Rapport nr. 395

# Otra

## Habitatkartlegging av lakseførende strekning og i 6 utvalgte bekker i 2020

NORCE

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 oppvekstsbabitat 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

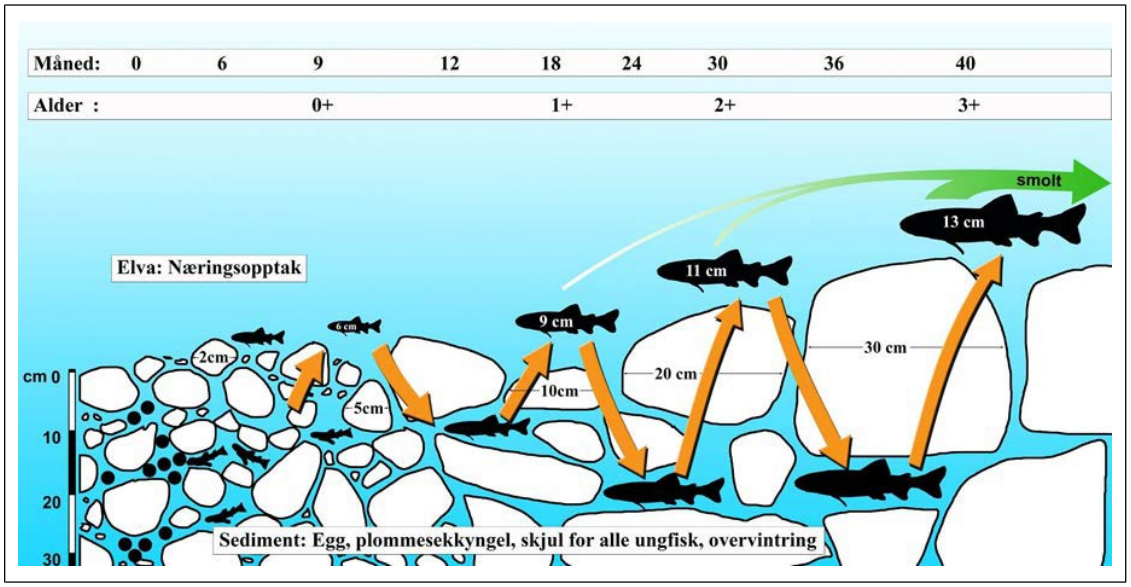
Laksen gyter ved at eggene graves porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver ut gytegropen, og en hunnfisk kan fordele eggene i flere groper. Områder med gyteaktivitet kan ofte ses som et lysere felt med omrørt grus etter gyteperioden.

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 oppvekstsbabitatet. 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**).

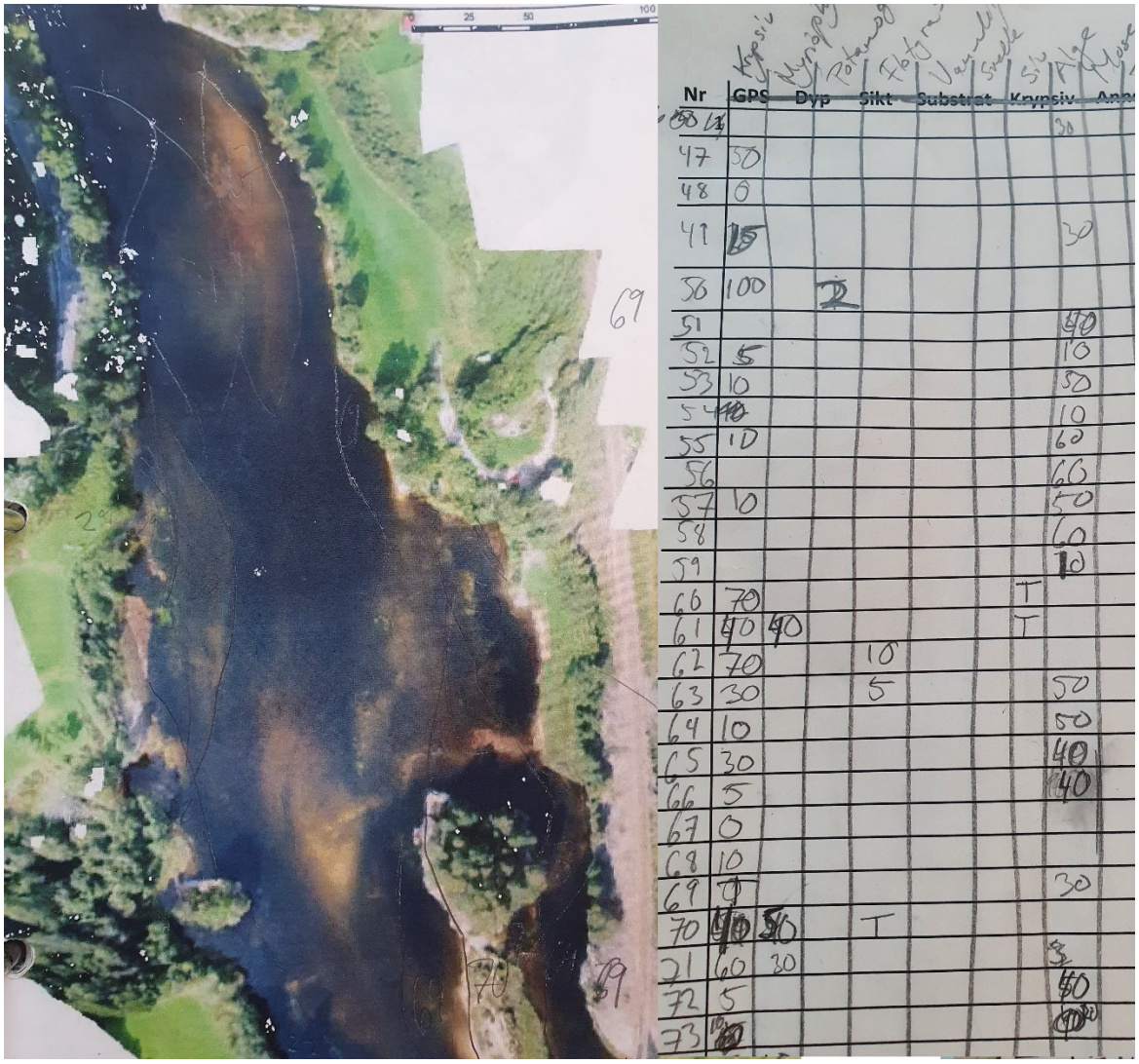
**Tabell 3**. System for klassifisering av gytehabitat basert på gytearealenes størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat, på tvers av segmenter). Grenseverdiene for lite, moderat og mye gytehabitat er foreløpige, og kan bli justert når det foreligger 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

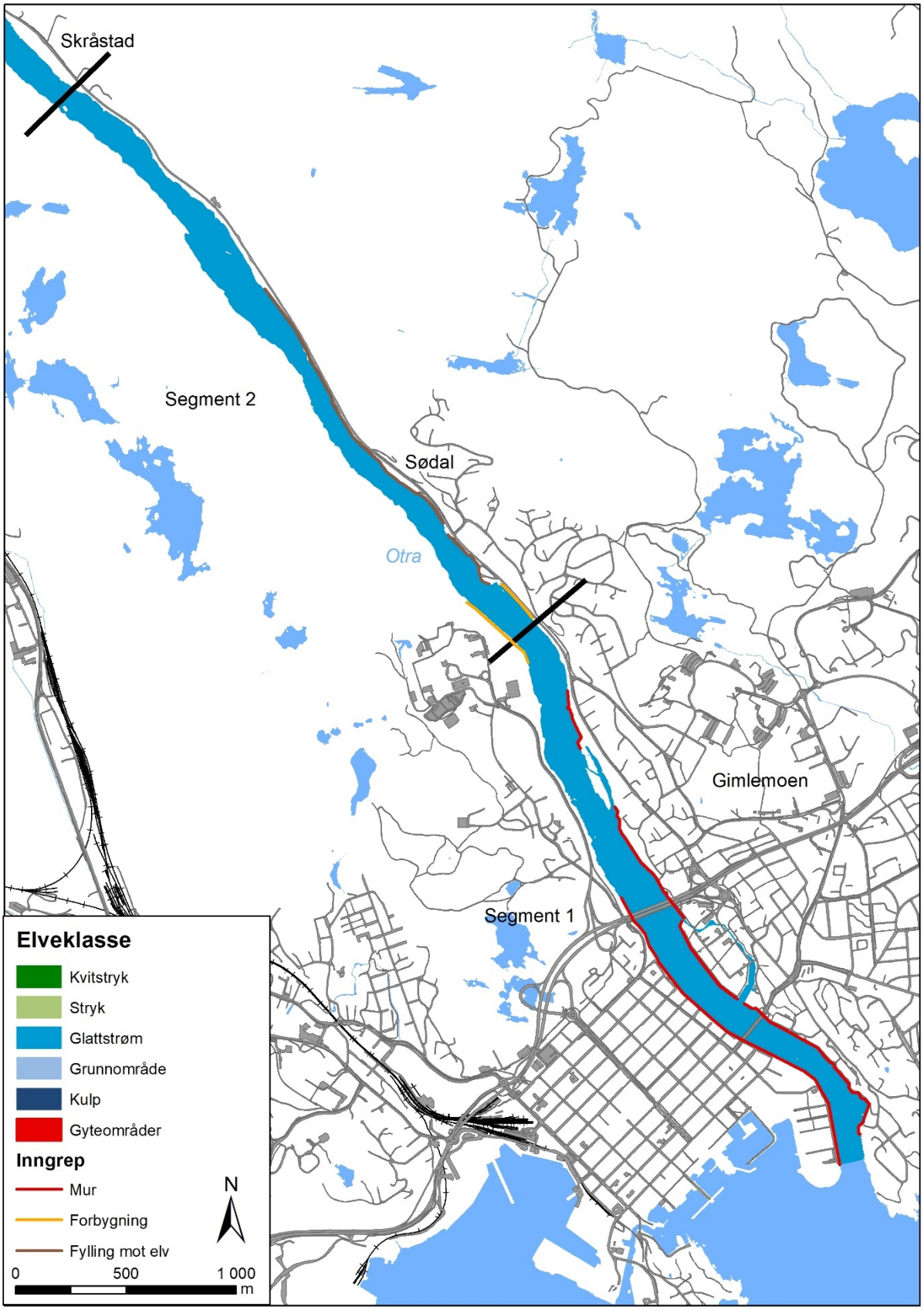
Otra ble delt inn i 6 segmenter. Fordelingen av elveklasser og substratsammensetning er i stor grad knyttet til variasjoner i fallgradient. Områder med lite fall er i hovedsak dominert av sakteflytende strekninger med glatt vannoverflate, og betegnes med elveklassene *kulp* og *glattstrøm* (eller mesohabitattypene 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.*

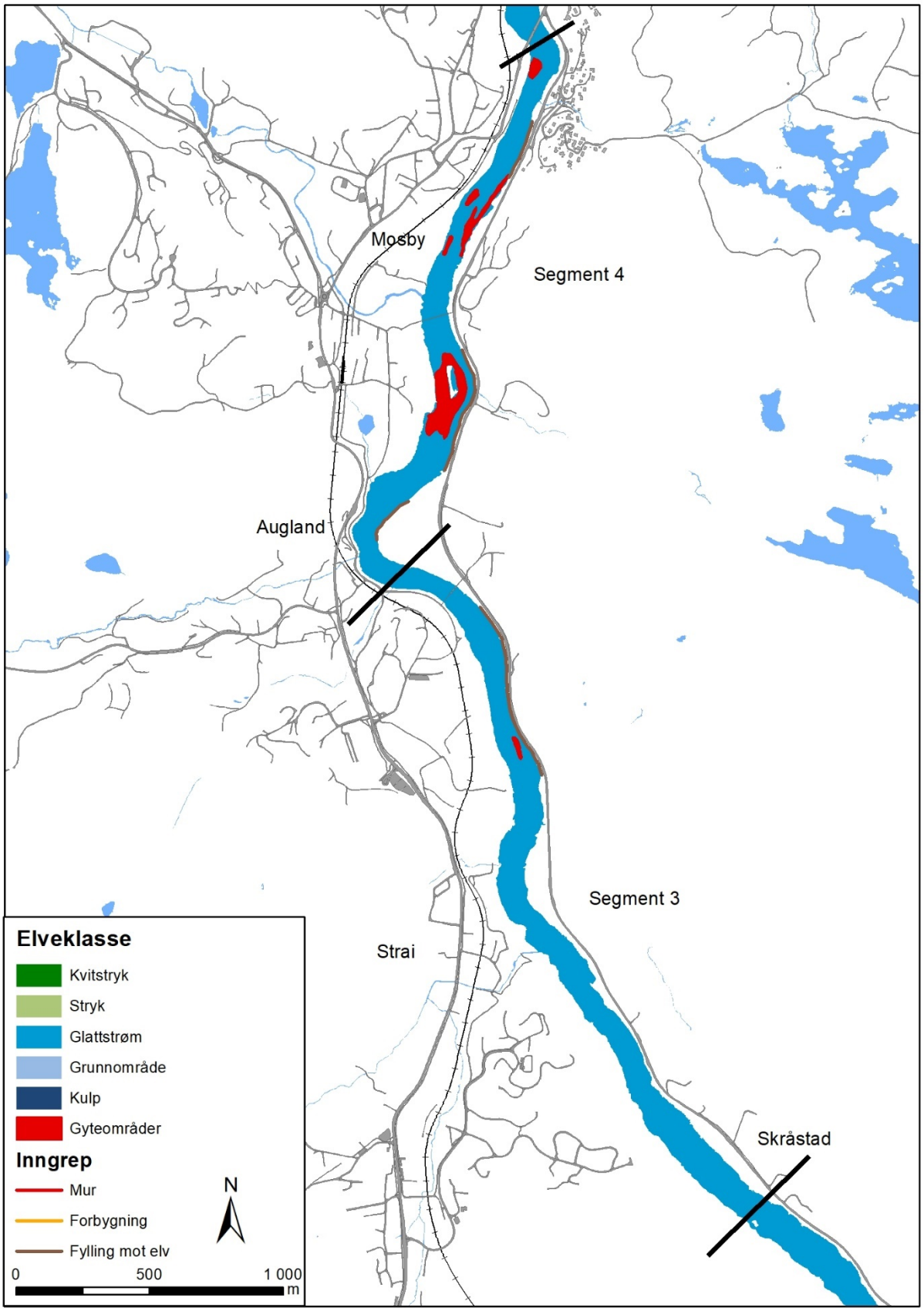
## 3.2 Elveklasser

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**.

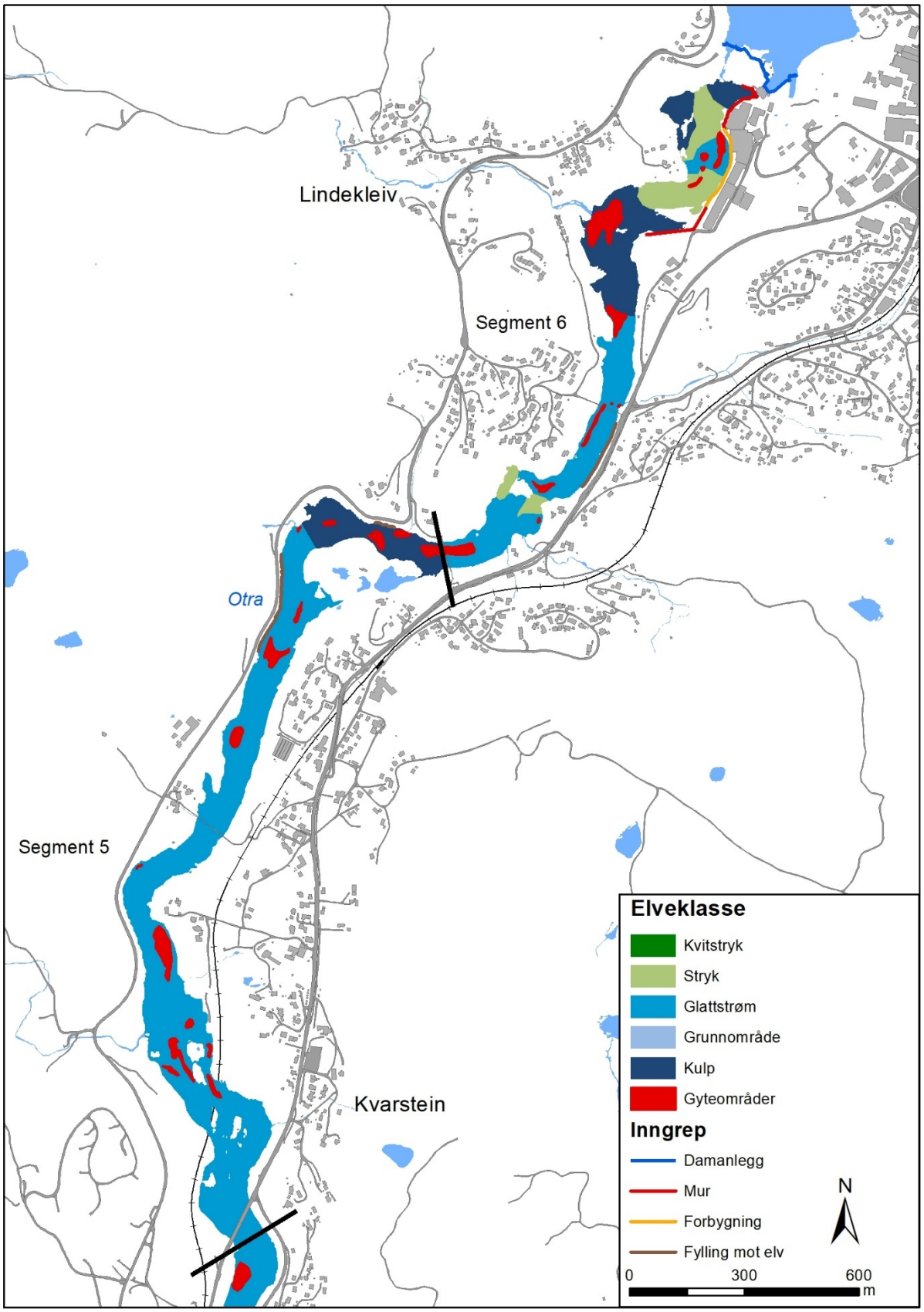
*De helt øvre delene av Otra opp mot Vikeland har strømrike partier med hurtigrennende vann sammenlignet med nedre deler av elva som er mer skateflytende.*




