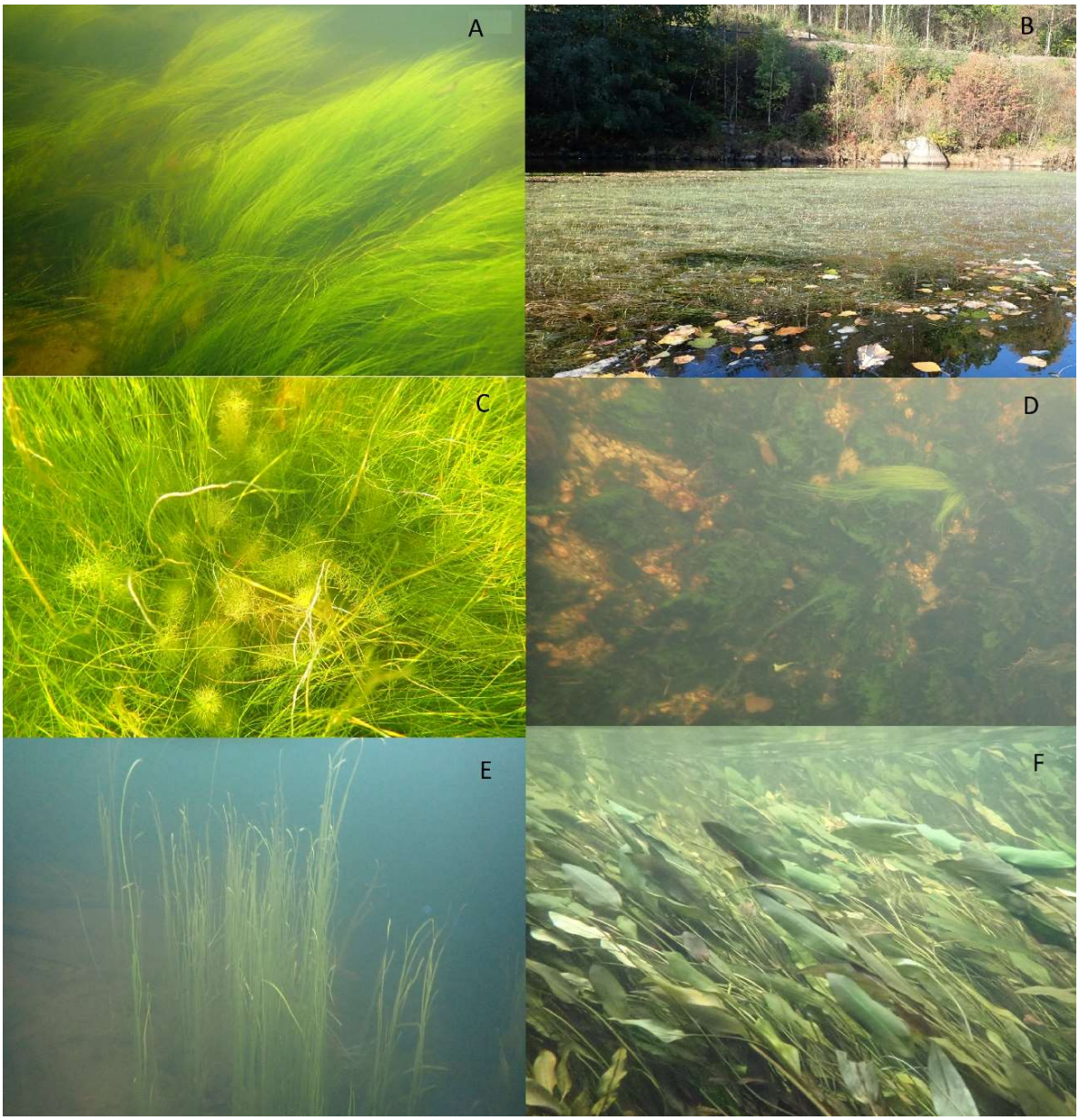


Algebegroing. Den lysegrønne veksten er krypsiv.



Flotgras (Sparganium angustifolium).

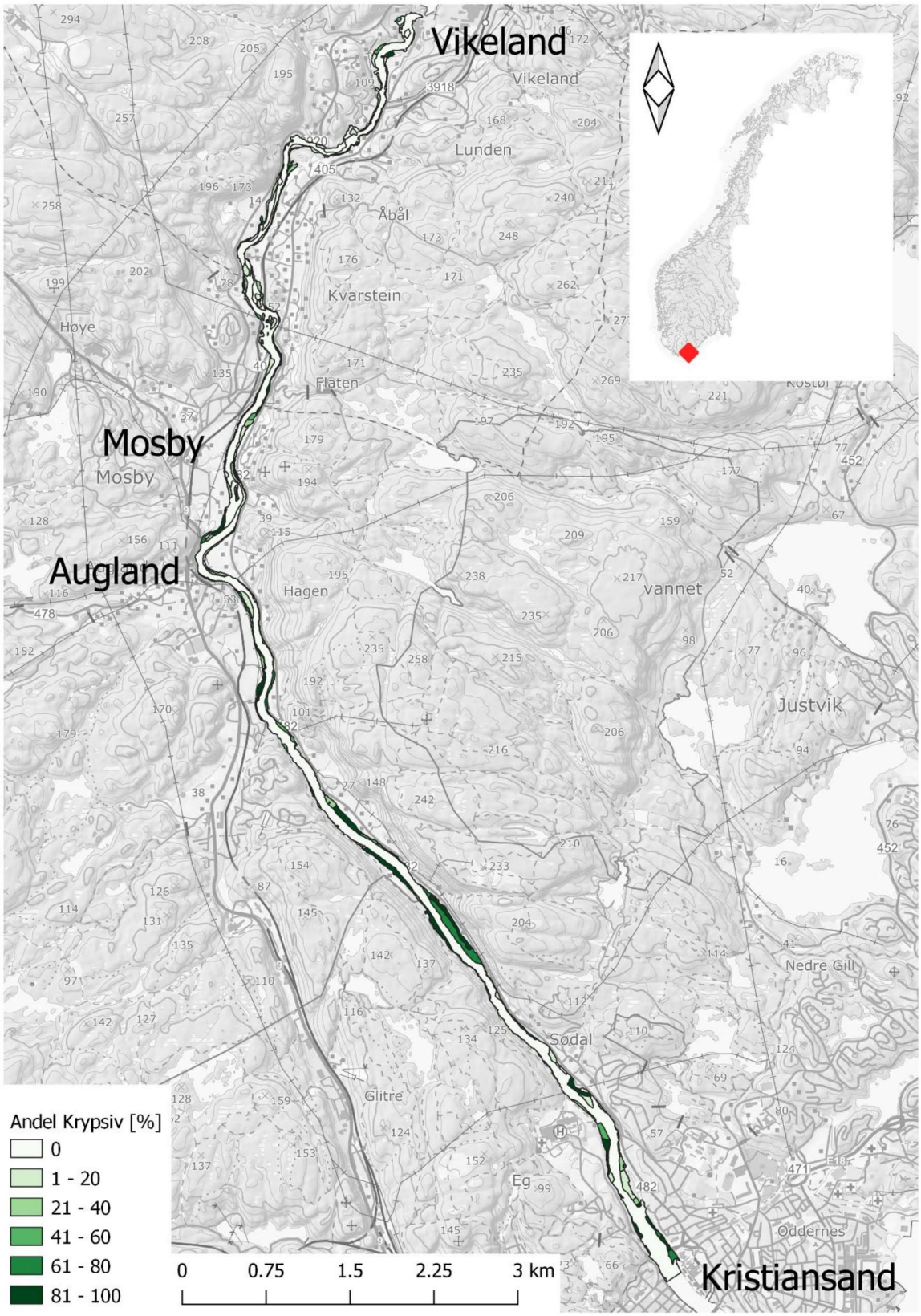
Tjønnaks (Potamogeton sp.)