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



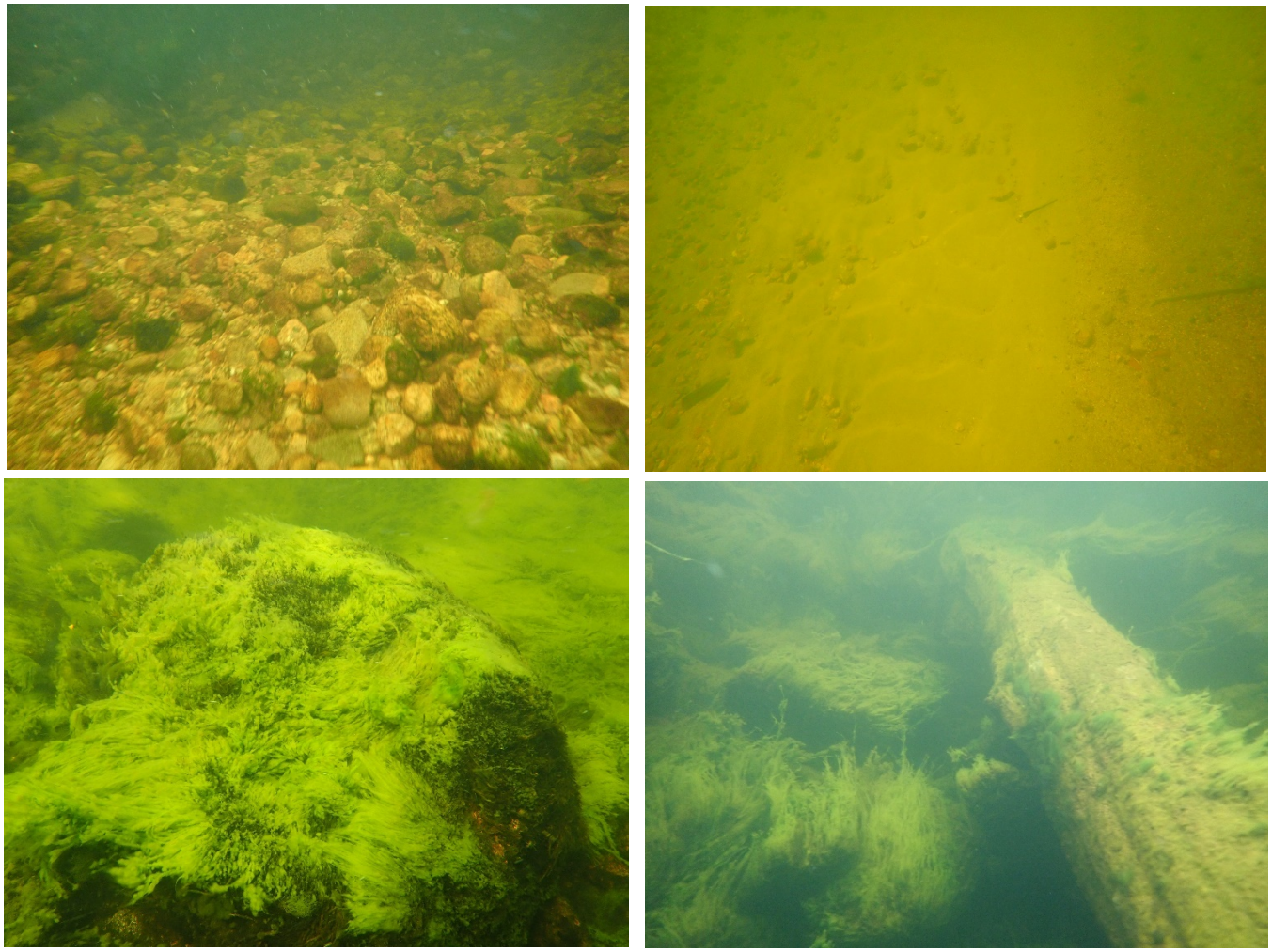

**Figur 5**. Elveklasser og gyteområder i segment 3 og 4 i Otra, kartlagt september 2020.



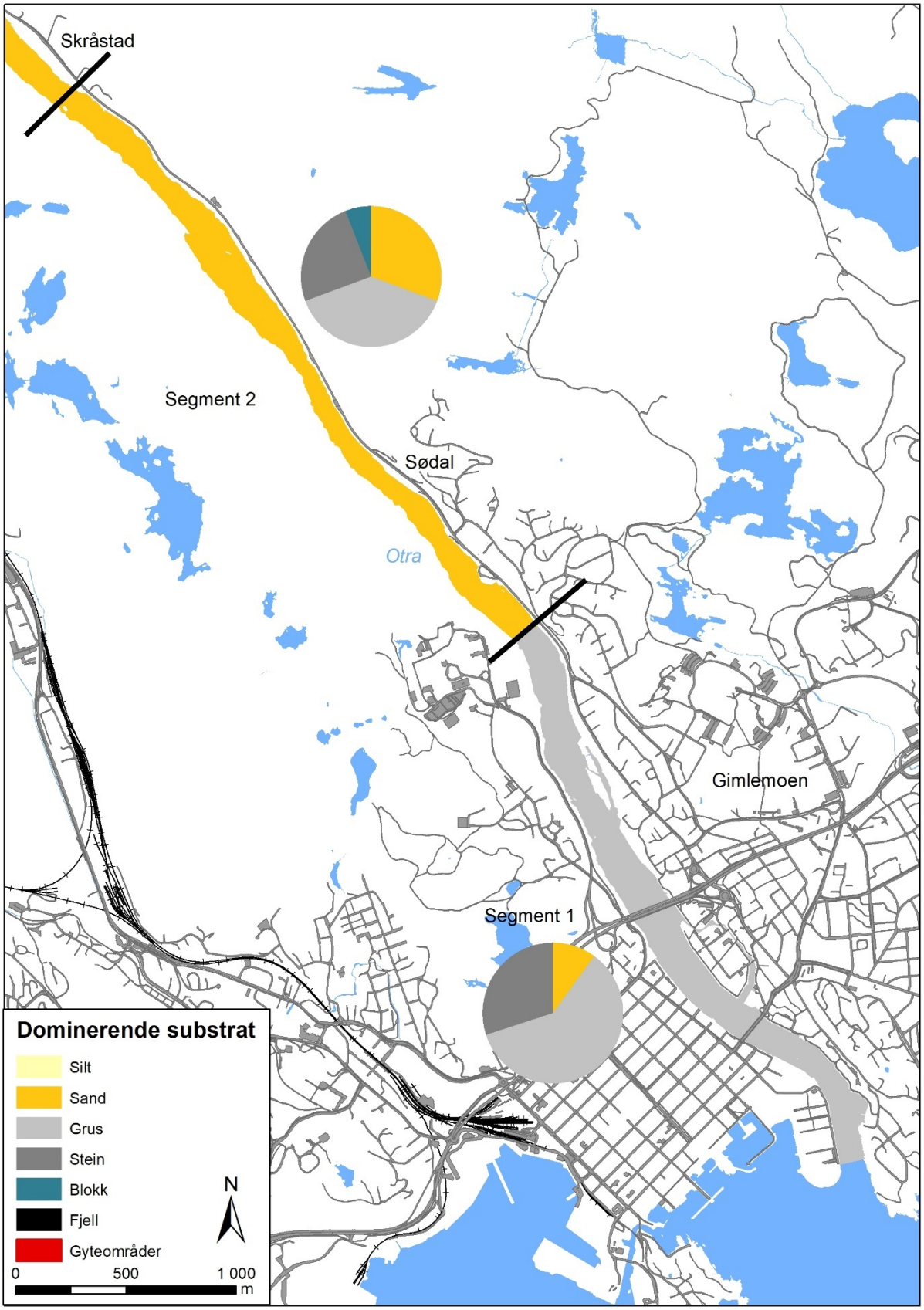

**Figur 6**. Elveklasser og gyteområder i segment 5 og 6 i Otra, kartlagt september 2020.

## 3.3 Substrat

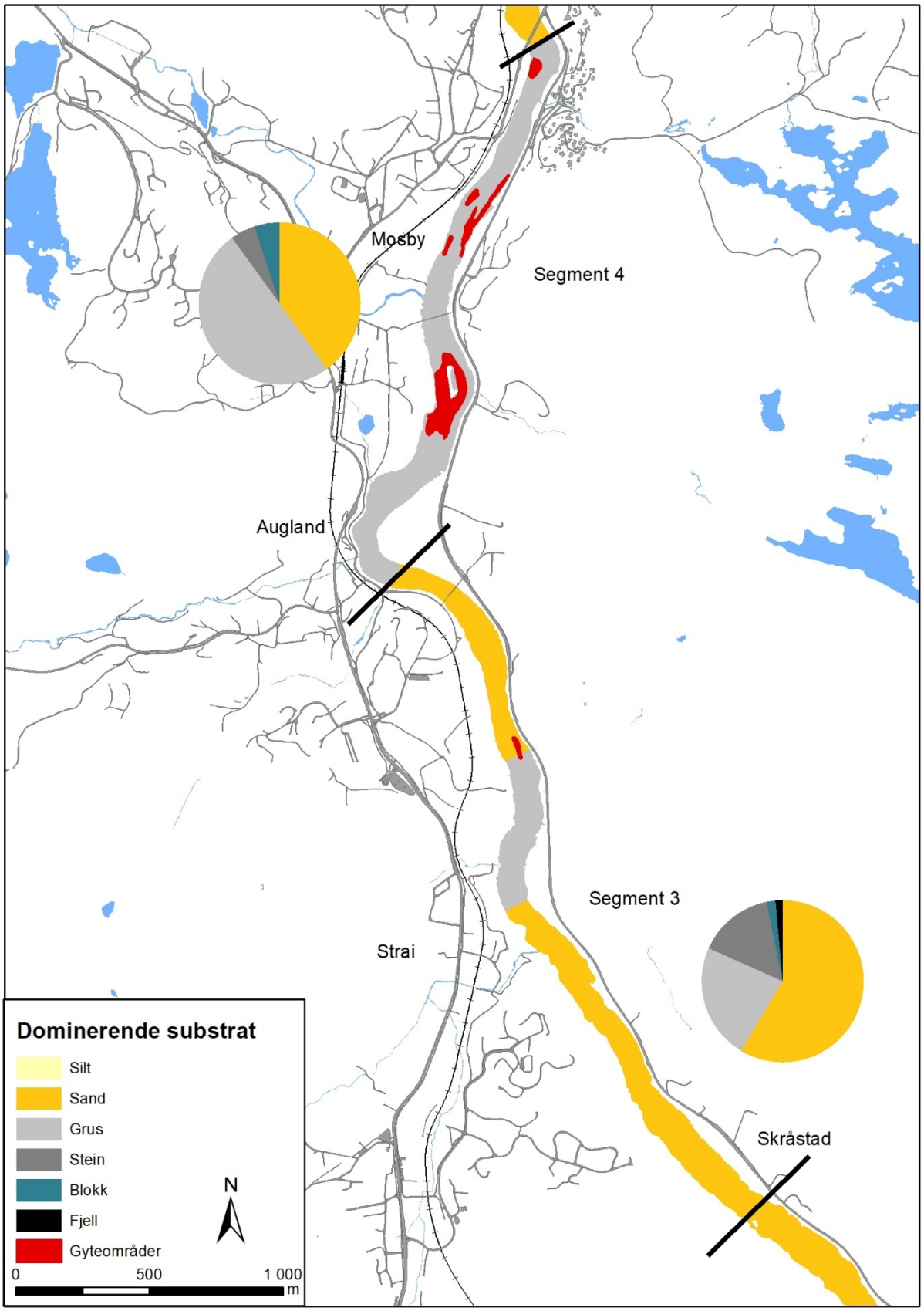
Sammensetningen av bunnsubstratet fra sjø og opp til Augland (segment 1-3, brakkvannsområdet) er vist i **Figur 7 - Figur 9.** Substratet på elvestrekningen er i stor grad dominert av grus (43 %) og sand (30 %). Det er en god del stein med en andel på 24 %, mens blokk utgjør kun 2,5 %. Fjell utgjør 0,5 %. 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**).



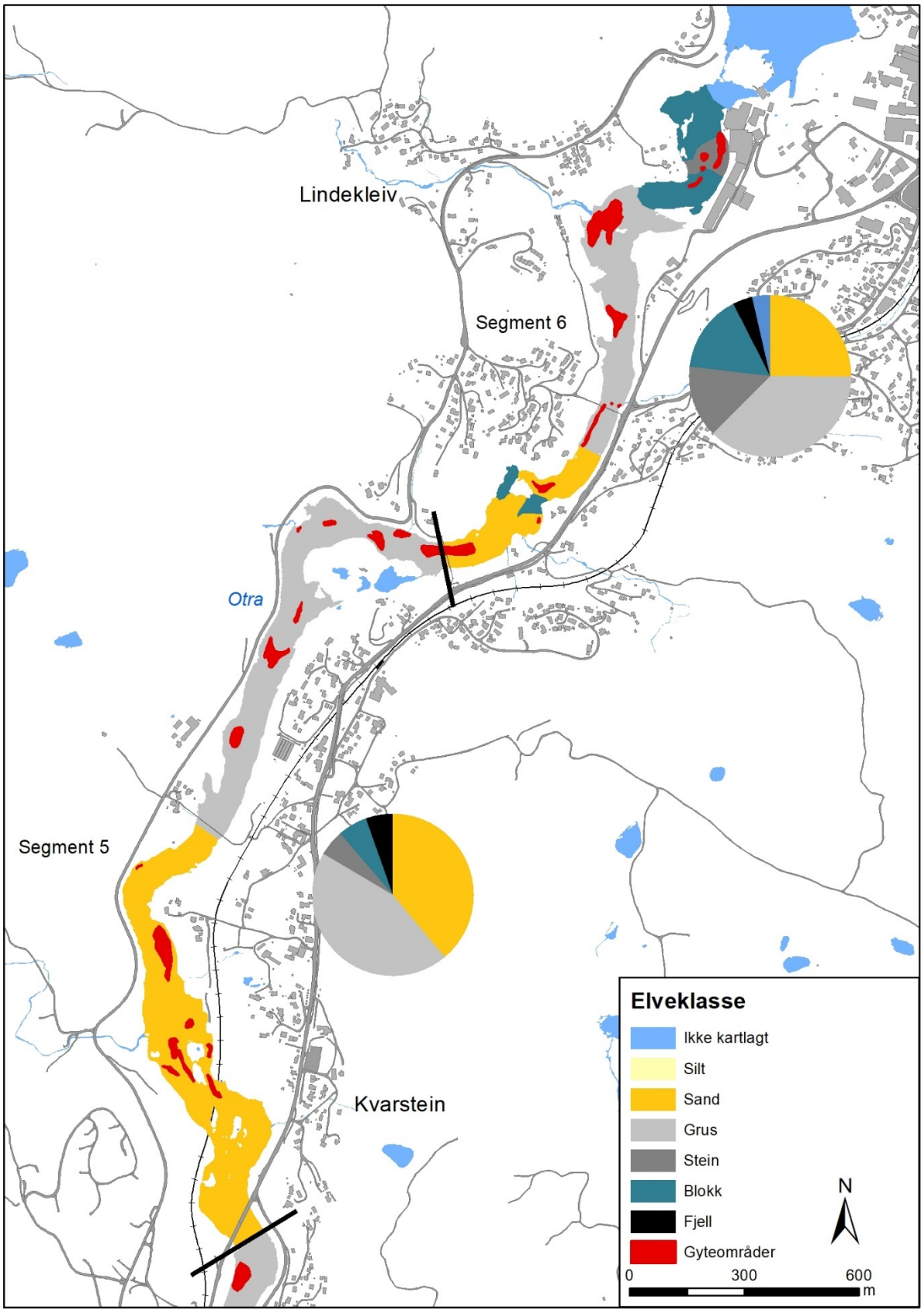
*I store deler av Otra er elvebunnen dominert av sand og grus (76 %) mens stein og blokk utgjør 23 %. 1 % av arealet er fjell. I tillegg ble det observert noe tømmer i elvebunnen.*




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



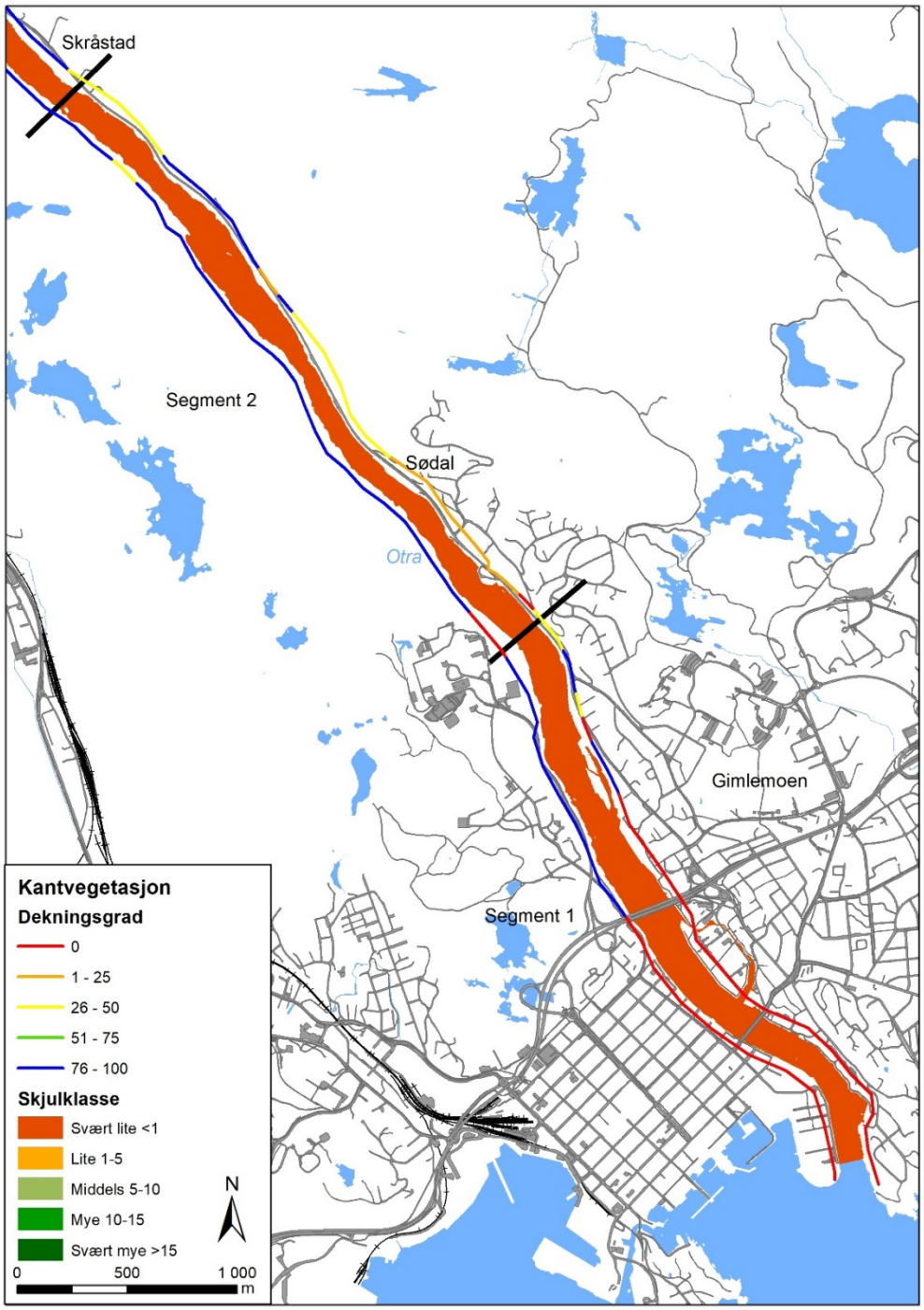

**Figur 8**. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 3 og 4 i Otra, kartlagt september 2020.



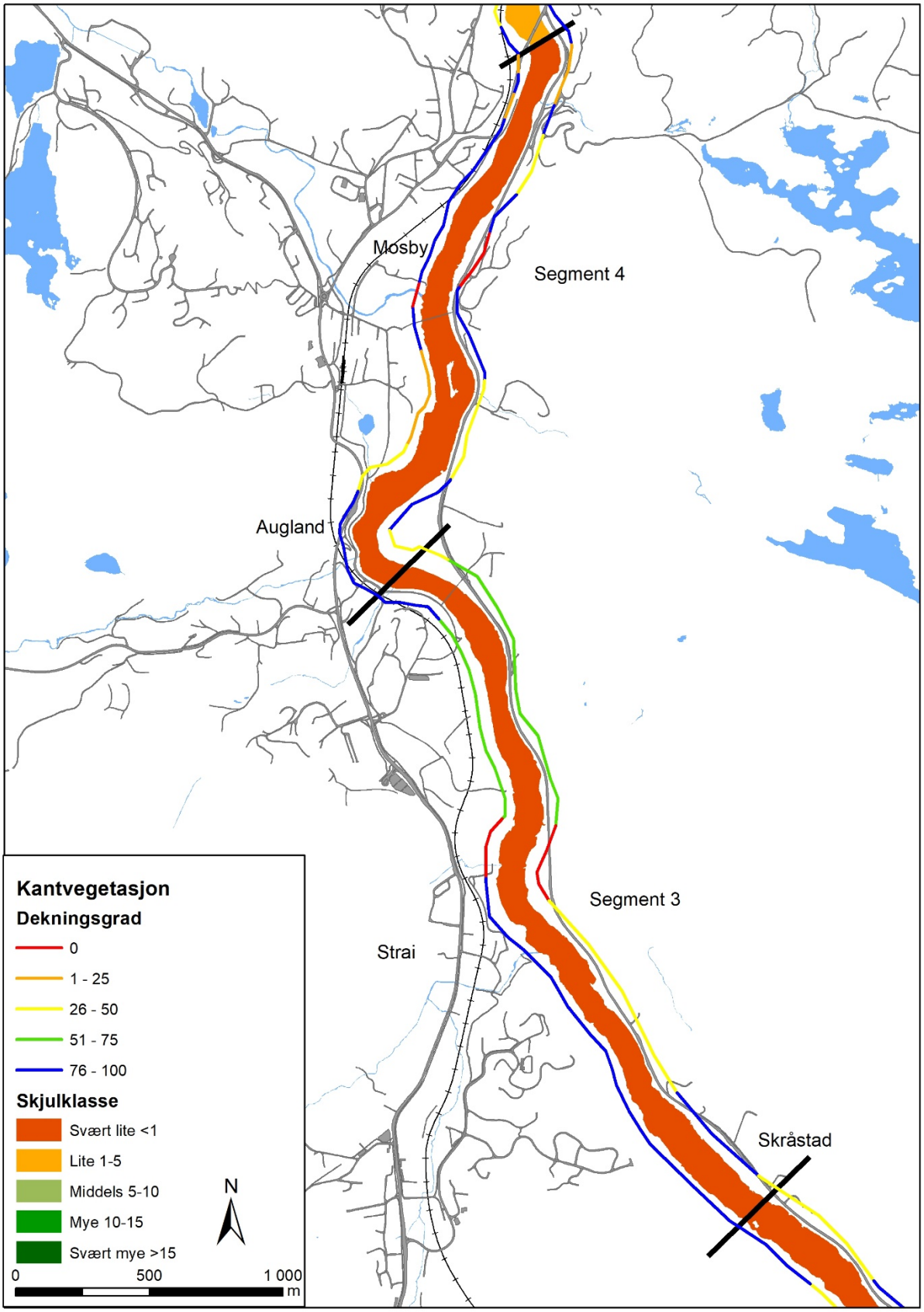

**Figur 9**. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 5 og 6 i Otra, kartlagt september 2020.

## 3.4 Skjul og kantvegetasjon

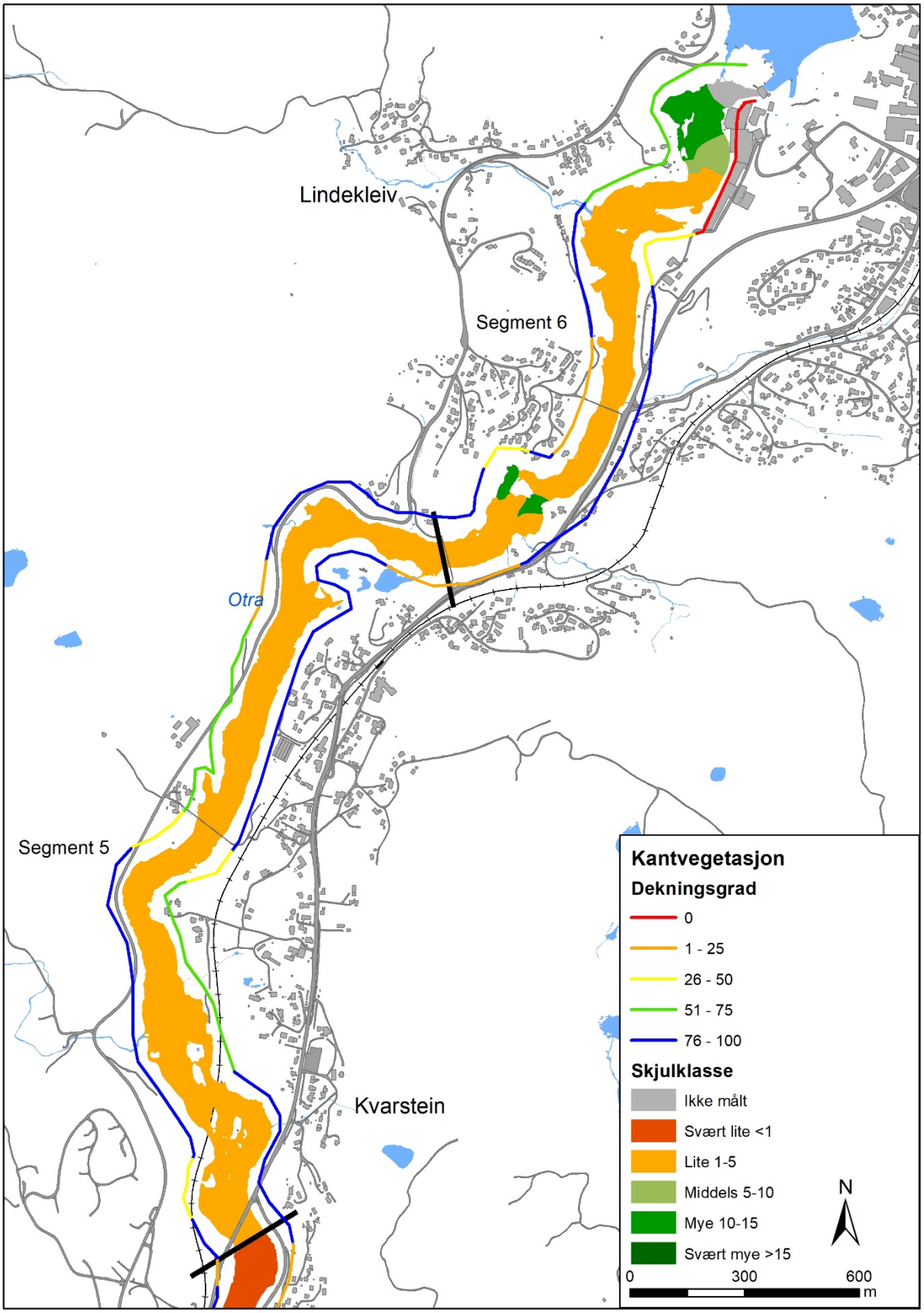
Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 10** - **Figur 12** , og viser at hele 98 % av elvearealet av anadrom strekning har lite til svært lite skjul for ungfisk, mens kun 2 % av elvearealet har middels til mye skjul. Det er kun i segment 6 at det finnes middels til mye skjul (**Figur 12**). 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.



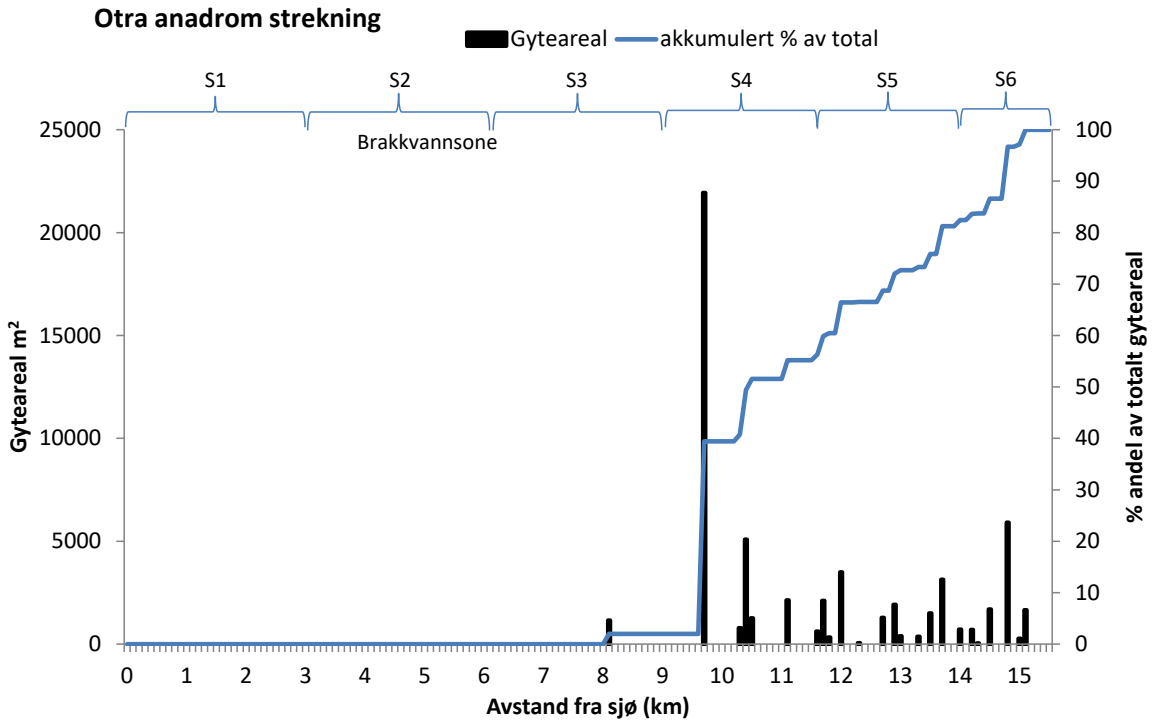

**Figur 11**. Skjulforhold og dekningsgrad av kantvegetasjon i segment 3 og 4 i Otra, kartlagt september 2020.




**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.

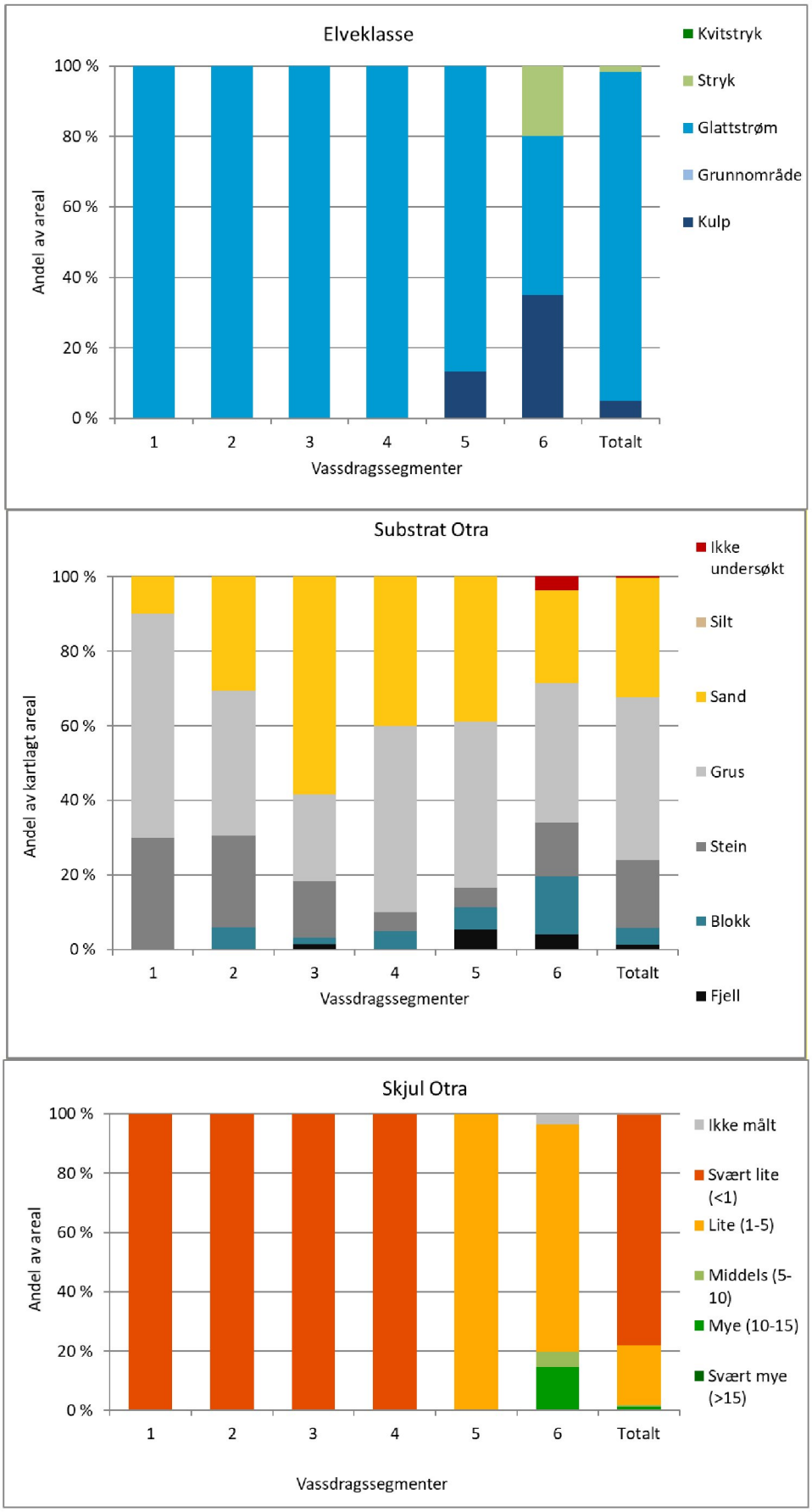
**Tabell 4**. Oppsummering av arealer og vurdering av gyteforhold i Otra. Kriteriene for vurderingen av Moderat, Lite eller Mye gytemuligheter er hentet fra Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013).

| 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.

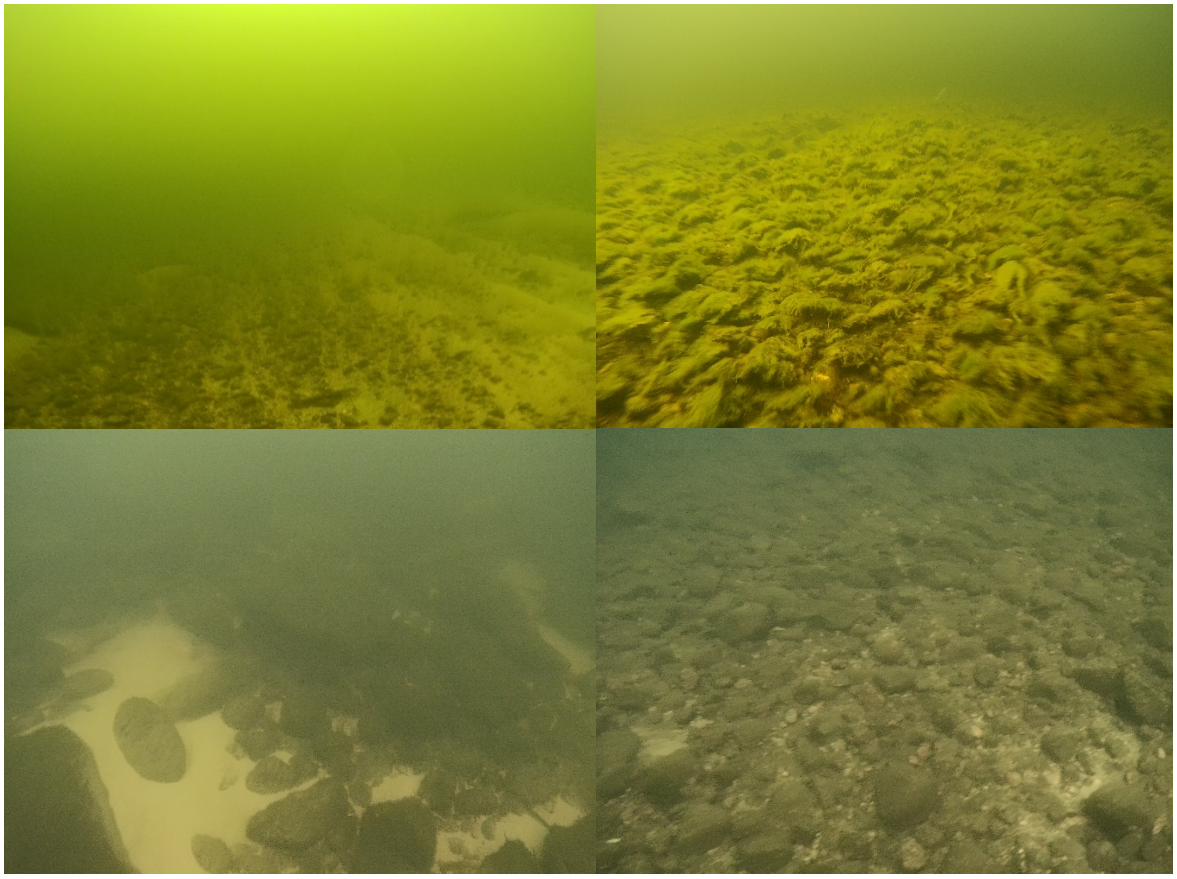
*Otra med vandringshinder ved kraftstasjonen og flatere parti nedstrøms fylkesveibrua ved Oksåsen med tydelige gytegroper i elvebunnen.*