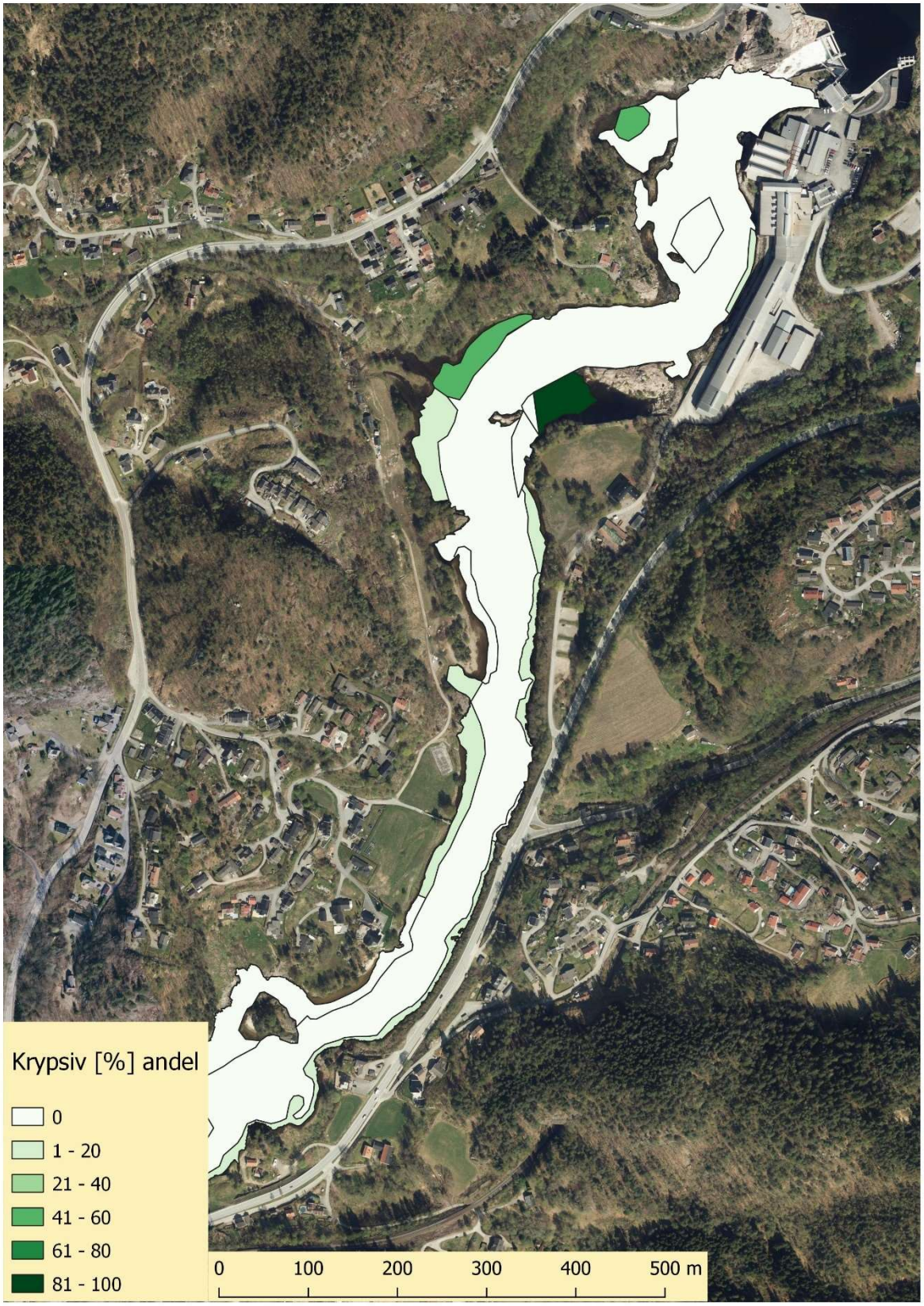
Figur 16. Et utvalg vanlig forekommende arter/grupper av vegetasjon i anadrom del av Otra: A Krypsiv (*Juncus Bulbosus*). B Krypsivvekst som har nådd overflaten danner «tepper» i vannoverflaten. C Tusenblad (*Myriophyllum*) sammen med krypsiv. D Algebegroing. E Flotgras (*Sparganium angustifolium*). F Tjønnaks (*Potamogeton*).

Tabell 5. Dekningsgrad av vegetasjon på elvebunnen, sortert etter synkende dekningsgrad i Otra kartlagt oktober 2020.

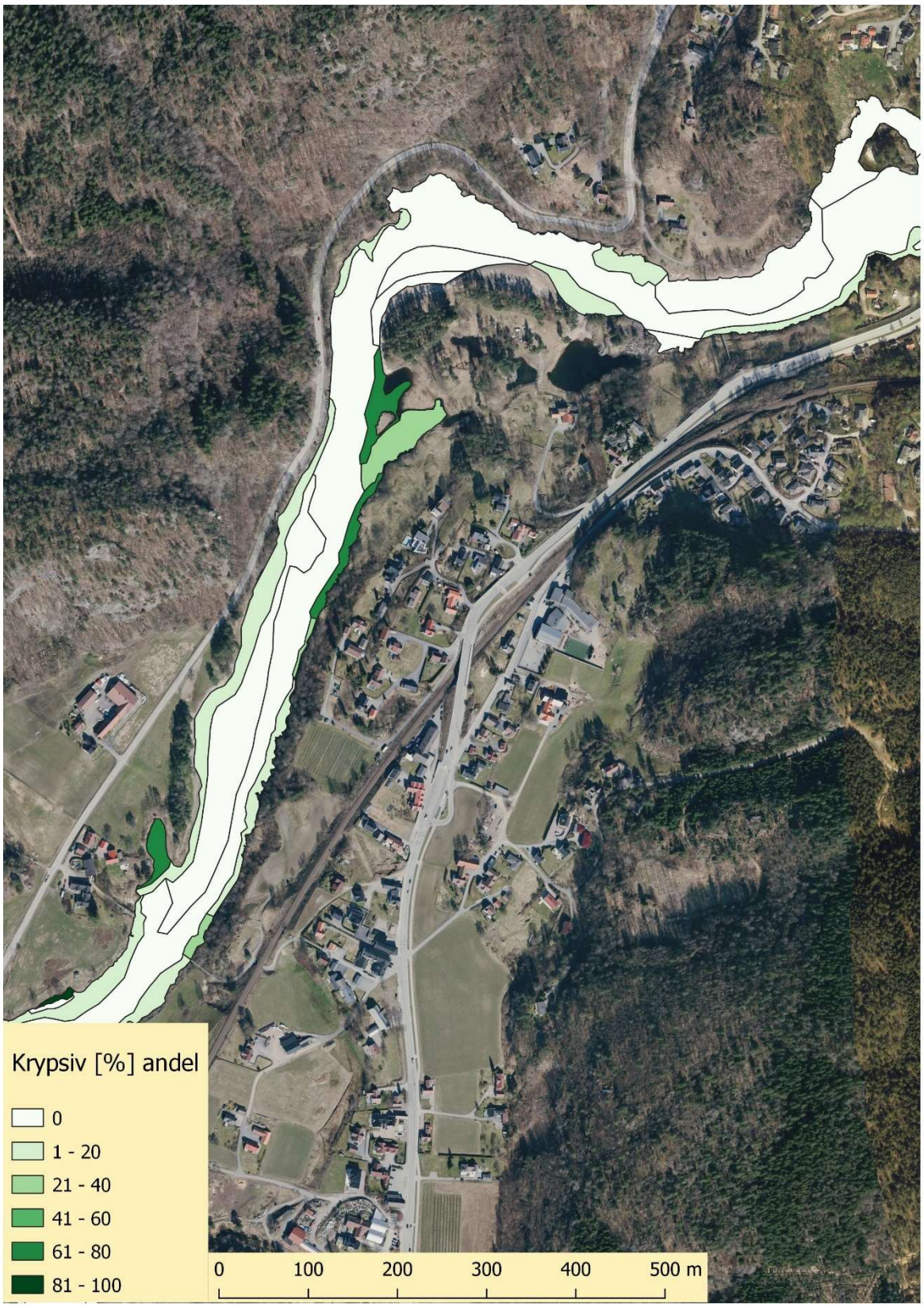
Art/Gruppe	**Dekning (m^2)**	**Prosentvis dekning**
Krypsiv (*Juncus bulbosus*)	222115	14,9
Alge	59718	4,0
Tusenblad (*Myriophyllum* mest sannsynlig *S. angustifolium*)	23116	1,6
Mose	16106	1,1
Flotgras (*Sparganium* mest sannsynlig *S. angustifolium*)	1633	0,1
Tjønnaks (*Potamogeton* mest sannsynlig *P. natans*)	1184	0,08
Nøkkerose (*Nymphaeaceae*)	382	0,03



Figur 17. Oversiktsbilde som viser dekningsgrad av krypsiv i Otra mellom Kristiansand og vandringshinderet på Vikeland.