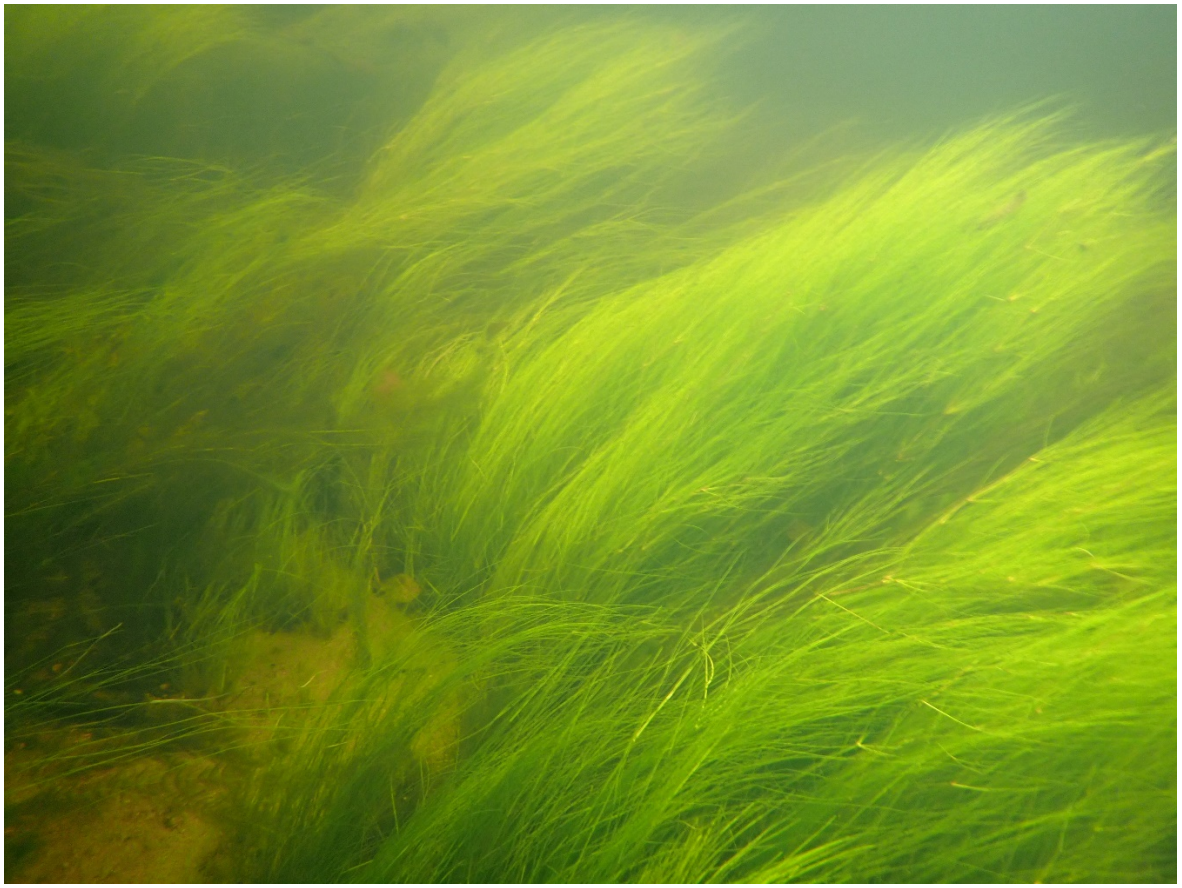

**Figur 14**. Fordeling av ulike elve-, substrat- og skjulklasser basert på andelen de utgjør av elvearealet i de ulike segmentene i Otra.

## 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**).

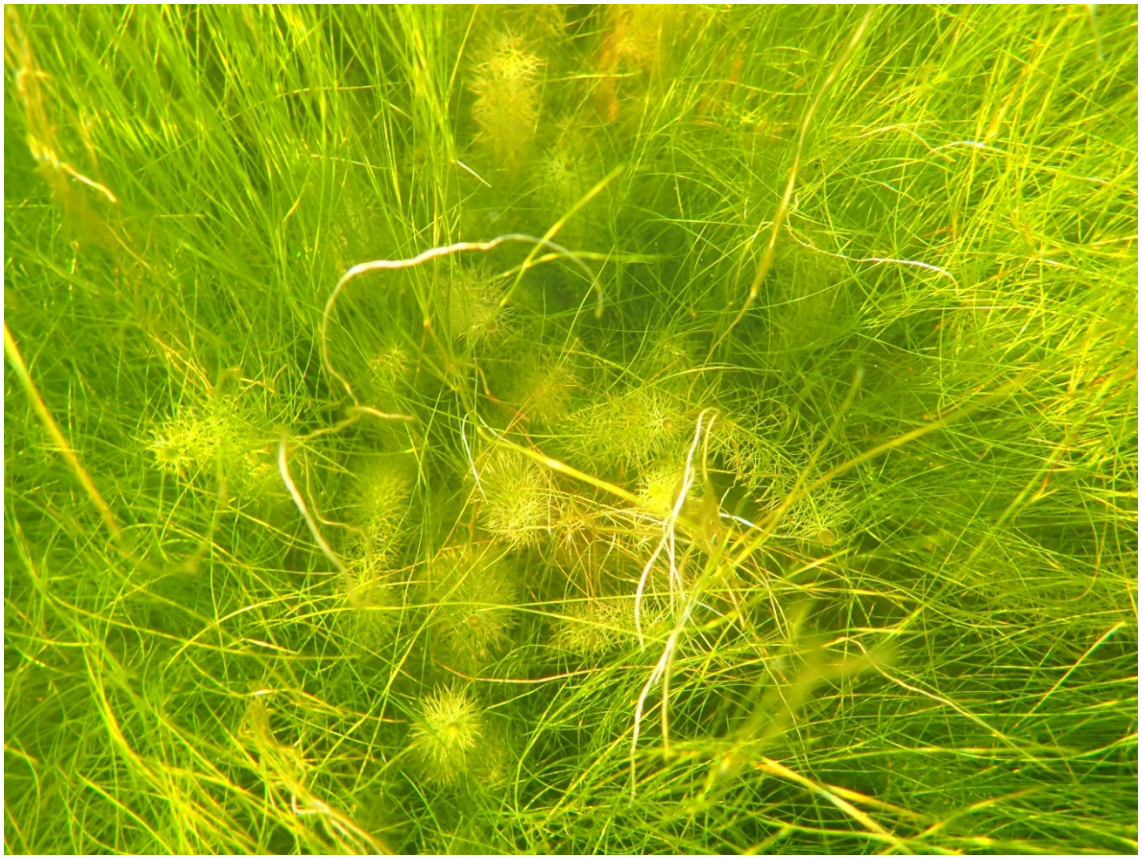


**Figur 15**. Bilder tatt med undervannsdrone.

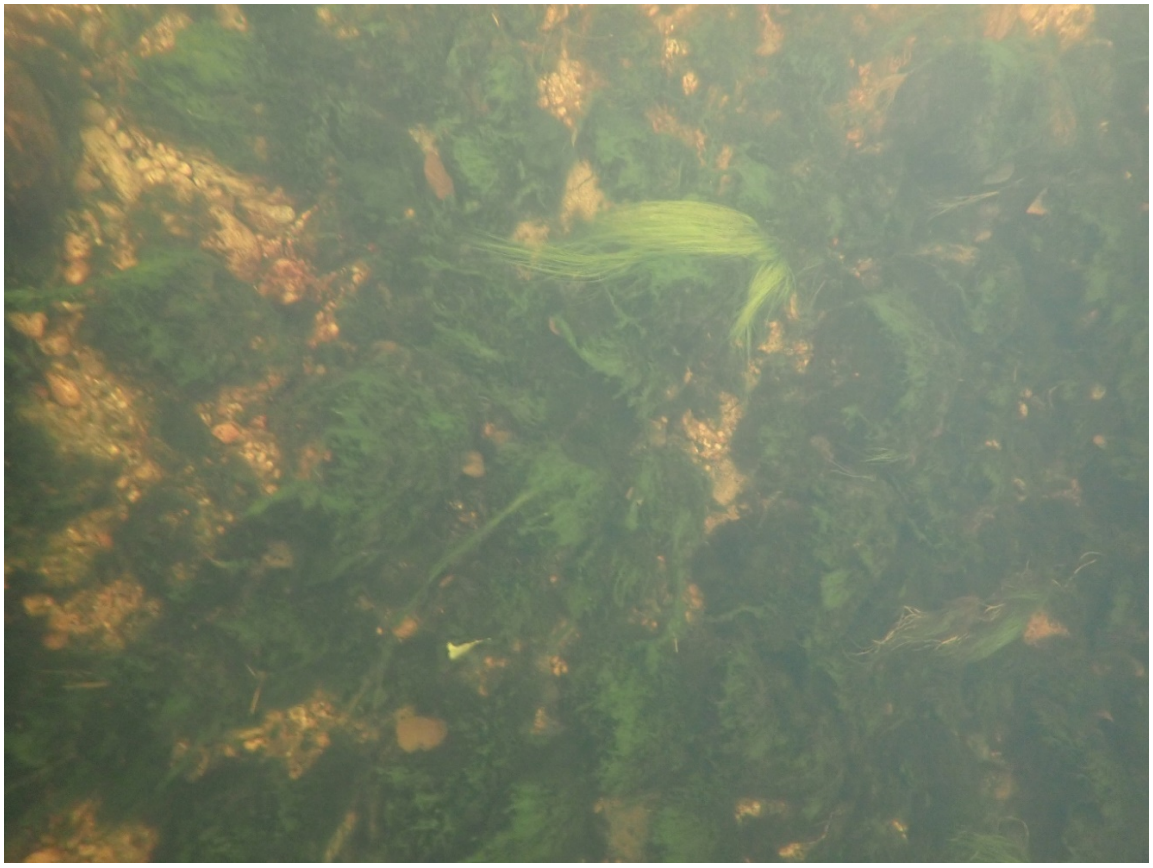


*Krypsiv (Juncus Bulbosus).*

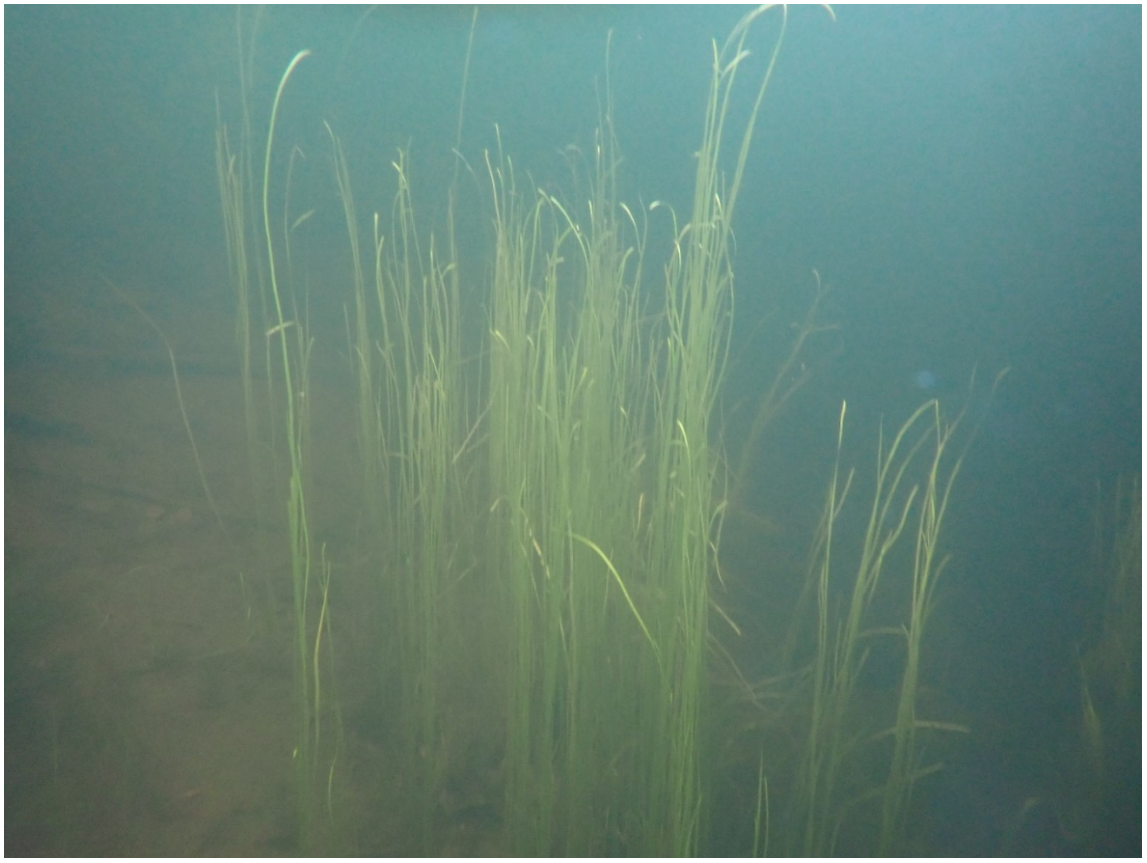
*Krypsivvekst som har nådd overflaten danner «tepper» i vannoverflaten.*



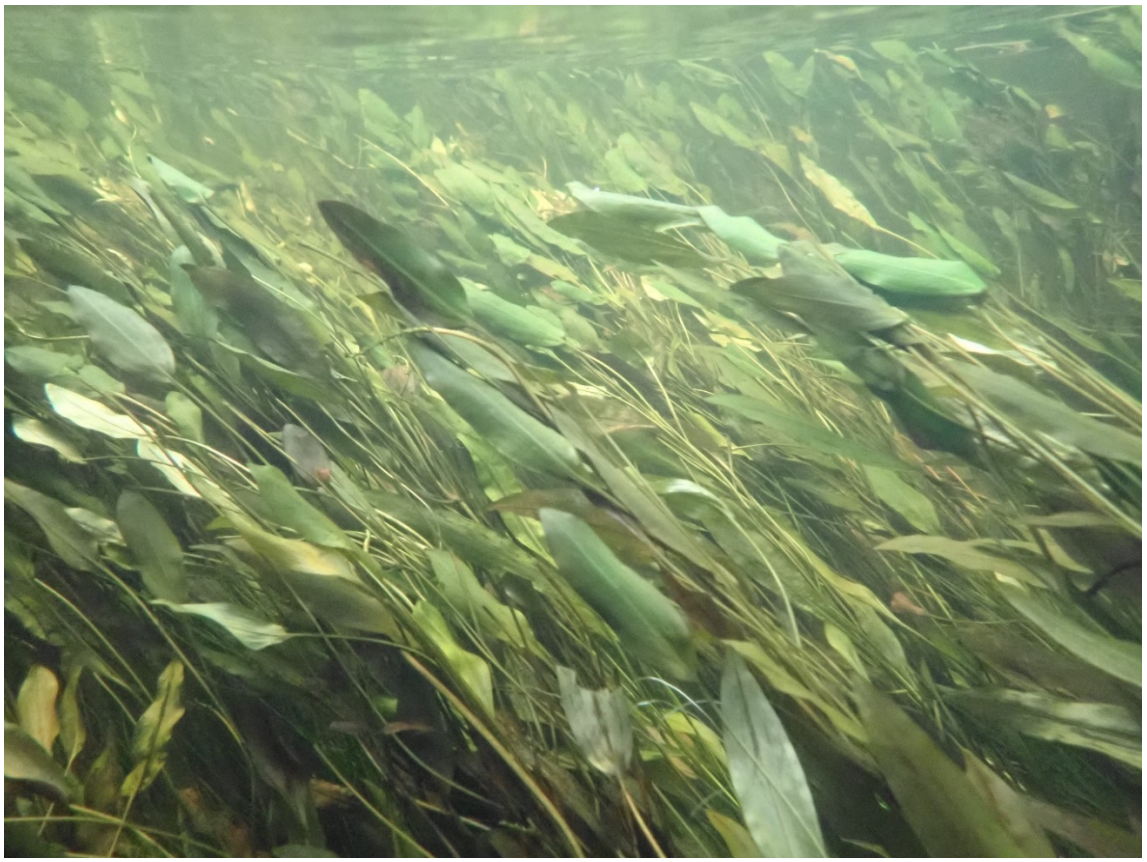
*Et vanlig syn. Tusenblad (Myriophyllum sp) vokser ofte sammen med krypsiv i Otra.*



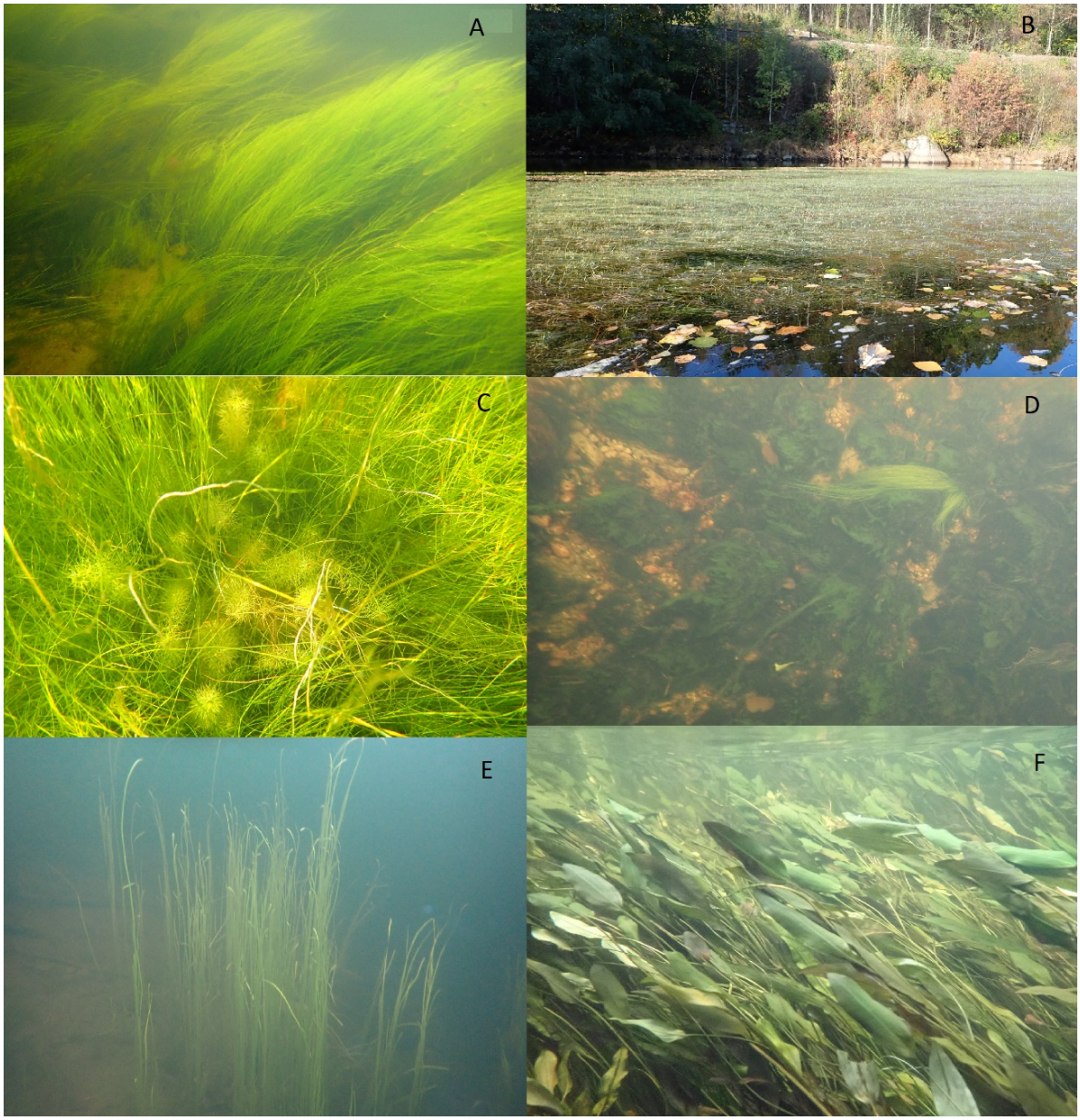
*Algebegroing. Den lysegrønne veksten er krypsiv.*