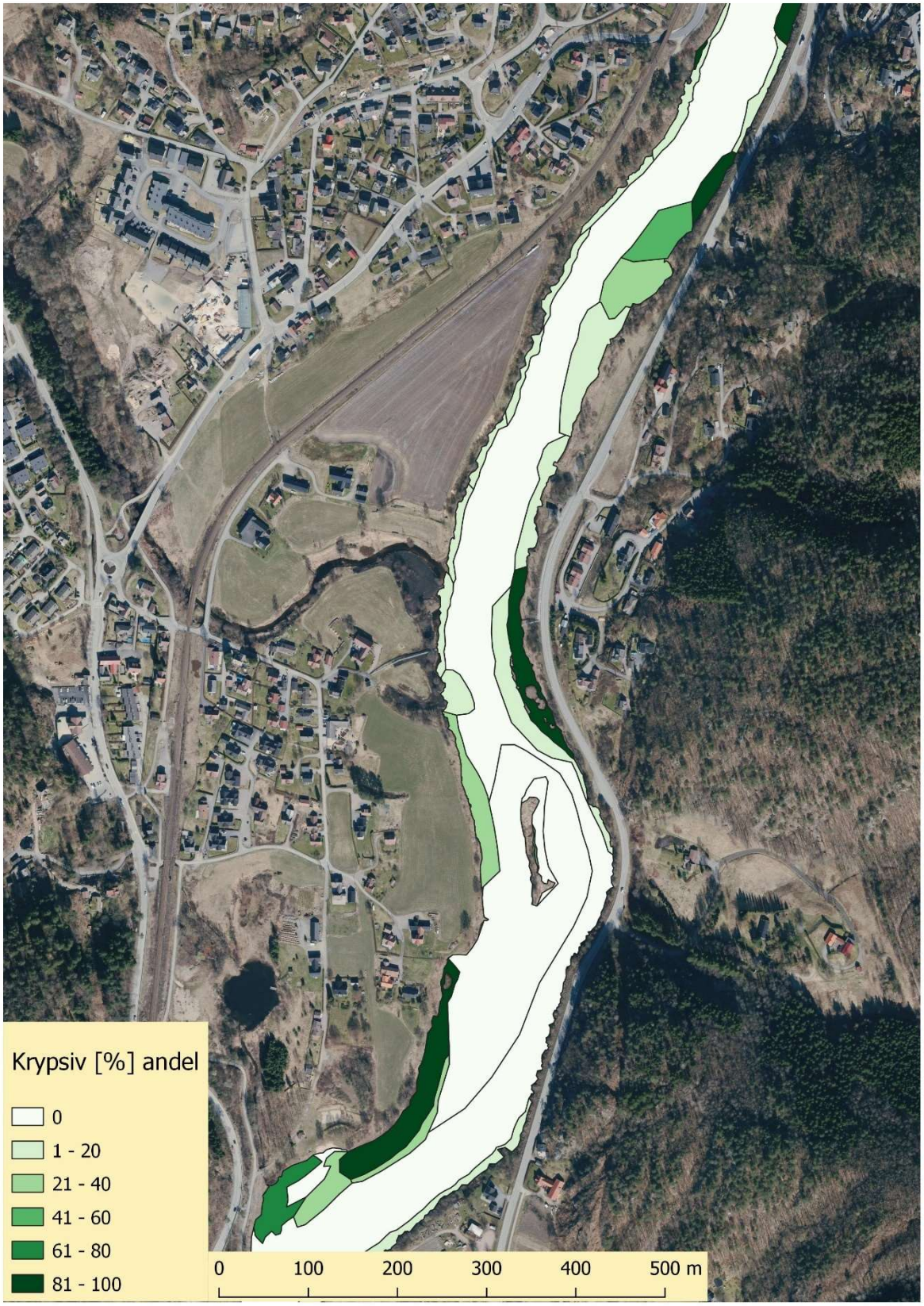


Figur 18. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 1**: fra Vikeland til Ålestrømmen.

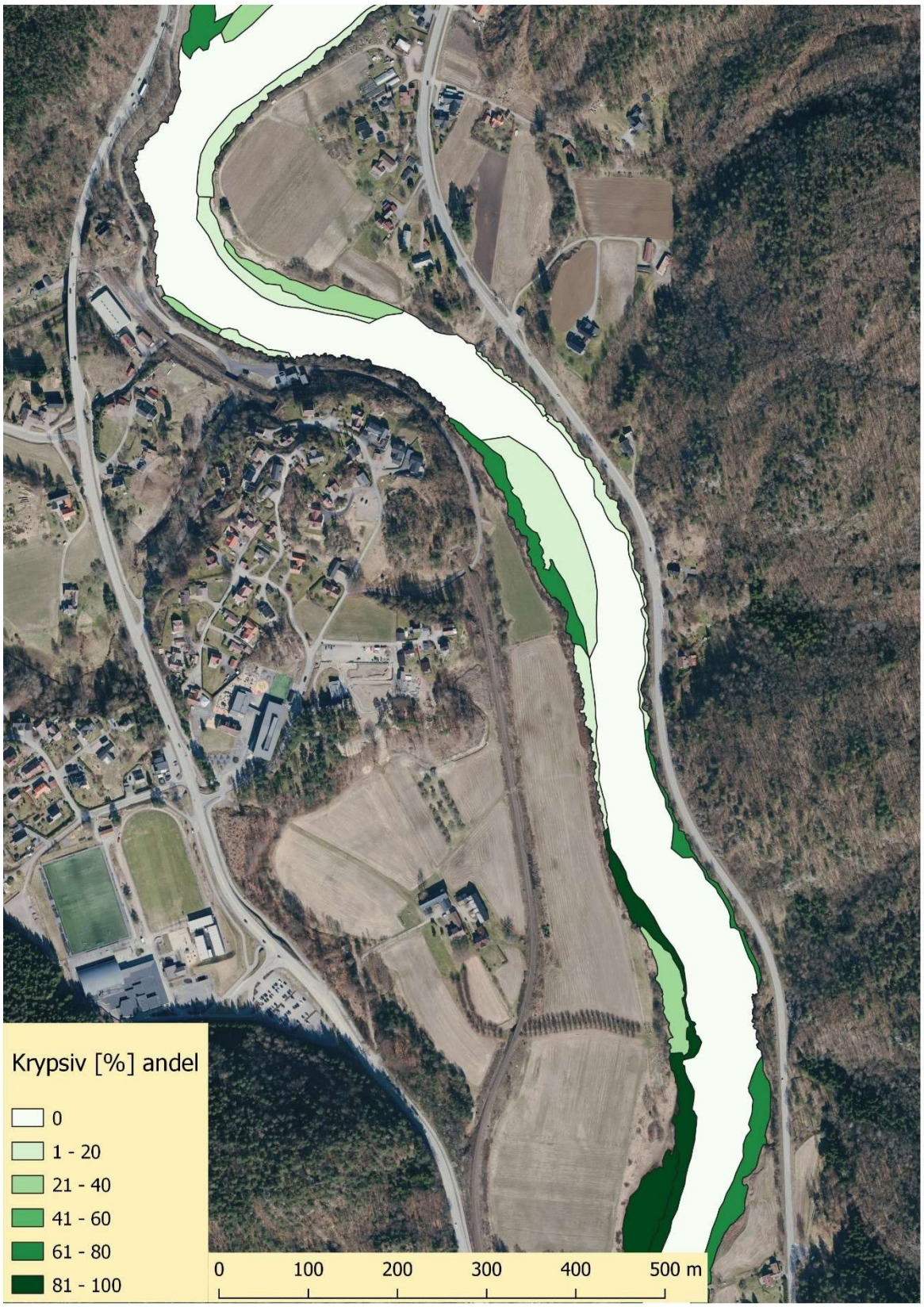


Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 2**: fra Ålestrømmen til Ravnås.

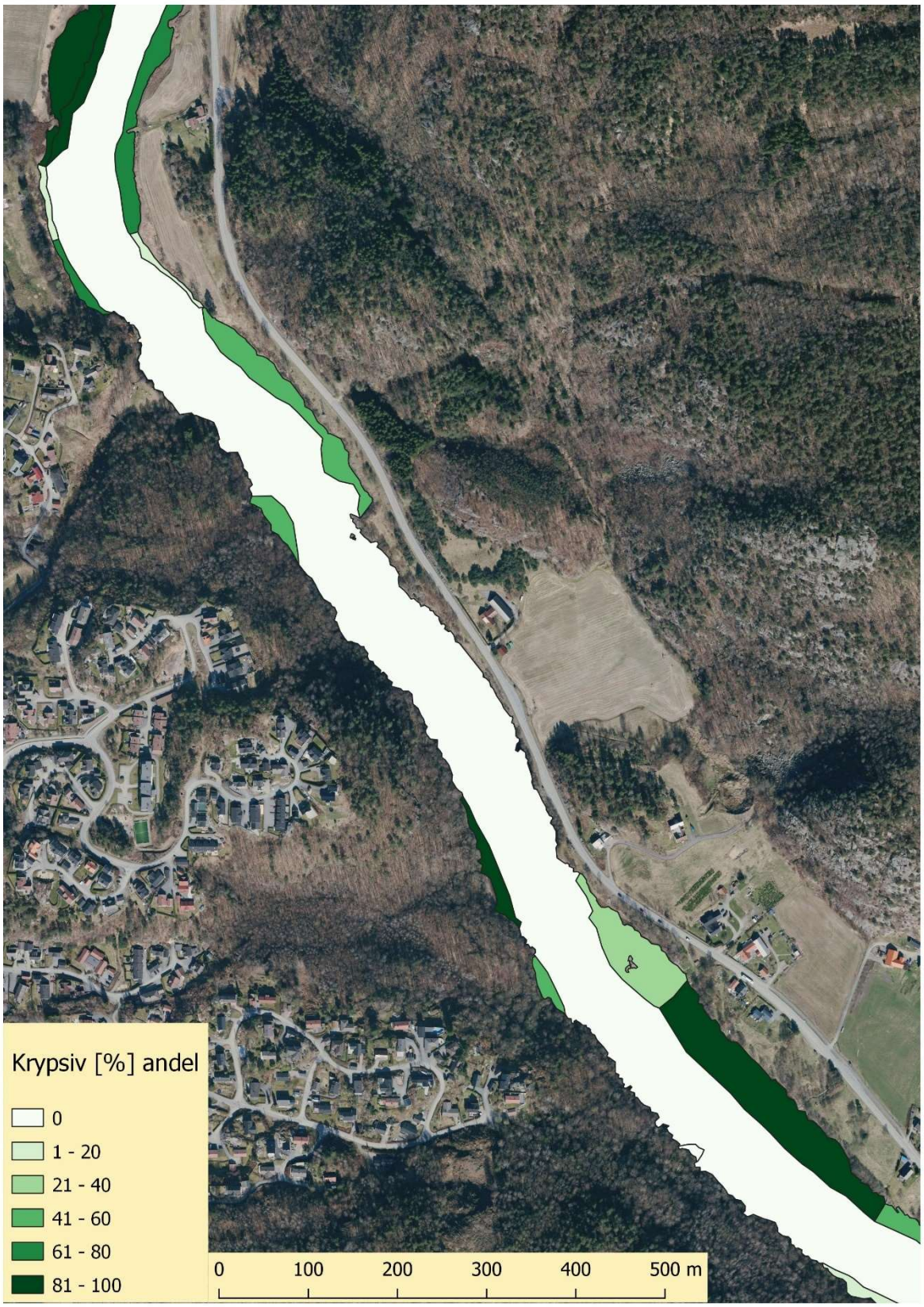
Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 3**: fra Ravnås til Flaten.



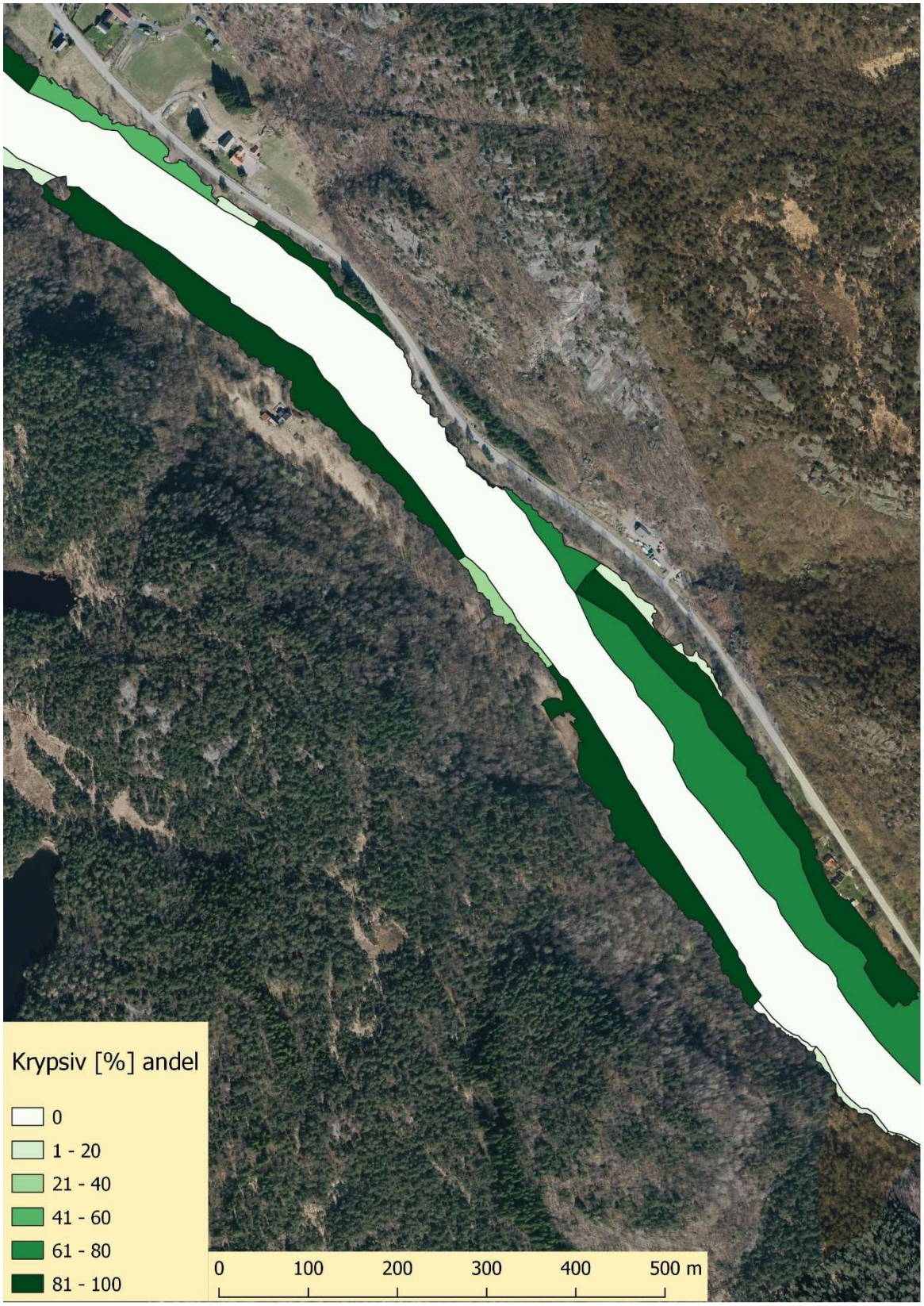
Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 4**: fra Flaten til Torve.