*Flotgras (Sparganium angustifolium).*



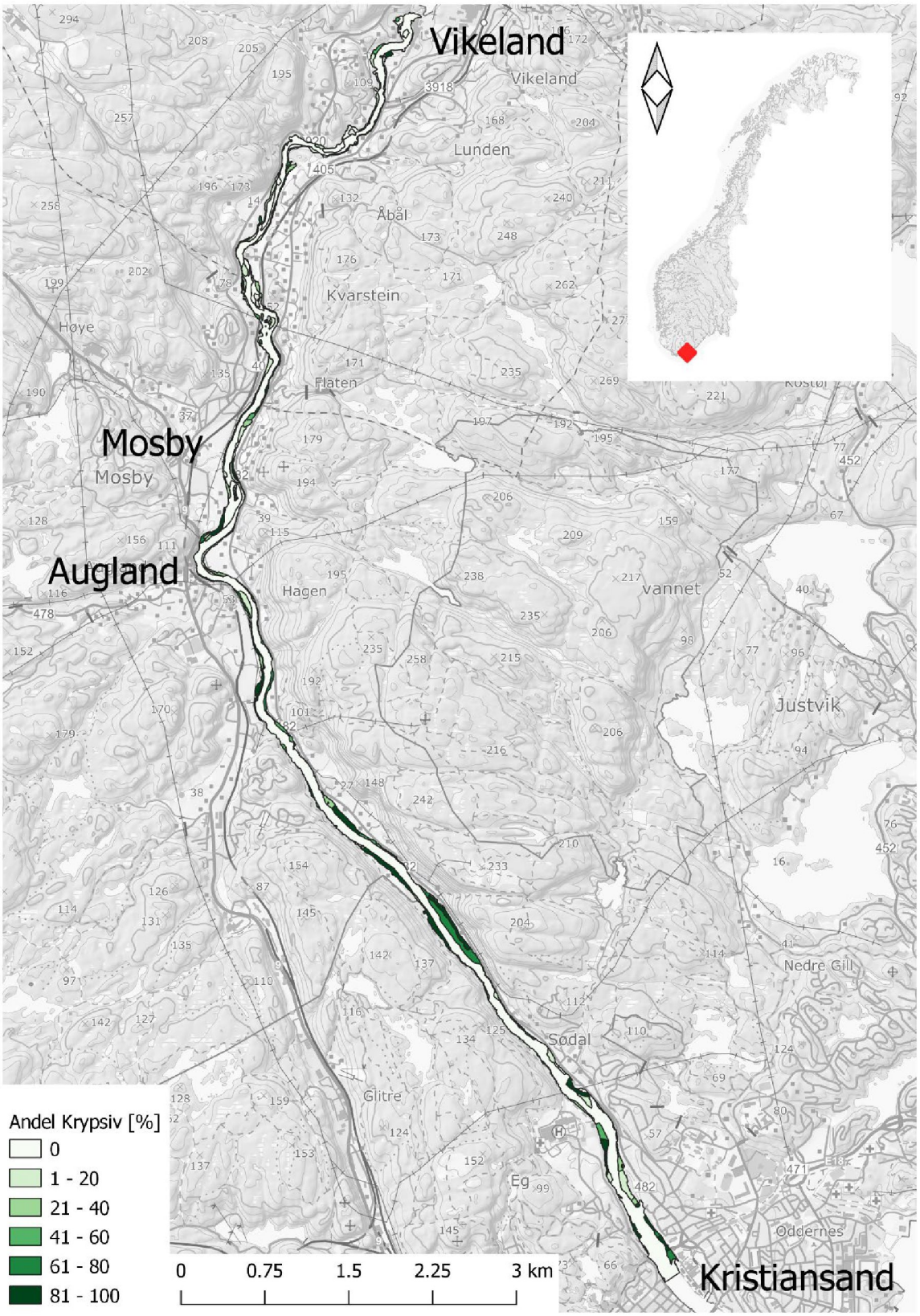
*Tjønnaks (Potamogeton sp.)*



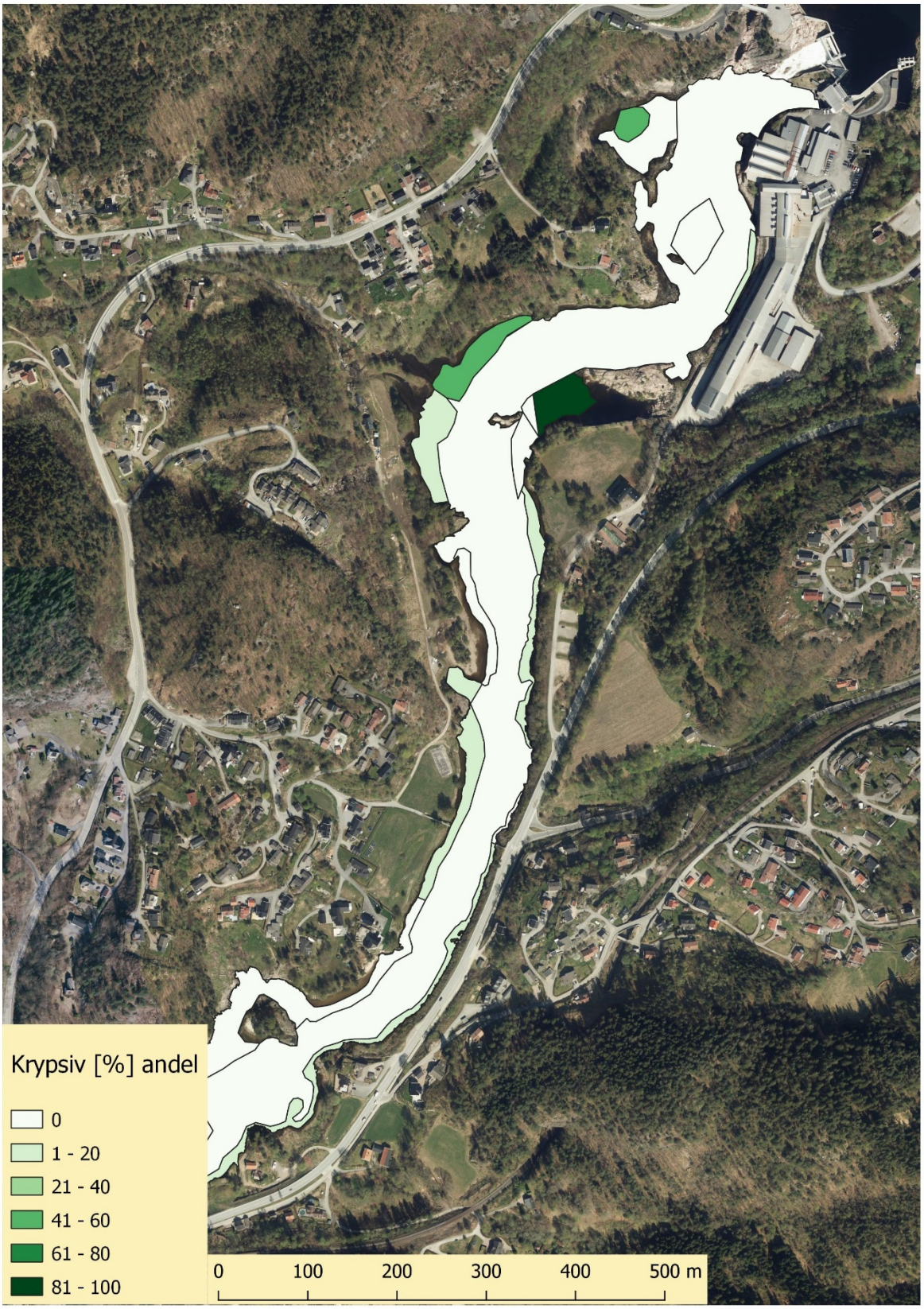

**Figur 16**. Et utvalg vanlig forekommende arter/grupper av vegetasjon i anadrom del av Otra: A Krypsiv (*Juncus Bulbosus*). B Krypsivvekst som har nådd overflaten danner «tepper» i vannoverflaten. C Tusenblad (*Myriophyllum*) sammen med krypsiv. D Algebegroing. E Flotgras (*Sparganium angustifolium*).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

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

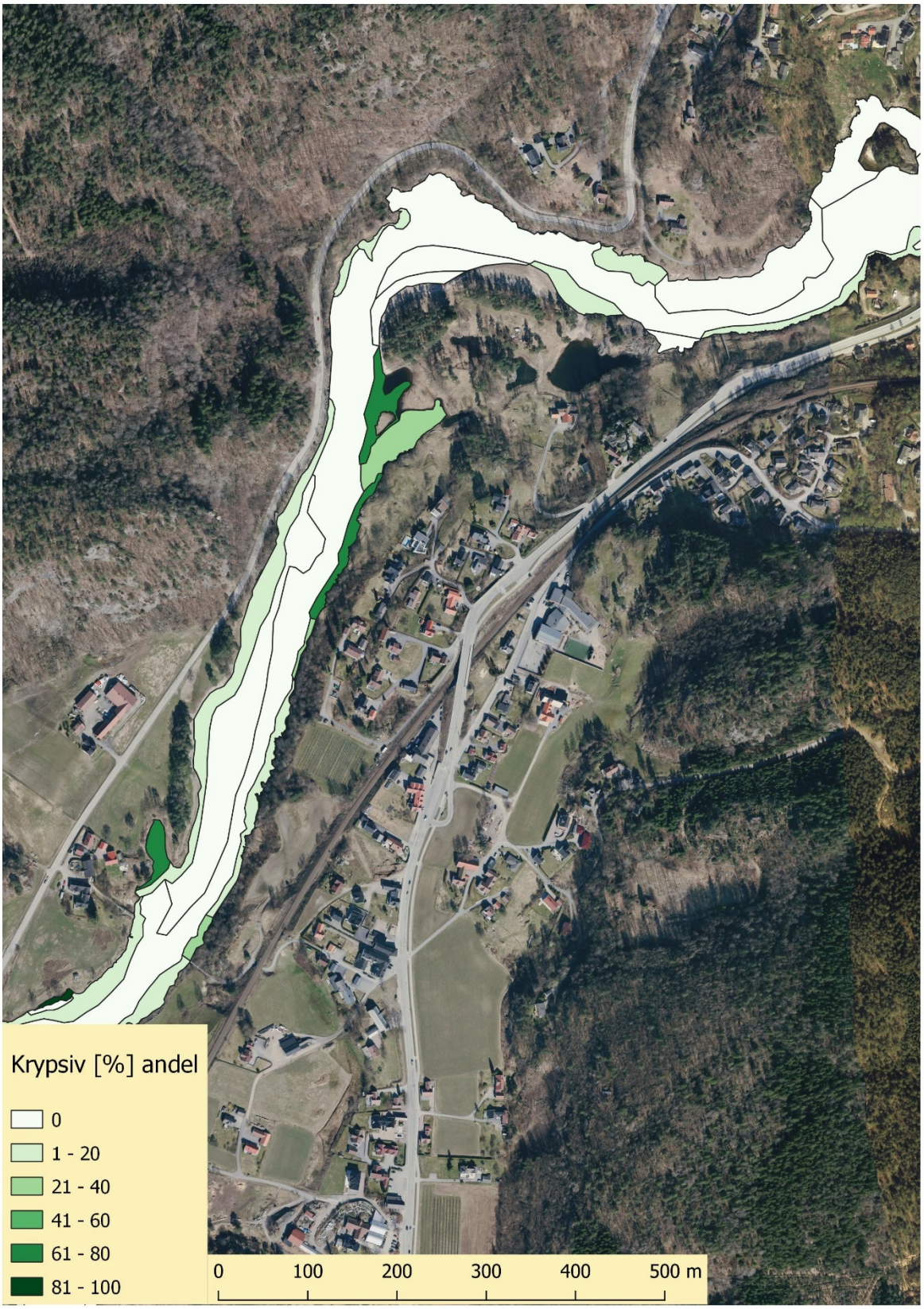
| **Art/Gruppe** | **Dekning ($m^2$)** | **Prosentvis dekning** |
|---|---|---|
| Krypsiv (*Juncus bulbosus*) | 222115 | 14,9 |
| Alge | 59718 | 4,0 |
| Tusenblad (*Myriophyllum* mest sannsynlig *S. angustifolium*) | 23116 | 1,6 |
| Mose | 16106 | 1,1 |
| Flotgras (*Sparganium* mest sannsynlig *S. angustifolium*) | 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.