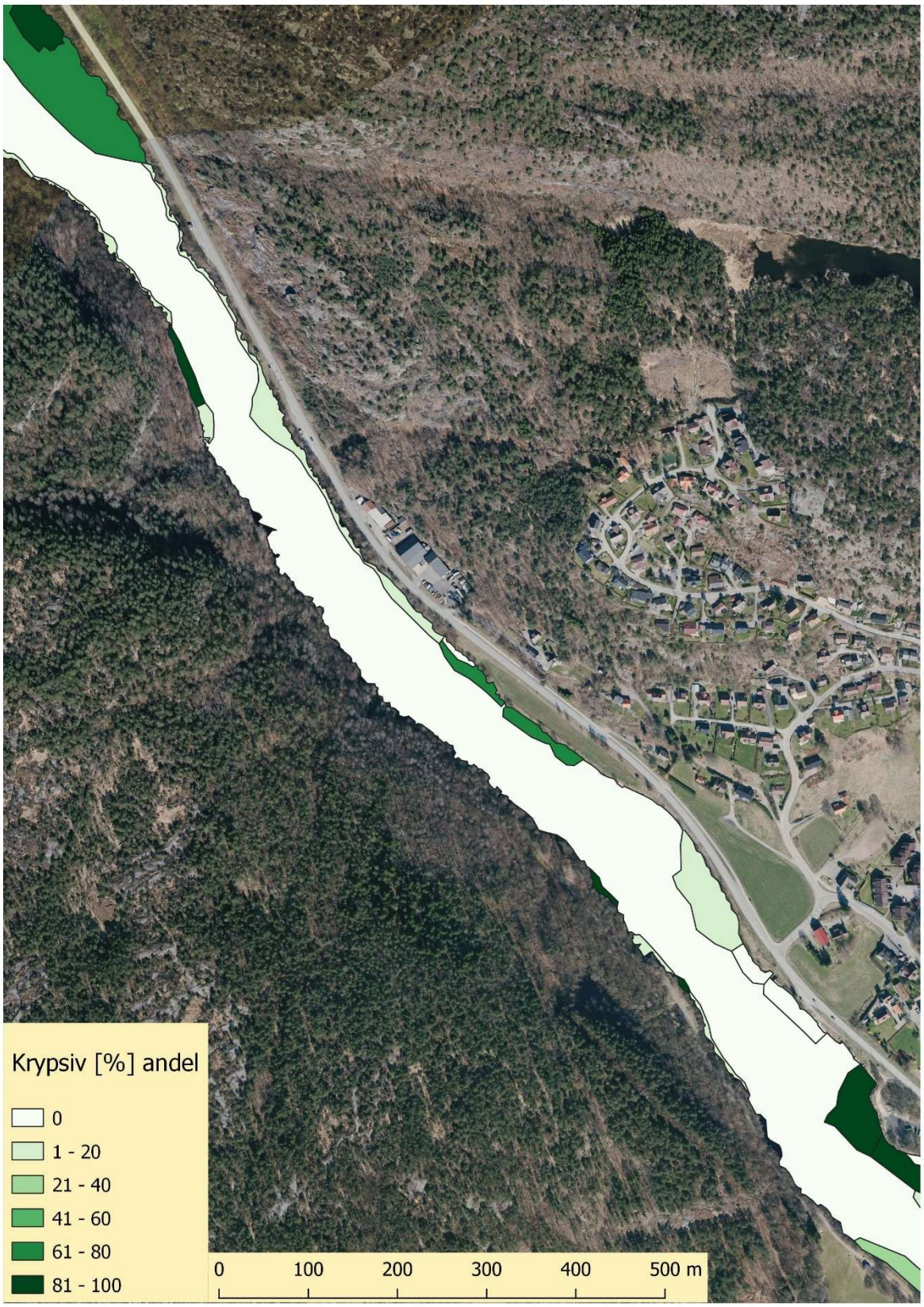
Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 5**: fra Torve til Lian.



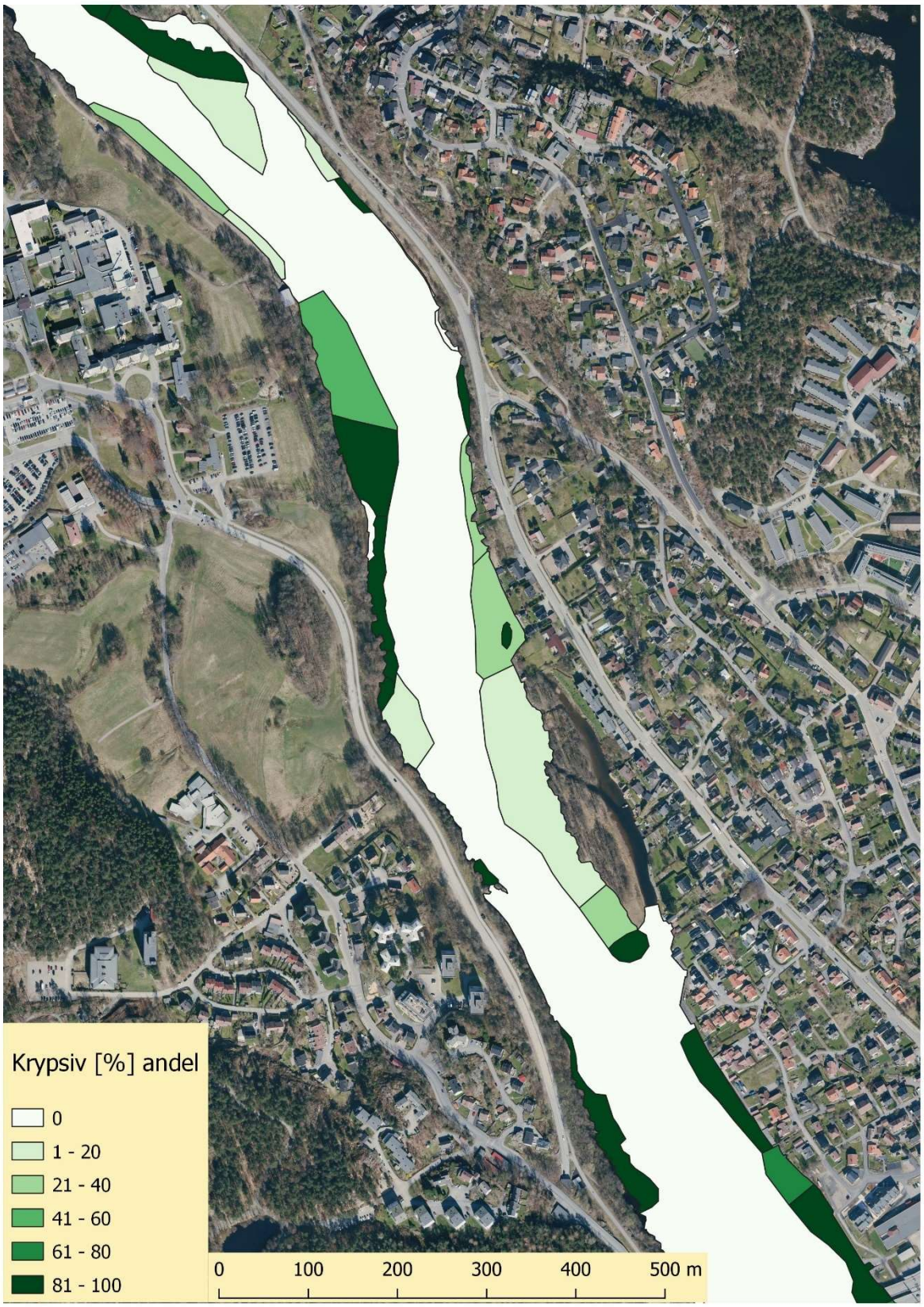
Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 6**: fra Lian til Bjønnholmen.



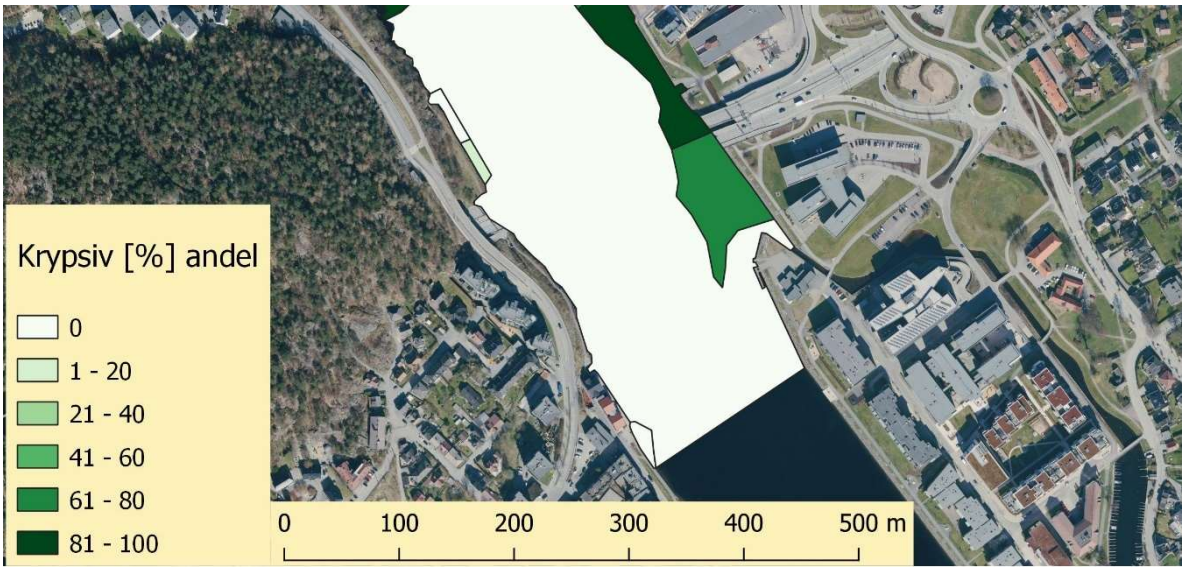
Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 7**: fra Bjønnholmen til Nedre Blokkedal.