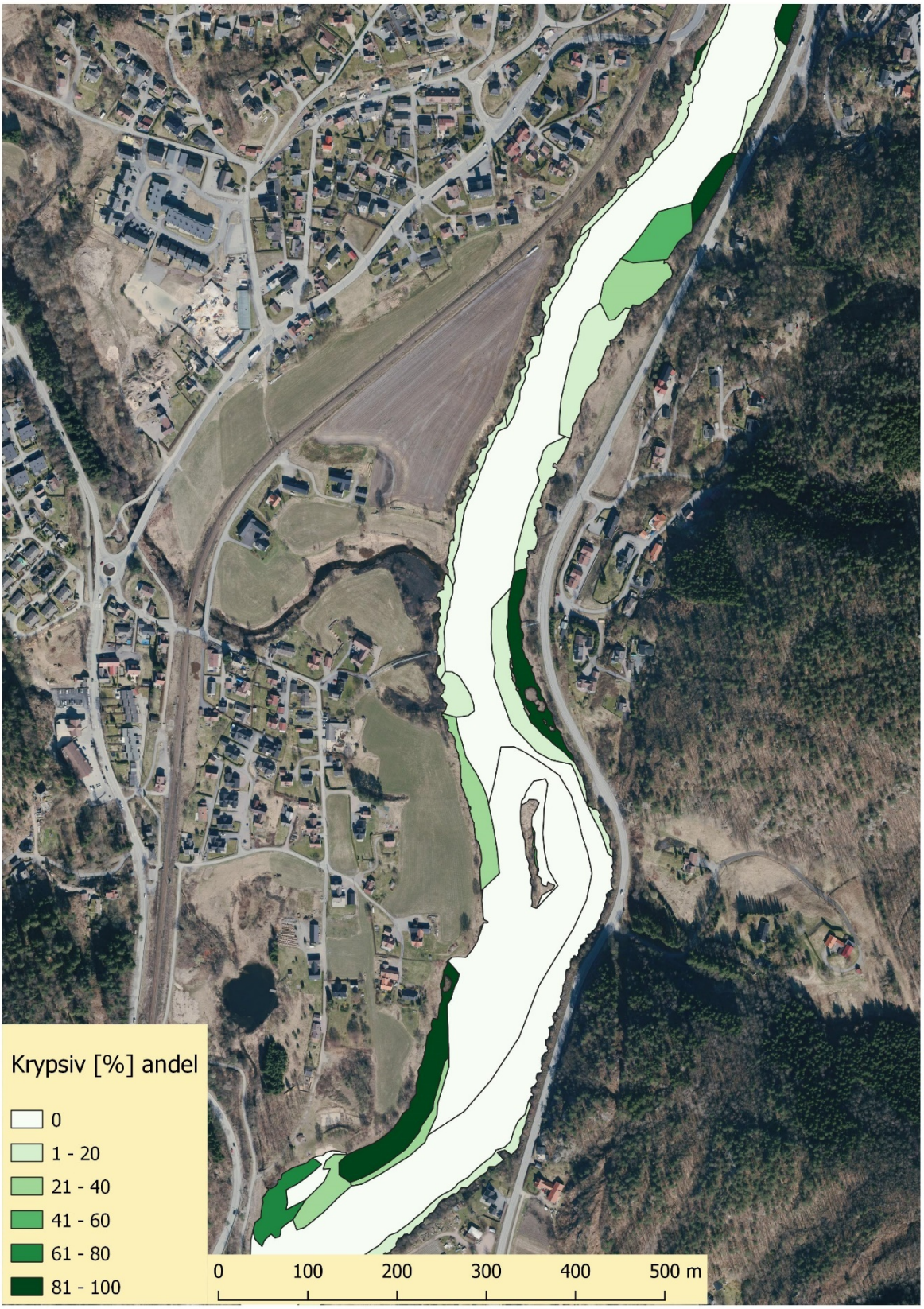



**Figur 18**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 1**: fra Vikeland til Ålestrømmen.

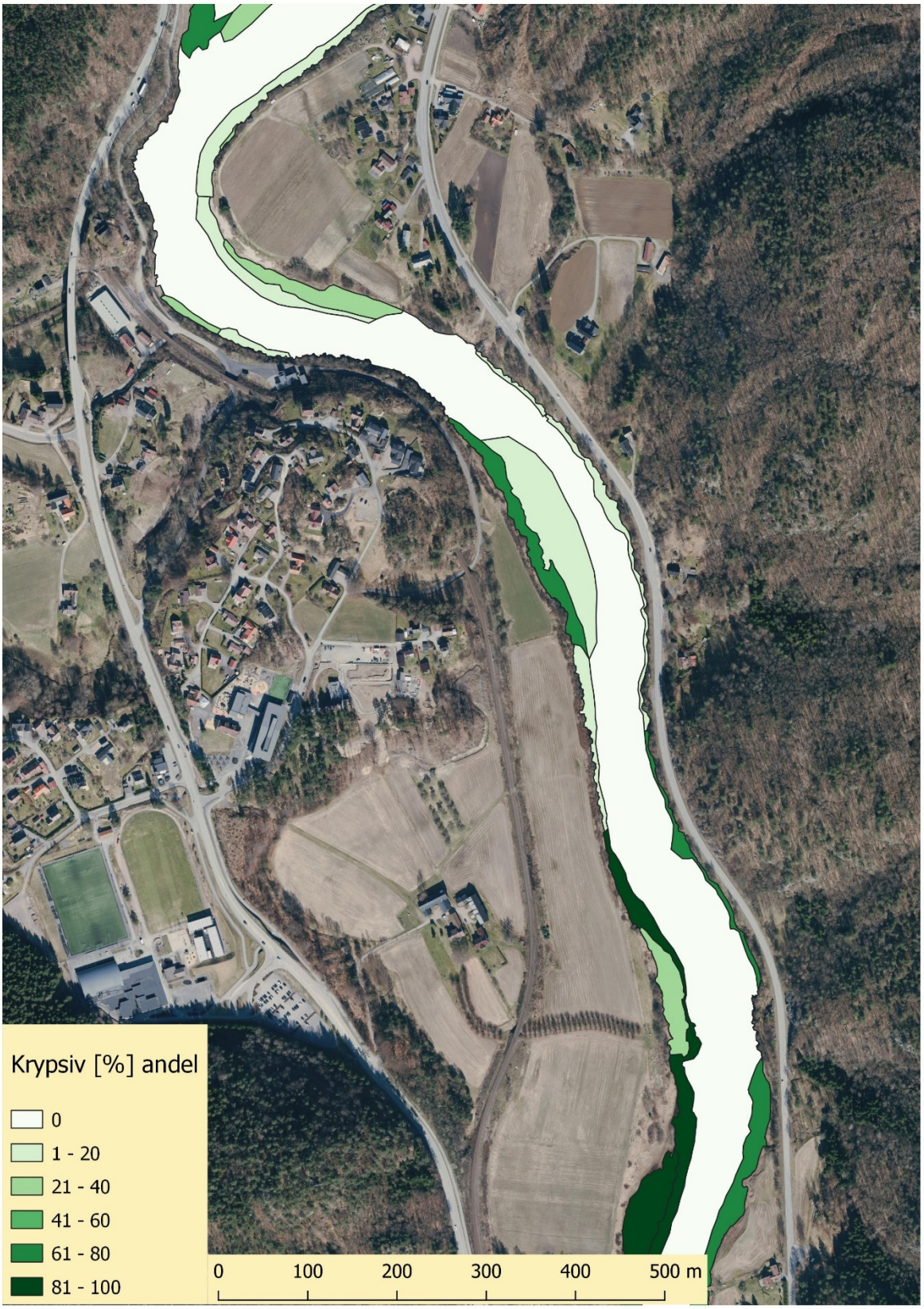



**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 2**: fra Ålestrømmen til Ravnås.

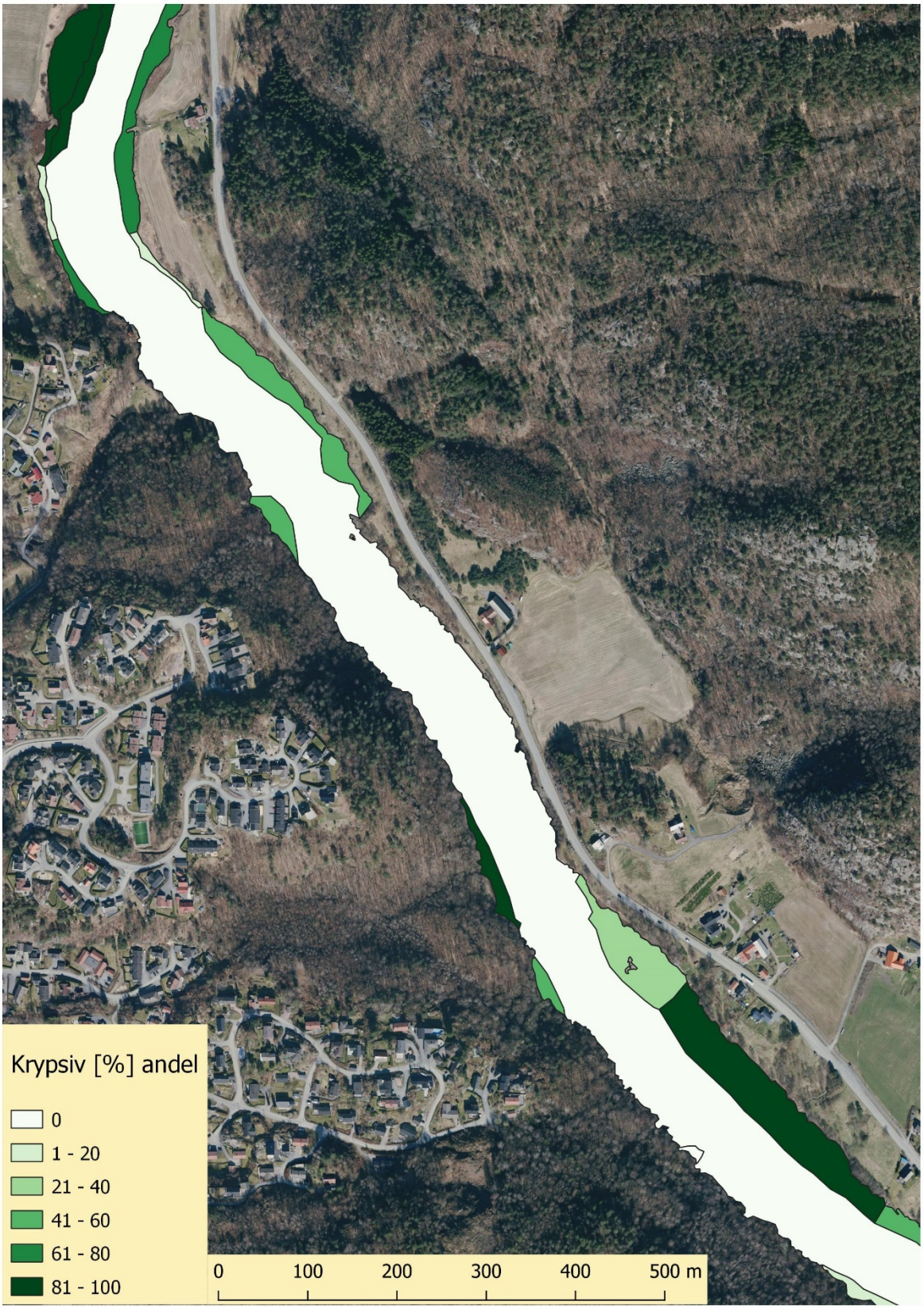
**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 3**: fra Ravnås til Flaten.



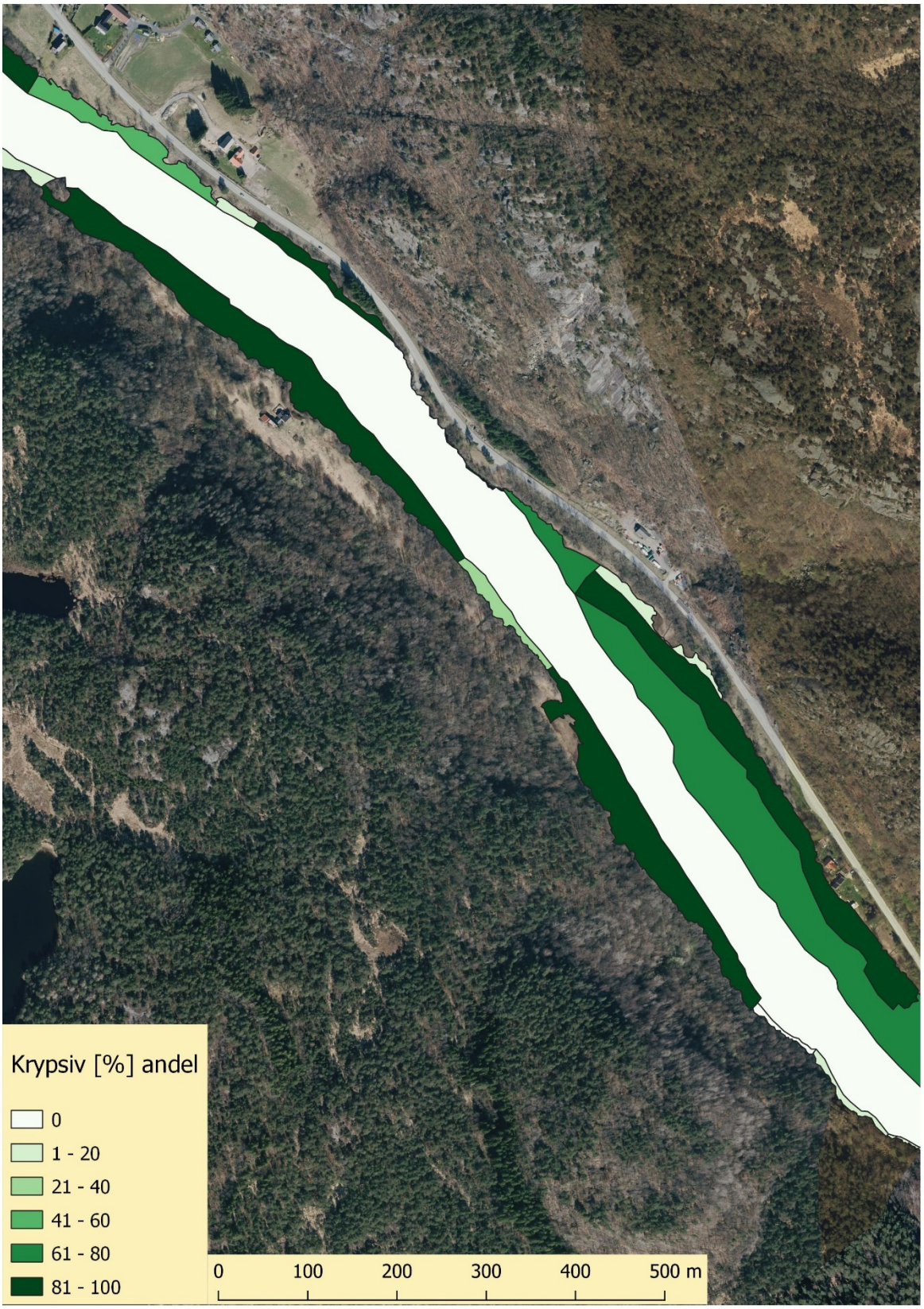

**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 4**: fra Flaten til Torve.



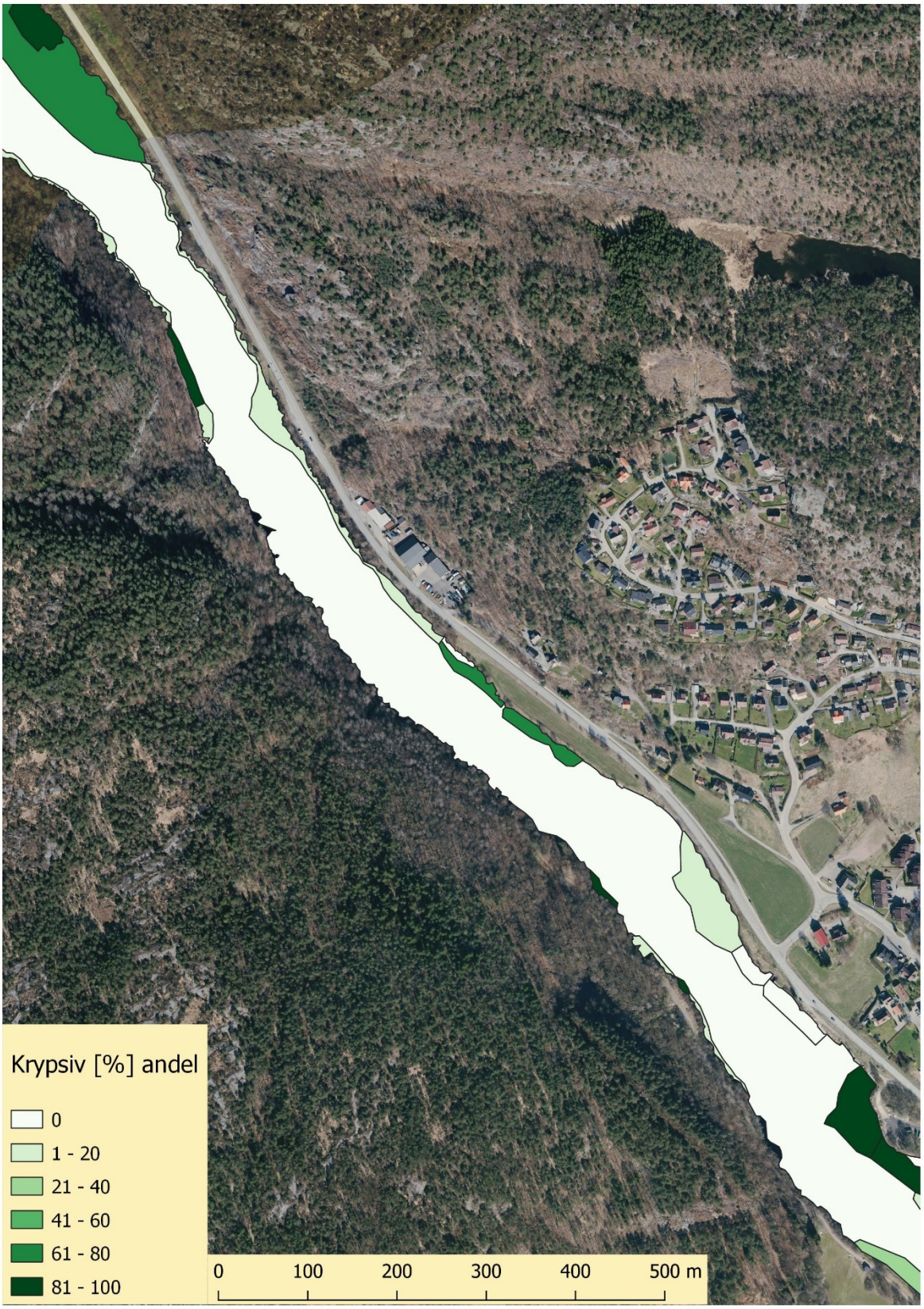

**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 5**: fra Torve til Lian.



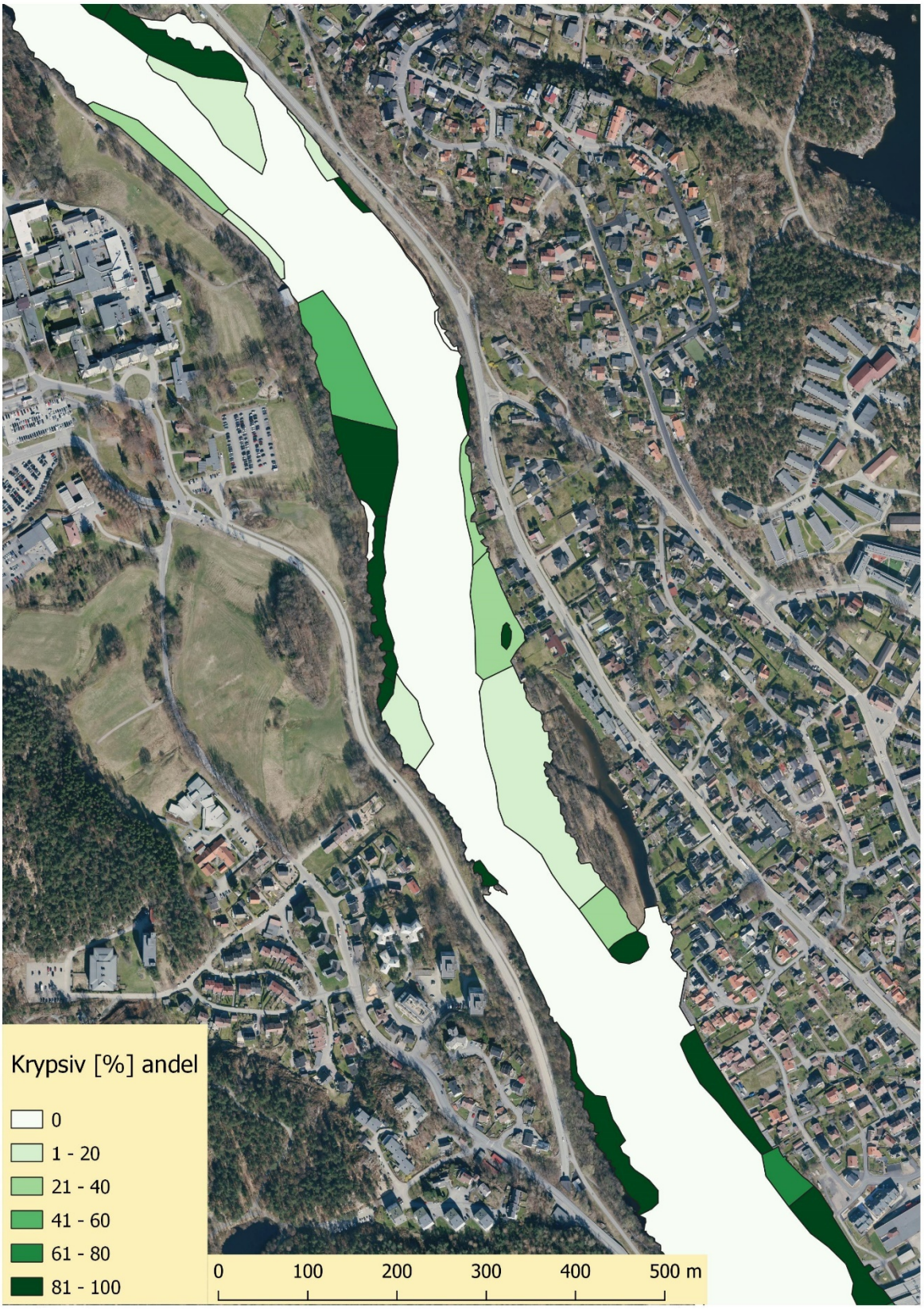

**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 6**: fra Lian til Bjønnholmen.



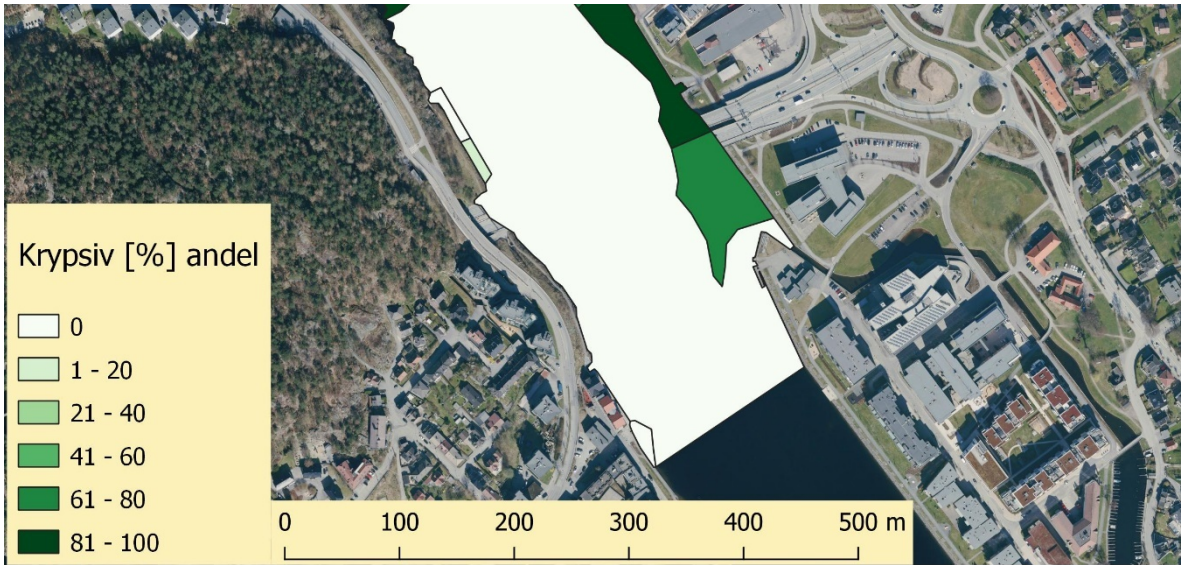

**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 7**: fra Bjønnholmen til Nedre Blokkedal.



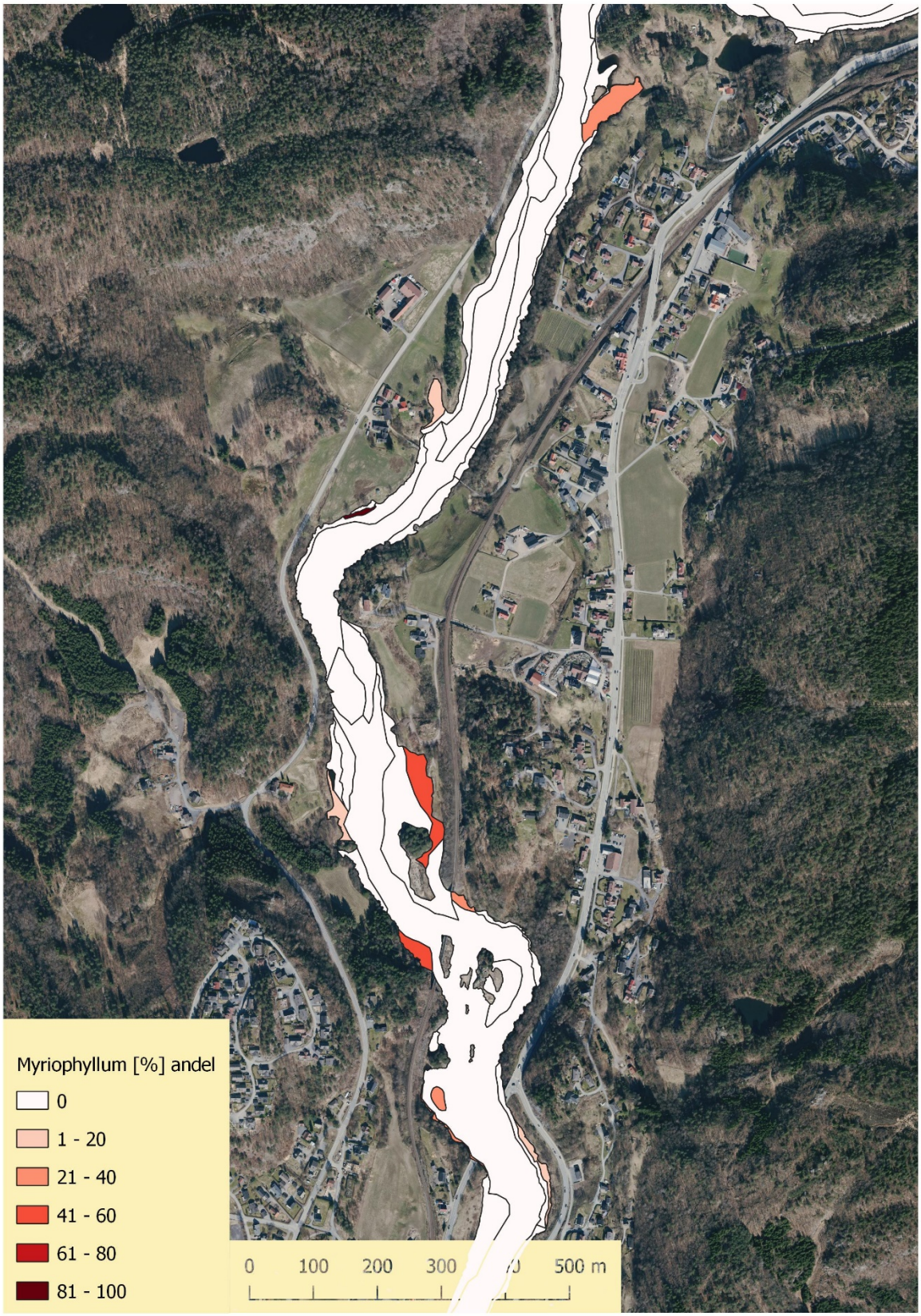

**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 8**: fra Nedre Blokkedal til Sødal.



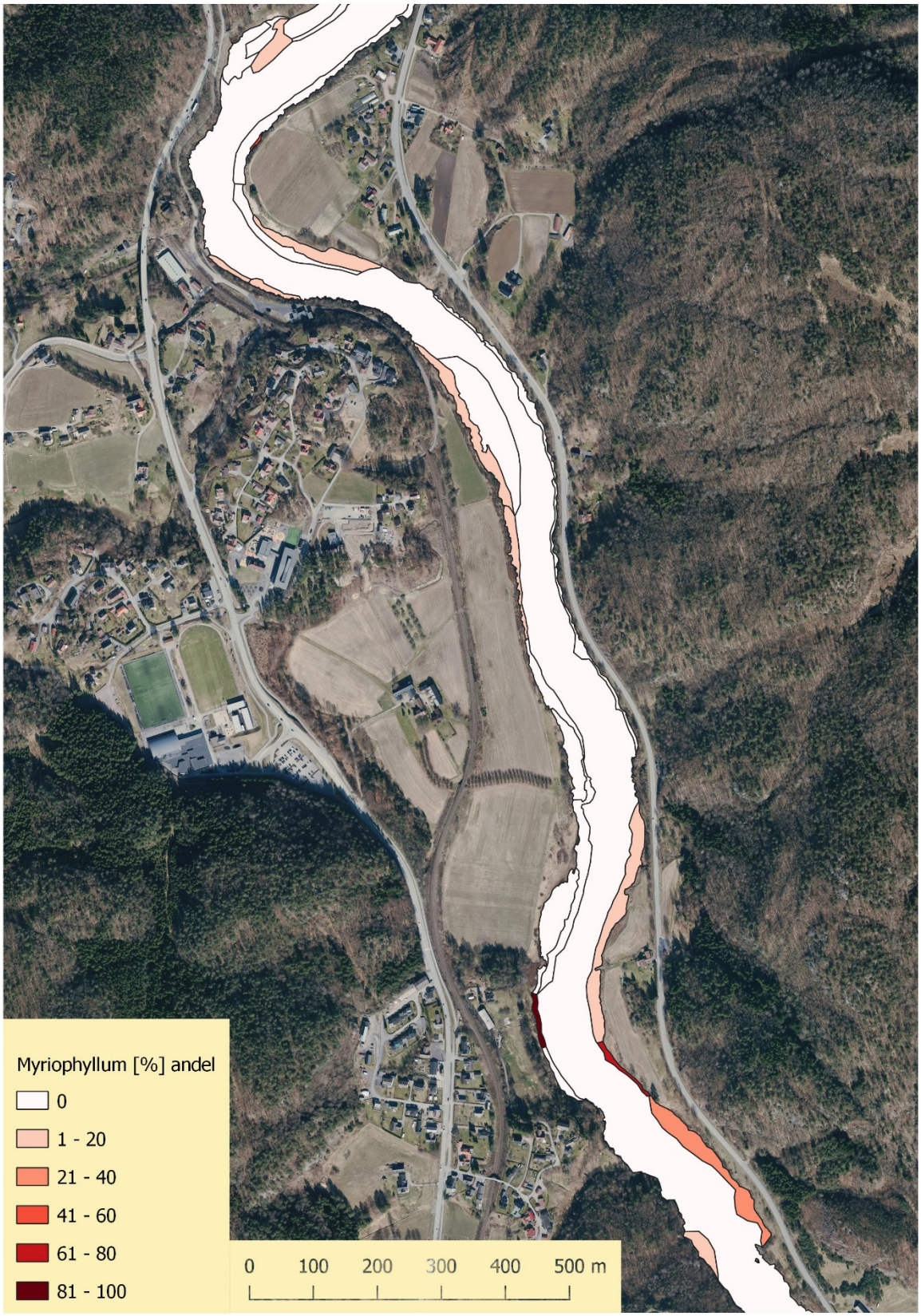

**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 9**: fra Sødal og ned mot Kristiansand.



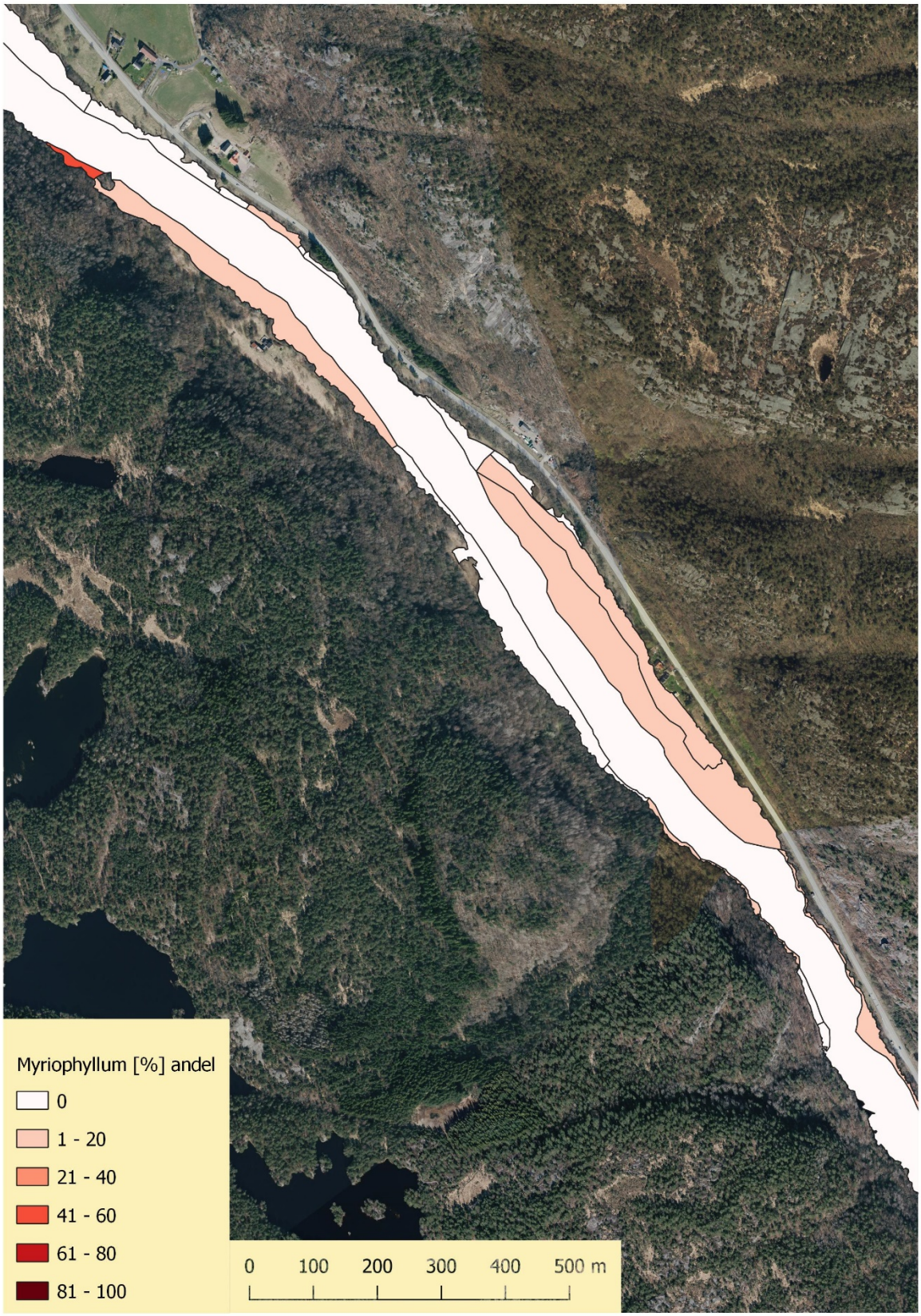

**Figur 18 (Forts.)**. Dekningsgrad av krypsiv, **kartblad 10**: siste strekning kartlagt mot utløpet.




**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.

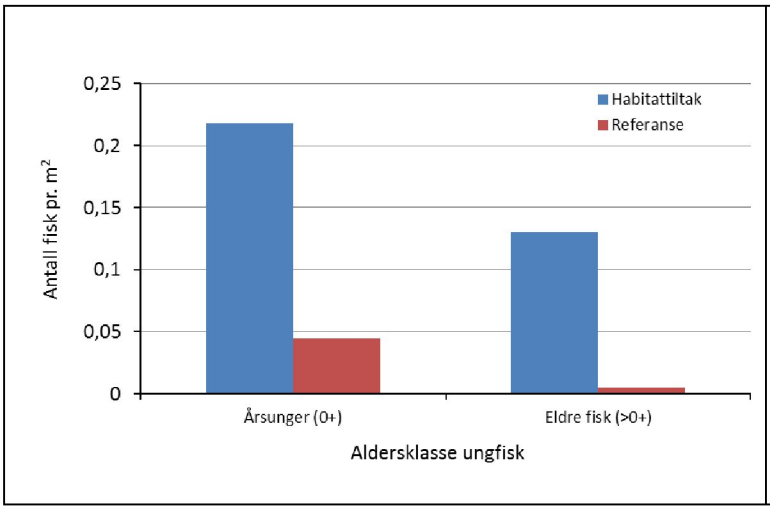
**Tabell 7**. Klassifisering og kort beskrivelse av gyteforhold og habitat/skjul for parr, antatt potensial for smoltproduksjon og sannsynlig flaskehals for produksjon på de ulike segmentene på strekningen fra utløp sjø til kraftstasjonen ved Vikeland.

| 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.

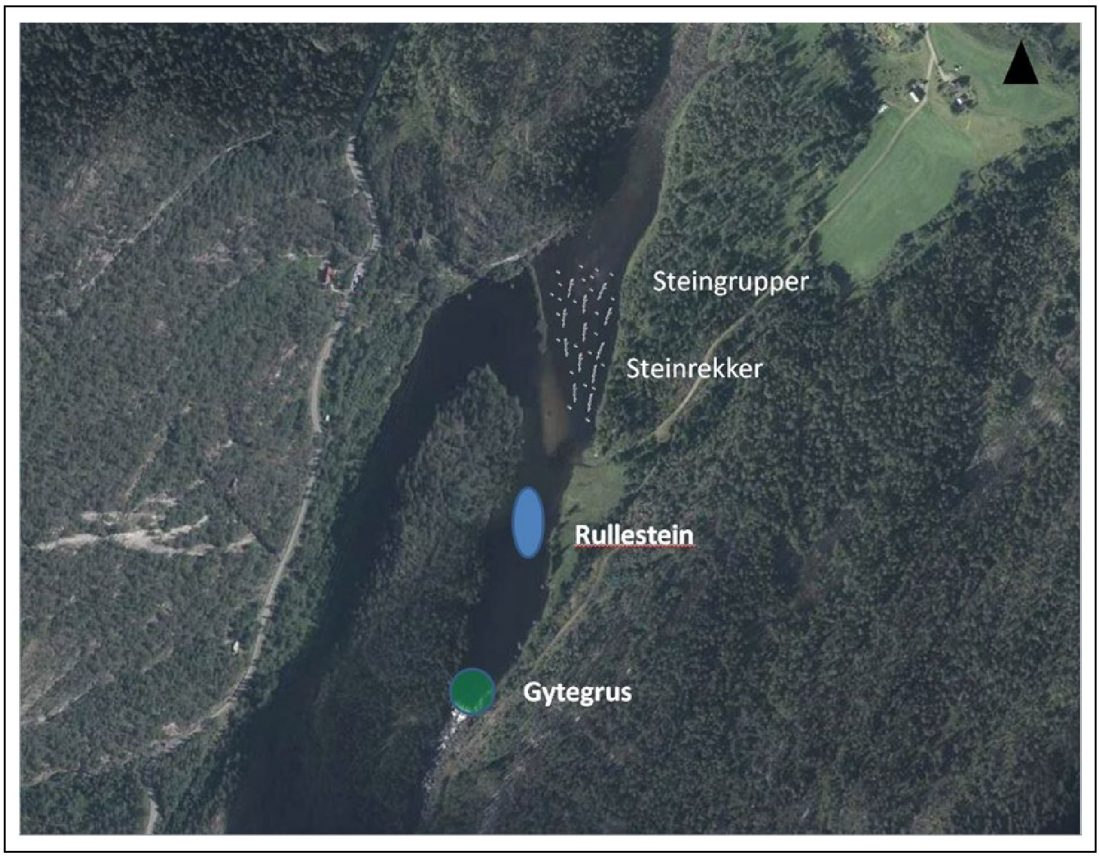
# 5. Forslag til aktuelle tiltak og oppfølgende undersøkelser

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**).