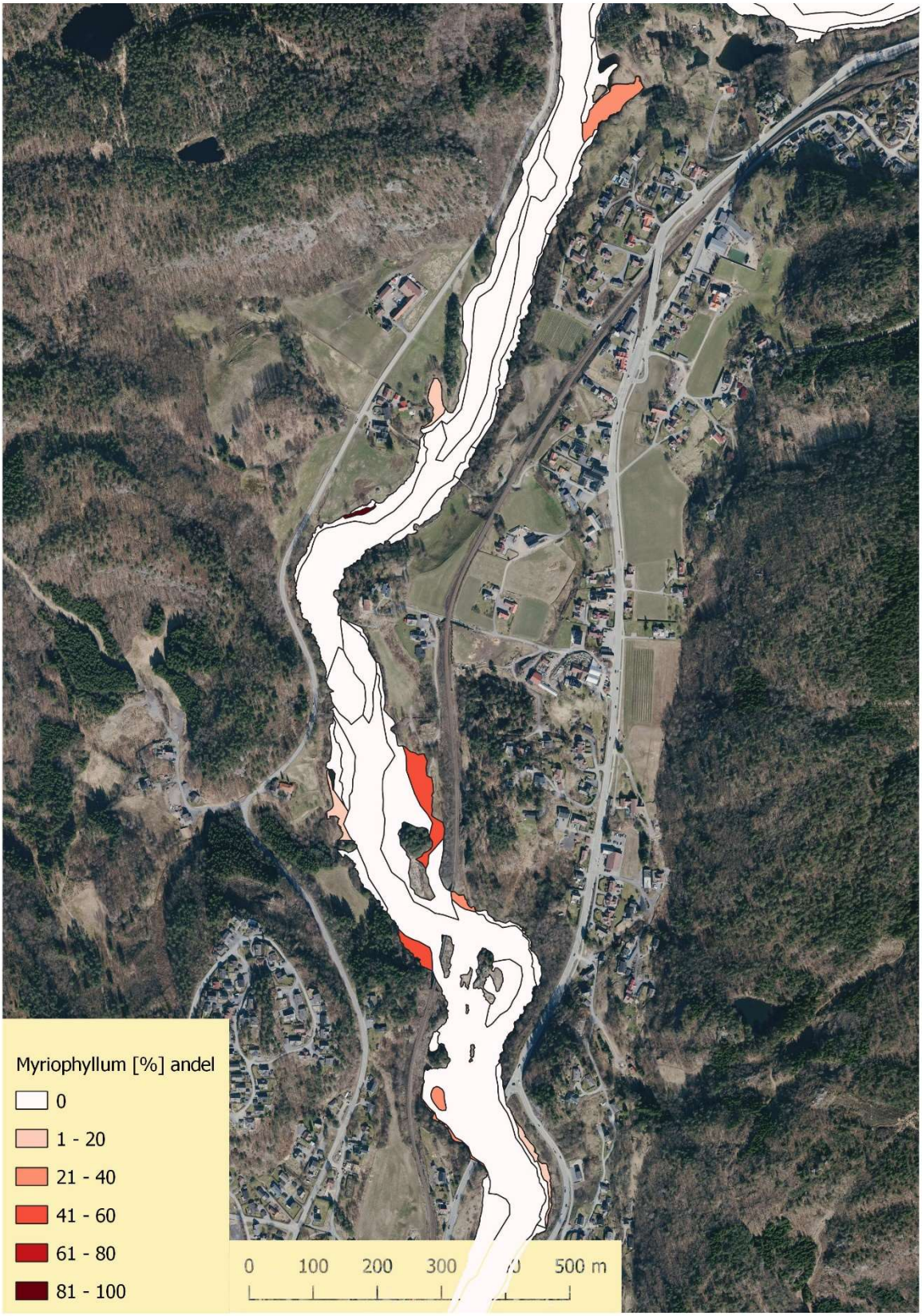
Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 8**: fra Nedre Blokkedal til Sødal.



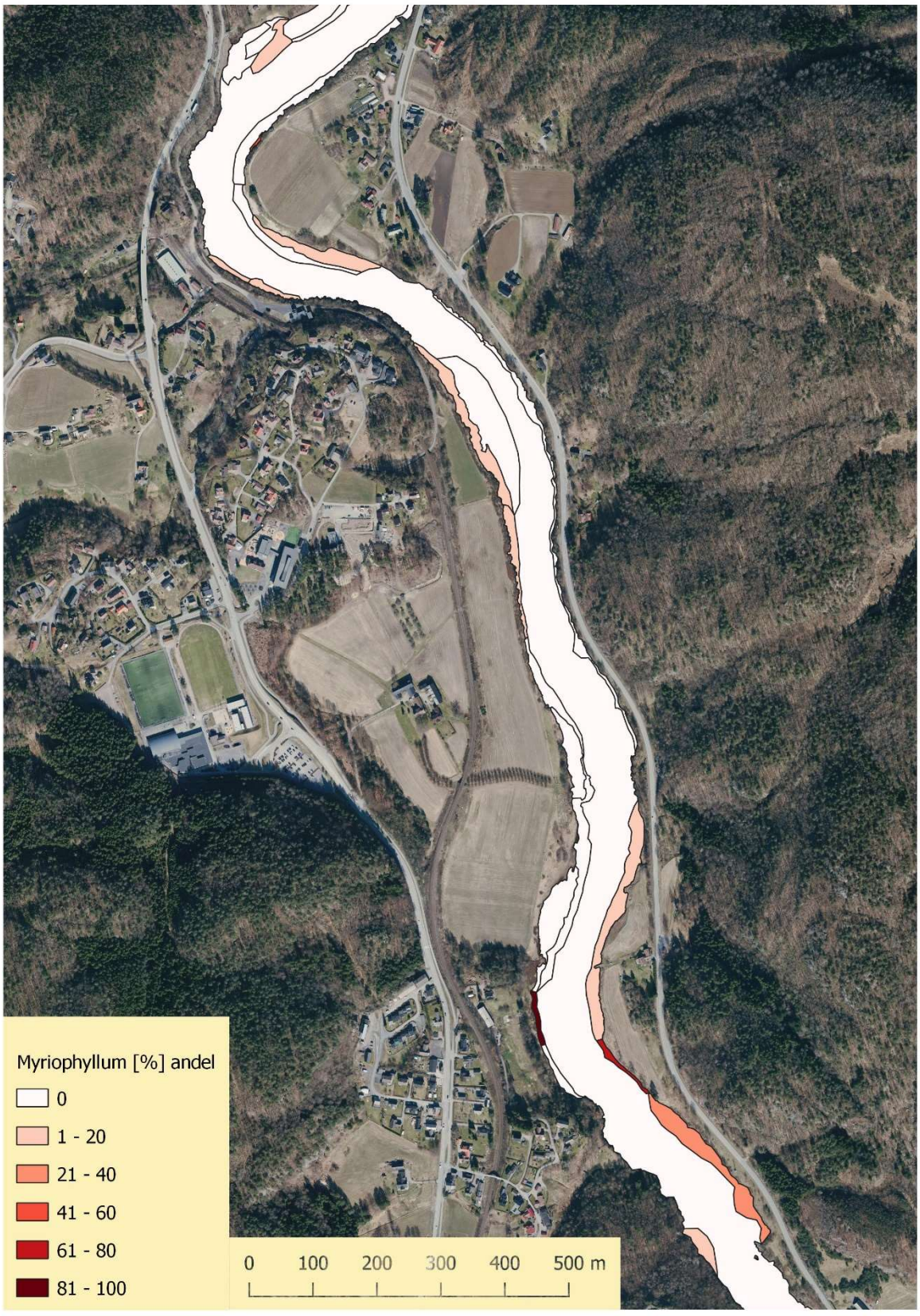
Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 9**: fra Sødal og ned mot Kristiansand.



Figur 18 (Forts.). Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 10**: siste strekning kartlagt mot utløpet.



Figur 19. Dekningsgrad av tusenblad, **kartblad 1**: fra Holmane til Sagebekken



Figur 19 (Forts.). Dekningsgrad av tusenblad, **kartblad 2**: fra Torve til Tunga.

Figur 19 (Forts.). Dekningsgrad av tusenblad, **kartblad 3**: fra Skråstad til Sødal.

3.8 Oppsummering og vurdering av krypsiv og annen vannvegetasjon

I Otra fra Vikeland og ned til utløpet i Kristiansand, er det ca. 15 % dekning av krypsiv. Til sammenlikning er det ca. 50 % dekningsgrad av krypsiv i øvre del av Otra mellom Brokke og Ose (Velle m. fl. 2019). Øvre del av Otra er grunnene og med klarere og kaldere vann, noe som ser ut til å gi bedre vekstvilkår for krypsiv.

I anadrom strekning av Otra vokser krypsiv og andre vannplanter i all hovedsak i stilleflytende deler av elven langs bredden og i bakevjer. Både i Otra og andre elver vil det legge seg finere sedimenter i sakteflytende partier av elven. Her er det gunstige forhold for vannplanter, og ikke uvanlig med høy dekningsgrad av vannvegetasjon. Også i øvre del av Otra er det høy dekningsgrad av krypsiv i de sakteflytende delene av elven, for eksempel i Rysstadbassenget.

Krypsiv kan være begrensende for gytende fisk dersom gytesubstrat dekkes av begroing, men kan samtidig være gunstig for fiskeyngel dersom det er mangel på skjul (Velle et al. In press). I nedre del av Otra er det lite begroing av krypsiv i partier av elven med høyere vannhastighet der det kan ligge grus. Dette viser at krypsiv i liten grad dekker laksens gytesubstrat og at dagens utbredelse av krypsiv ikke er begrensende for gyting av anadrom fisk. I en undersøkelse av fiskeyngel med et elektrisk båtfiske, ble det funnet gode forekomster av laksunger i hele anadrom del av Otra, og med høyest tetthet i nedre deler i Kristiansand sentrum (Bremset og Museth 2019). I de første kilometerne nedstrøms Vikeland, er elven variert med substrat av varierende størrelse og med strykstrekninger og stilleflytende partier. I nedre del er elven mer homogen enn i øvre del, og med finere sedimenter langs bunnen. Her er det lite hulrom i elvebunnen som fisken kan bruke som skjul, og uten begroing er det sannsynlig at skjul kan være en begrensende faktor for ungfisk. En høy tetthet av fisk i denne delen av Otra indikerer dermed at krypsiv kan bidra til å øke kvaliteten på habitatet, og bidra til å forklare den høye tettheten av fiskeyngel.

4. Samlet vurdering av mulige flaksehalser og begrensende faktorer

Samlet sett viser kartleggingen at det forekommer gyting av laks spredt på strekningen ned til Augland, mens det trolig er lite gyting i det brakkvannspåvirkede området nedstrøms. Imidlertid ble det utført en kartlegging av gyteområder i dette området i 2009 som viser at det trolig finnes flere gyteområder i denne sonen (Kaasa et al. 2009). Gyteaktiviteten er usikker grunnet mye leire i bunnen under grusen i dette brakkvannspåvirkede området. Videre er det lite hulrom i elvebunnen og dermed dårlige skjulforhold for eldre ungfisk generelt i hele elva. Dypere områder (store dype høler) kan kanskje være en faktor som i

seg selv virker som skjul for ungfisk (NORCE LFI, egne observasjoner). Det er tidligere dokumentert at kulper og høler kan være viktig habitat hos ungfisk av laks og aure (Bremset & Berg, 1997). Ut ifra kartleggingen av skjul og gyteområder har vi gjort en vurdering av antatte produksjonsforhold og hvorvidt gyteområder og skjul er begrensende faktorer og flaskehalser for produksjon av laks. Vurderingen er gjort med utgangspunkt i klassifiseringssystemet fra «håndboka» og er gjengitt i **Tabell 6** .

Tabell 6. System for klassifisering av habitatflaskehalser og antatt produksjonspotensial i forhold til tilgang til gyteområder og skjul. Antatt produktivitet er angitt i parentes. Fra Forseth & Harby (2013).

		Gytehabitat		
		Lite	**Moderat**	**Mye**
Skjul	**Lite**	Begge (lav)	Skjul (lav)	Skjul (moderat)
	Moderat	Gyte (lav)	Begge (moderat)	Skjul (høy)
	Mye	Gyte (moderat)	Gyte (høy)	Ingen (høy)

Analysen av denne fysiske kartleggingen tilsier at skjul er begrensende for fiskeproduksjonen i alle segmentene, mens tilgangen til gytemuligheter er begrensende i segment 1, 2 og 3 (**Tabell 7**). Det gjøres oppmerksom på at dype områder og tømmer på elvebunnen med andre strukturer kan virke som skjul, og at observerte forbygninger langsmed elvekanten i Otra danner skjul for ungfisk. Vannvegetasjon kan også fungere som skjul for ungfisk og bidra med økt mattilgang (Velle et al. 2014), og de registrerte krypsivforekomstene i Otra gir trolig økte muligheter for ungfisk til både å finne skjul og mat.

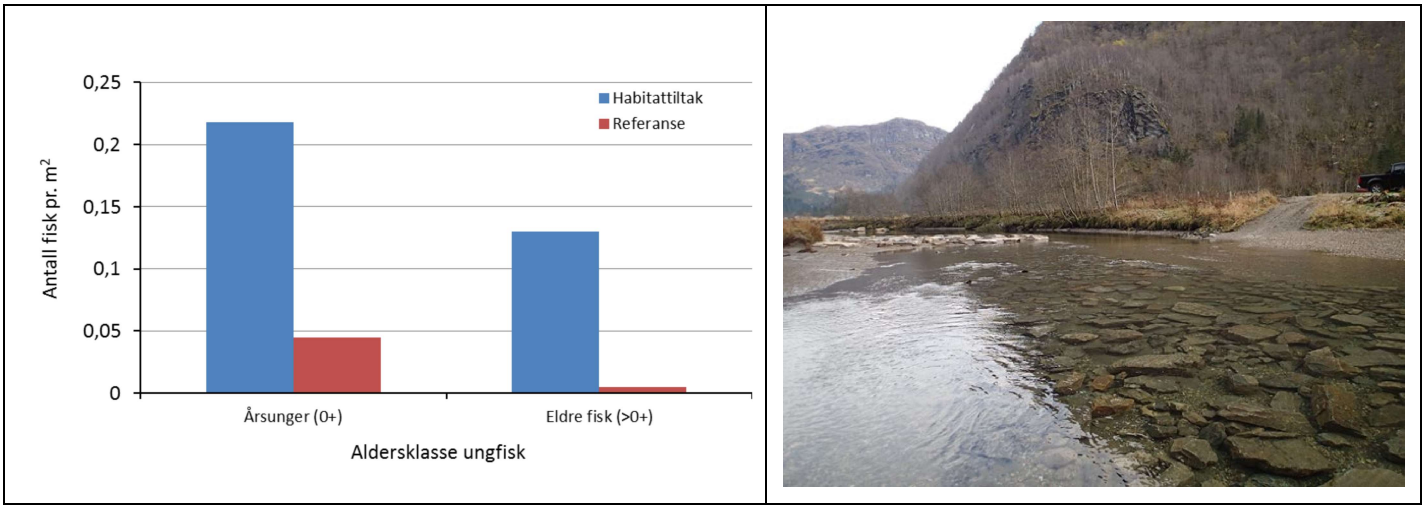
Tabell 7. Klassifisering og kort beskrivelse av gyteforhold og habitat/skjul for parr, antatt potensial for smoltproduksjon og sannsynlig flaskehals for produksjon på de ulike segmentene på strekningen fra utløp sjø til kraftstasjonen ved Vikeland.

Segment	**Gytehabitat**	**Skjul og habitat for parr**	**Antatt potensial for lakseproduksjon**	**Sannsynlig flaskehals**
1	Lite	Svært Lite	Lav	Gyting + skjul
2	Lite	Svært Lite	Lav	Gyting + skjul
3	Lite	Svært Lite	Lav	Gyting + Skjul
4	Mye	Svært lite	Moderat	Skjul
5	Moderat	Lite	Lav	Skjul
6	Moderat	Lite	Lav	Skjul

I tillegg til gyteområder og skjulforhold kan andre faktorer, som for eksempel drift av kraftstasjonen, effekter på vannstanden nedstrøms kraftstasjonen og vannkjemi være aktuell flaskehals for lakseproduksjonen i Otra. Det er ikke foretatt noen vurdering av dette i denne rapporten, siden det ikke var en del av oppdraget. Problemstillingen angående endringer i vannstanden blir imidlertid videre omtalt i neste kapittel samt et NORCE LFI har et eget prosjekt på dette og vil belyse denne problemstillingen i en annen rapport.

5. Forslag til aktuelle tiltak og oppfølgende undersøkelser

Basert på resultatene fra denne kartleggingen og analyser av flaskehalser, finnes det flere aktuelle tiltak for å bedre forholdene for lakseproduksjon i Otra. Mangel på skjul i elvebunnen fremstår som den flaskehalsen som i størst grad begrenser produksjonen av ungfisk i hele elva. Aktuelle tiltak for å bøte på dette er å legge ut stein- og blokkgrupper samt å danne strømsettere og ledebuner for å danne hydromorfologisk variasjon i aktuelle strekninger. Sannsynligvis har det vært større innslag av store steiner/blokker i Otra tidligere. Tilførsel av fluviale masser er trolig begrenset som følge av reguleringen, og store steiner har sannsynligvis blitt ryddet ut under tømmerfløtingens epoke. I utgangspunktet er strekningen fra Augland og ned til utløp sjø mest aktuell for denne typen tiltak. Langsgående rekker med blokker og steiner ved elvekant, men og skråstilte ledebuner, vil trolig gi best effekt i form av økt fiskeproduksjon. NORCE LFI har gode erfaringer med tilsvarende tiltak fra andre vassdrag, men i mindre skala. Et eksempel på dette er Teigdalselva der deler av elvebunnen var «steril» og hadde lav kompleksitet og skjulkapasitet og dermed få standplasser og skjulesteder for både ungfisk og gytefisk (Gabrielsen et al. 2016). Egnede habitattiltak i denne elva var ledebuner (strømsettere), utlegg av blokker og steiner, uttak av løsmasser og rotvelting av noen trær langs elvebredden. Evaluering av habitattiltakene viste at tiltakene gav økt fiskeproduksjon på disse områdene (Gabrielsen & Skår, 2019). Det ble funnet høyere tettheter av både årsunger og eldre ungfisk i de habitatjusterte områdene sammenlignet med referansestrekninger. Det var ca. 5 ganger så mange årsunger og ca. 23 ganger så mange eldre ungfisk i de habitatjusterte områdene enn i referanseområdene (**Figur 20**).



Figur 20. Gjennomsnittlige tettheter av årsunger (0+) og eldre fisk (>0+) pr. m^2 for samtlige områder med habitattiltak og referanseområder i Teigdalselva i årene 2015, 2016 og 2017. Bildet viser blokker festet i elvebunnen samt ledebune/strømsetter øverst i bildet med gyteområde i glattstrømmen til høyre for ledebunen.

Et annet eksempel er på en delstrekning i Ekso med tilsvarende lav fiskeproduksjon grunnet manglende skjul og lav kompleksitet i elvebunnen, og dermed få standplasser og skjulesteder for både ungfisk og gytefisk. For å kompensere for dette lave produksjonspotensialet, ble det laget en tiltaksplan for å bedre produksjonsforholdene (Gabrielsen & Stranzl, 2016). Det ble gjort nye oppmålinger og vurderinger av aktuell strekning i Ekso og tre ulike habitattiltak ble gjennomført (**Figur 21**). Evalueringen av tiltaket med steingrupper, har vist en betydelig økt smoltproduksjon i det habitatjusterte området i Ekso (LFI upubliserte data). Av de tre habitattiltakene gjennomført i Ekso, er tiltaket med å legge ut blokkgrupper/blokkrekker aktuelt i Otra (**Figur 22**).

Figur 21. Oversikt over tiltak som ble gjennomført høsten 2016 i Ekso.

Figur 22. Prinsippskisse for habitattiltak (miljødesign) ved bruk av steingrupper og steinrekker på Fetet i restfeltet i Ekso. Dette er aktuelt i Otra for å øke fiskeproduksjonen.

Steinrekkene synes godt og de danner hulrom for ungfisk i et område som bar preg av å være et dårlig oppvekstområde. Samtidig fungerer de som skjul for voksenfisk. Tilsvarende habitattiltak kan være aktuelt i Otra.

I utgangspunktet er dette det eneste tiltaket vi foreslår for å øke fiskeproduksjonen i Otra (langsgående rekker med blokker og steiner ved elvekant i kombinasjon med skråstilte ledebuner). Vi mener at dette bør være hovedfokuset angående de rent fysiske tiltak i selve hovedelven. Dette vil øke hulromkapasiteten og føre til økt hydromorfologisk variasjon. Vi foreslår at man i utgangspunktet velger å utføre tiltak i dypere parti (mindre synlig) og der en allerede har inngrep i vassdraget, for eksempel langsmed eksisterende elveforbygninger. Disse kan utvides i bredden. Foreslått tiltak bør prøves ut og evalueres før en tar standpunkt til å gjennomføre tilsvarende utlegg av blokker i større skala. Det kan være en fordel å prøve ut utlegg av blokker og ledebuner i brakkvannssonen i tillegg til en prøvelokalitet oppstrøms det brakkvannspåvirkede området. Etter større flommer kan en gjøre en vurdering av om finmasser tetter igjen hulrommene i tiltaksområdet. Det gjøres oppmerksom på at tiltakene kan endre hydromorfologisk utforming av elva og dermed også endre det estetiske inntrykket, samt at de kan påvirke erosjonen i elvekanten. Det er derfor viktig å ta stilling til i hvor stor grad en vil endre elva, før en utfører tiltak. Før aktuelt tiltak gjennomføres i stor skala, bør det derfor utarbeides en tiltaksplan for et pilotprosjekt. For å kunne si noe om forventede effekter på en eventuell økning i fiskeproduksjonen, så må det gjørs en evaluering av foreslått pilotprosjekt først. Da kan man tallfeste hva en oppskalering av tiltaket vil kunne bety for fiskeproduksjonen basert på empiriske data fra dette første pilotprosjektet. Det er nødvendig med data på tiltaksområder og referansestrekninger til dette. Et kostnadsoverslag til et slikt pilotprosjekt basert på erfaringer fra tilsvarende tiltak i andre elver, tilsier en entreprenørkostnad innenfor en ramme på ca. **100 000.-**. I tillegg kommer innkjøp av masser som blokker og steiner lokalt.

NORCE LFI har fått informasjon om at det strander lakseunger, i hovedsak årsunger (0+), ved redusert vannføring i hovedelven og vi har mottatt bildematerialet fra Otra Laxefiskelag av årsunger som hadde strandet og som var døde i Otra. Årsaken til dette er drift av kraftverket og effekter på endringer i vannstanden i hovedløpet. I tillegg oppstår det uheldige sammenhenger med nedkjøring av kraftverket og endringen i tidevann fra flo til fjære sjø. Det bør derfor gjøres undersøkelser av vanndekt areal ved ulike vannføringer i relasjon til kartlagte **gyte- og oppvekstområder**. Utredninger på dette bør gjøres siden det ikke foreligger god nok kunnskap om omfanget med hensyn på hvilke områder i elva som er mest utsatt og spesielt hvor store arealer som blir påvirket av dette. NORCE LFI har pågående prosjekt på dette med Agder Energi og rapporteringen av dette vil kunne gi nyttig informasjon med hensyn på denne problemstillingen i vassdraget. Denne rapporten vil foreligge senere i 2021. Her vil bl.a. tiltak for å unngå stranding og konkrete tiltak for å ivareta eksisterende gyteområder og ungfisk bli foreslått. Dette anser vi for å være et av de viktigste tiltakene for produksjonen av fisk i Otra, men dette krever innhenting av mer kunnskap enn det som var meningen i denne rapporten før man kan iverksette eller foreslå tiltak.