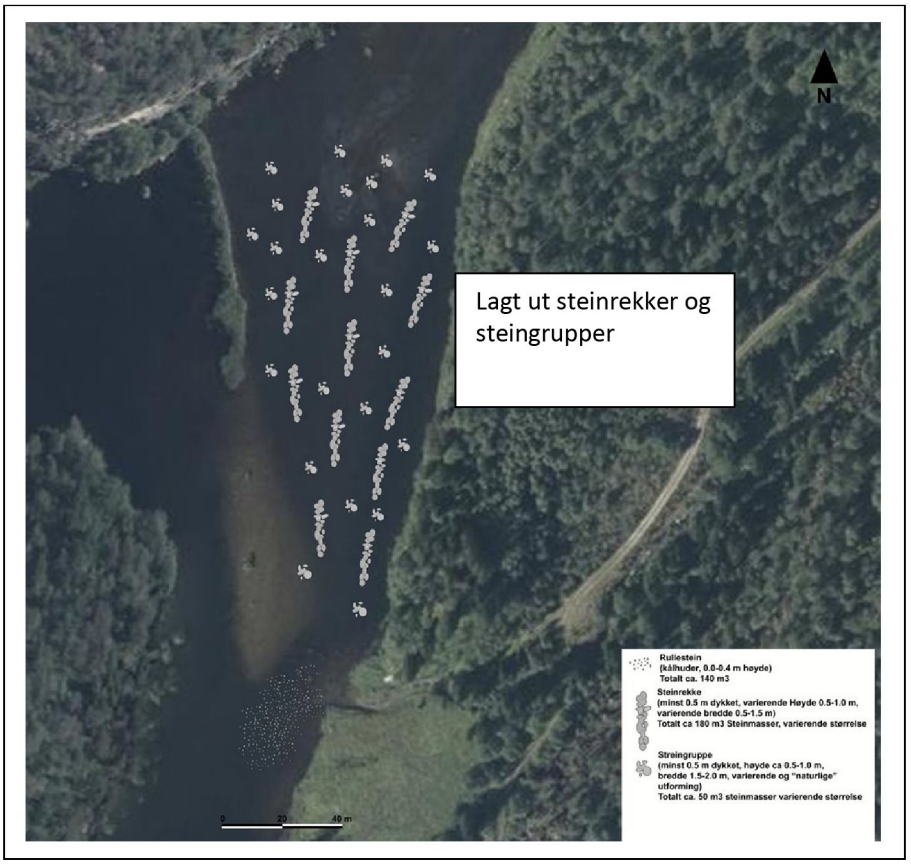


**Figur 20**. Gjennomsnittlige tettheter av årsunger (0+) og eldre fisk (>0+) pr. m$^2$ for samtlige områder med habitattiltak og referanseområder i Teigdalselva i årene 2015, 2016 og 2017. Bildet viser blokker festet i elvebunnen samt ledebune/strømsetter øverst i bildet med gyteområde i glattstrømmen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

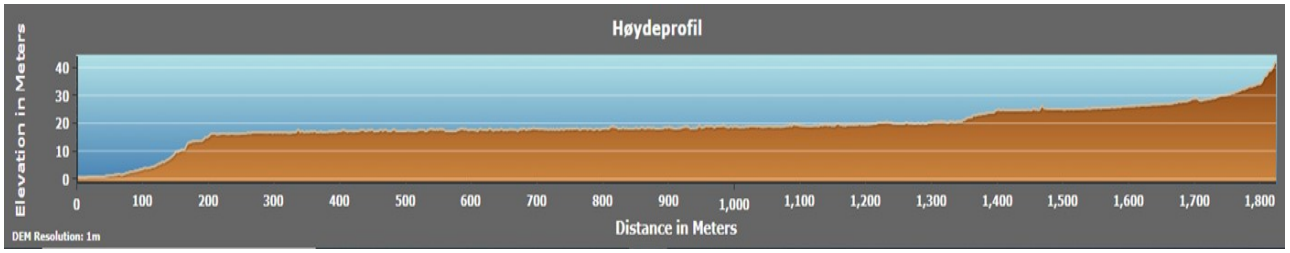
# 6. Kartlagte bekker

Det ble kartlagt 6 bekker i denne undersøkelsen. Det blir gitt en beskrivelse av den enkelte bekk med forslag til tiltak. Otra Laxefiskelag har gjort undersøkelser av tettheter av fisk i bekkene over flere år og essensen av disse undersøkelsene blir gitt for de respektive bekkene.

## 6.1 Straisbekken/Fiskevannsbekken

### Eksisterende informasjon om vassdraget

Straisbekken/Fiskevannsbekken har sitt utløp på vestsiden av Otra ved Strai, ca. 7,4 km oppstrøms utløpet av Otra til sjøen. Den anadrome strekningen av vassdraget er ca. 1 820 meter lang fra samløpet med Otra og opp til vandringshinder som er et bratt fossestryk. Fiskevannsbekken har en relativt moderat fallgradient på ca. 2,3 %, men er kun bratt i nedre og i øvre del opp mot vandringshinderet (**Figur 23**).




**Figur 23.** Høydeprofil over Straisbekken/Fiskevannsbekken (Fra: hoydedata.no).

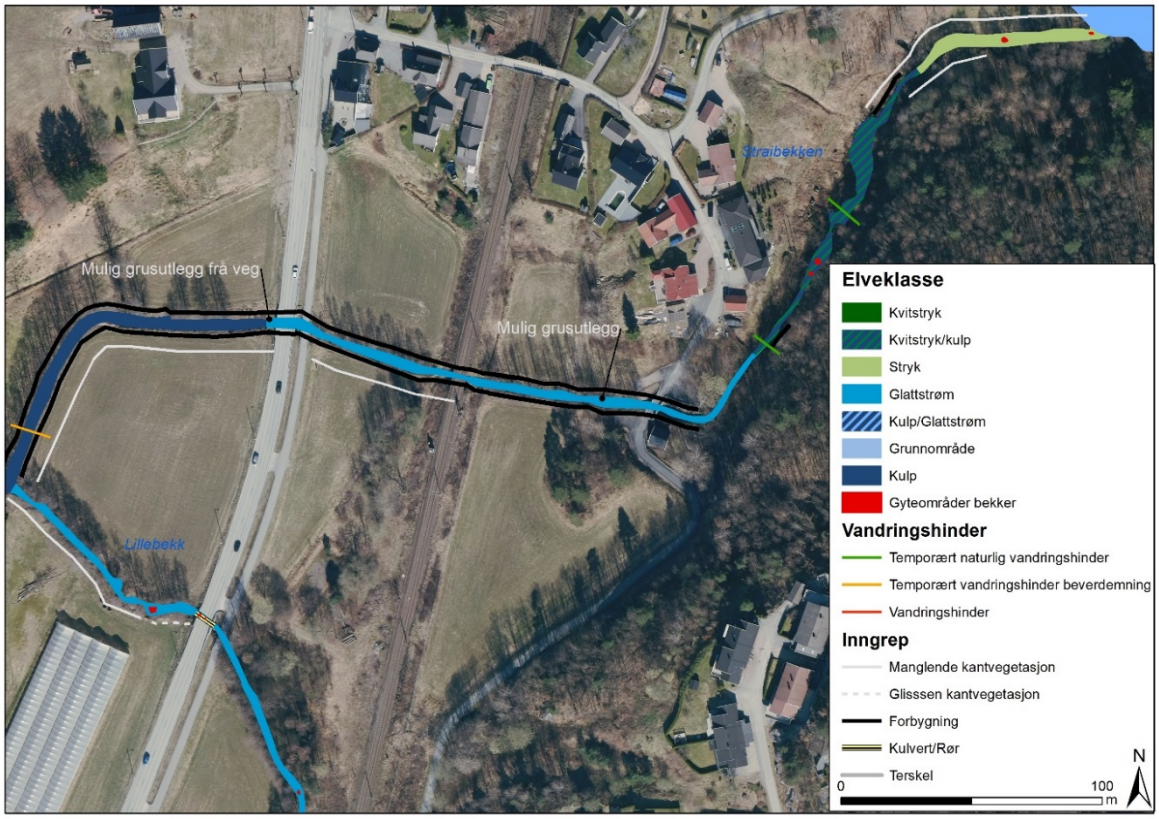
### Habitatkartlegging

Hele den anadrome delen av Straisbekken/Fiskevannsbekken ble kartlagt den 10. september 2020. Resultater fra kartleggingen er vist i **Figur 25**-**Figur 27**.

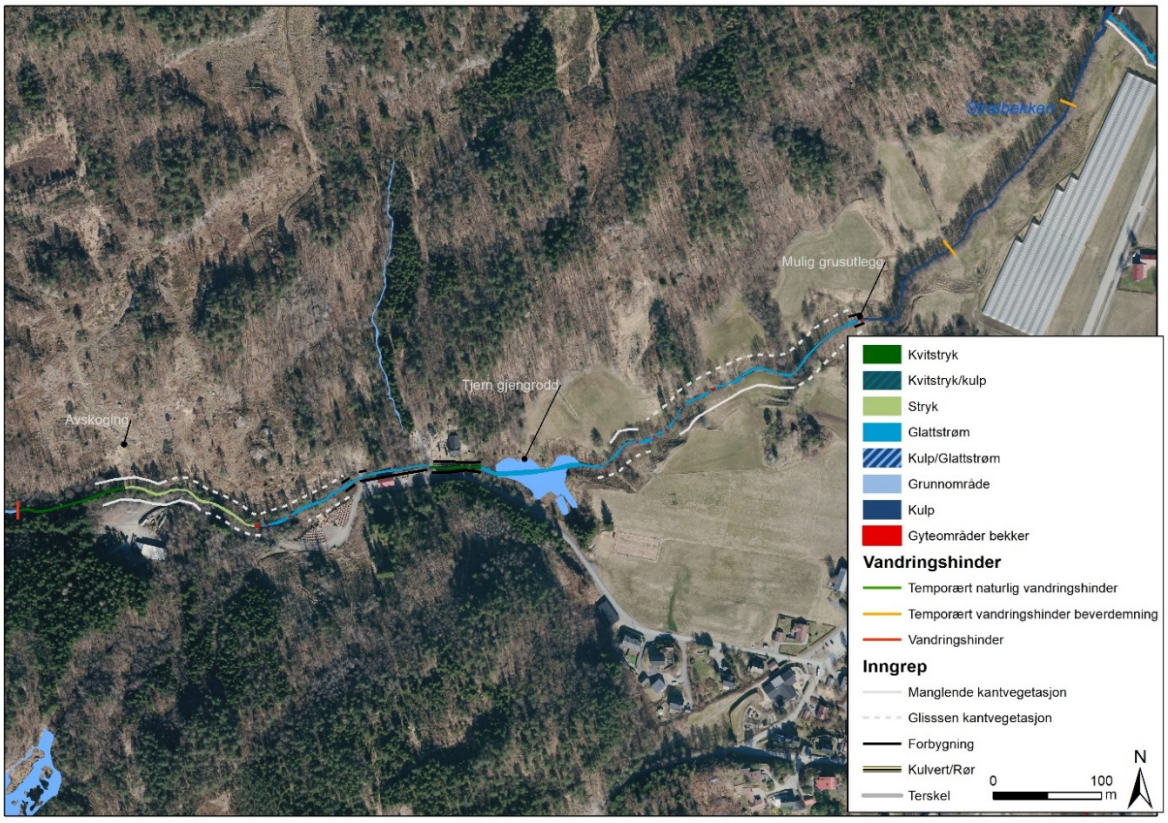
Store deler av kartlagt strekning (midtre) er relativt skateflytende med kulp og glattstrøm som dominerende elveklasser (samlet ca. 70 % av totalarealet), mens den nedre og den øvre delen er mer hurtigrennende med stryk og kvitstryk (30 %). 3 ulike beverdemninger demmer opp bekken og reduserer vannhastigheten og øker sedimenteringen. Dette fører til at skjulmulighetene for ungfisk trolig reduseres. Straisbekken/Fiskevannsbekken er dominert av mudder og silt (34 %), mens andelene av grus, stein og blokk er relativt likt fordelt. Skjultilgang for ungfisk er lav (snitt = 3.4) og svært lite skjul utgjør 28 % mens 49 % av totalarealet har lite skjul. Imidlertid ble det observert mye røtter, vannvegetasjon og trær som gir en god del skjul til ungfisk.

Det ble kun registrert noen få gyteområder i den øvre og i den nedre delen av bekken. Gytearealet er derfor lavt og utgjør bare 0,7 % av totalarealet av bekken. Dekningen av kantvegetasjonen er generelt sett høy, men den er totalt fjernet noen steder grunnet landbruk, vei og skogsbruk.

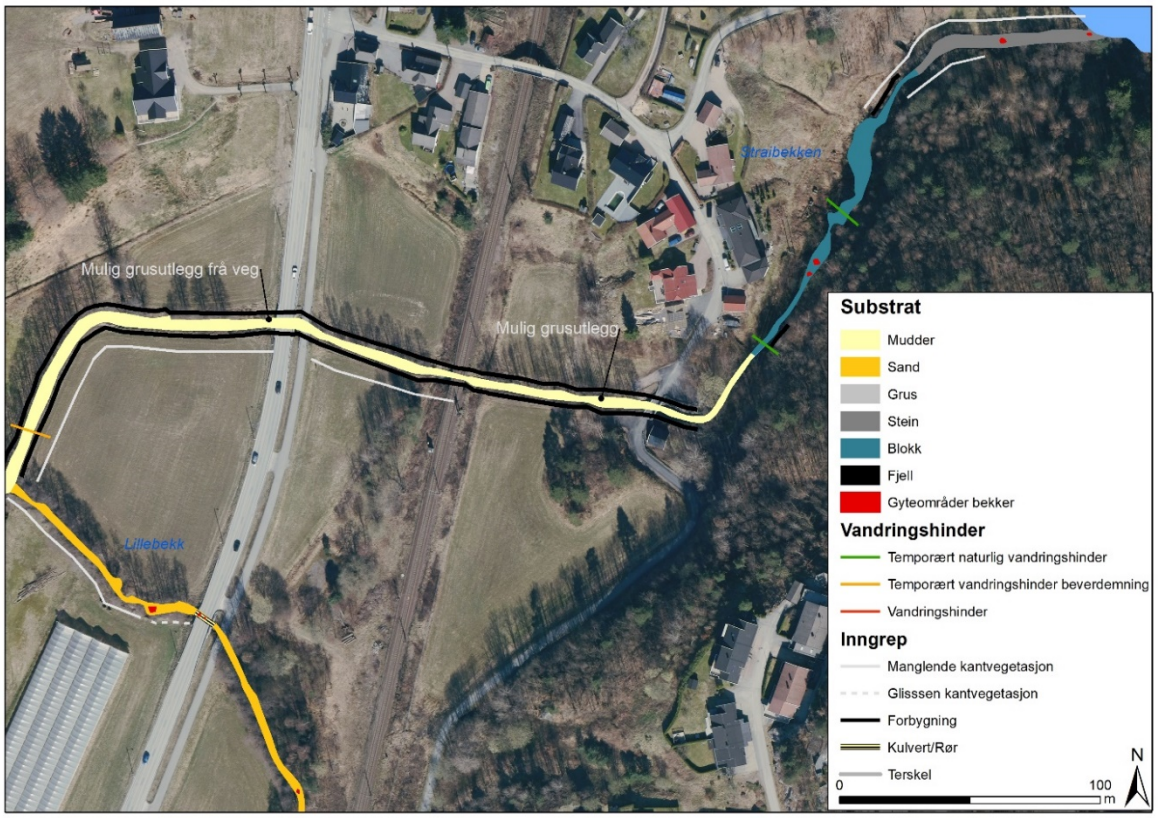
**Figur 24**. Eksempelbilder fra Straisbekken/Fiskevannsbekken. Øverst: Stryk ved utløpet og sakteflytende kanalisering med forbygning på begge sider med tett kantvegetasjon. Nederst: Mye mudder i bunnen i den flate delen av bekken, mens øvre del har mer stryk opp mot vandringshinderet.



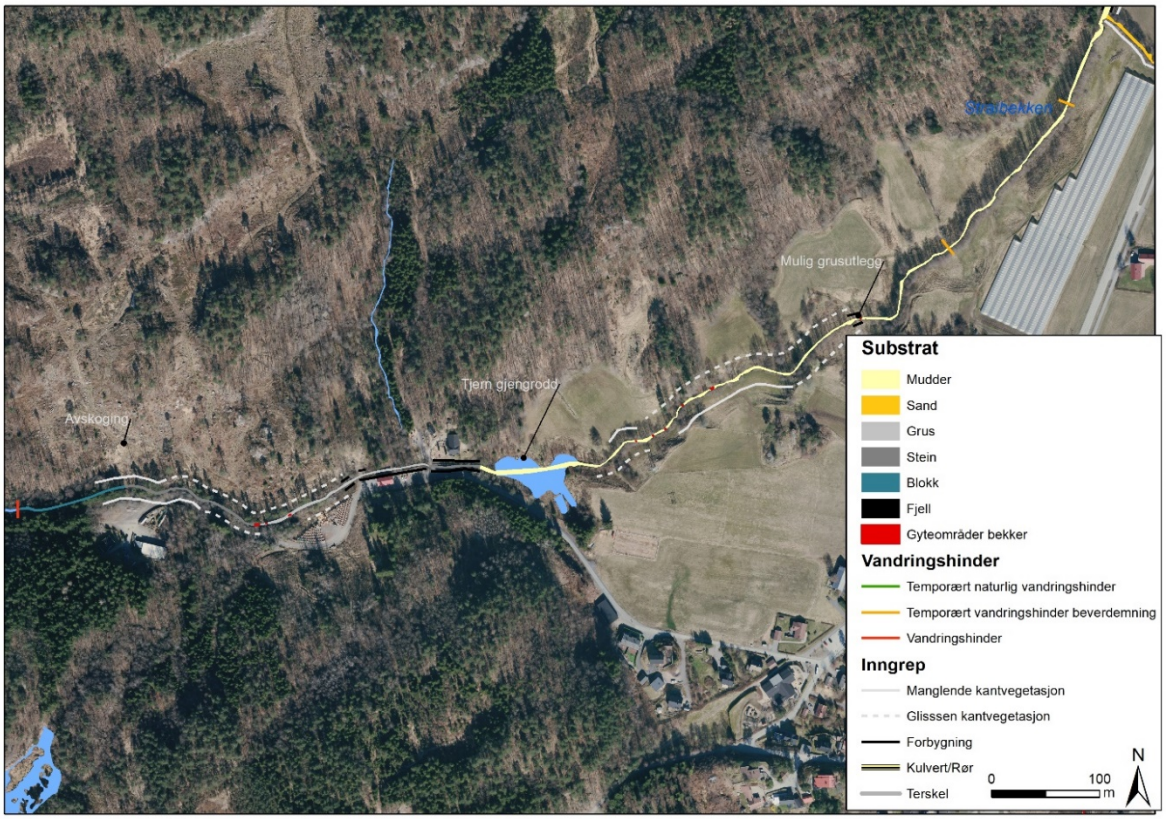

**Figur 25**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Straisbekken/Fiskevannsbekken.



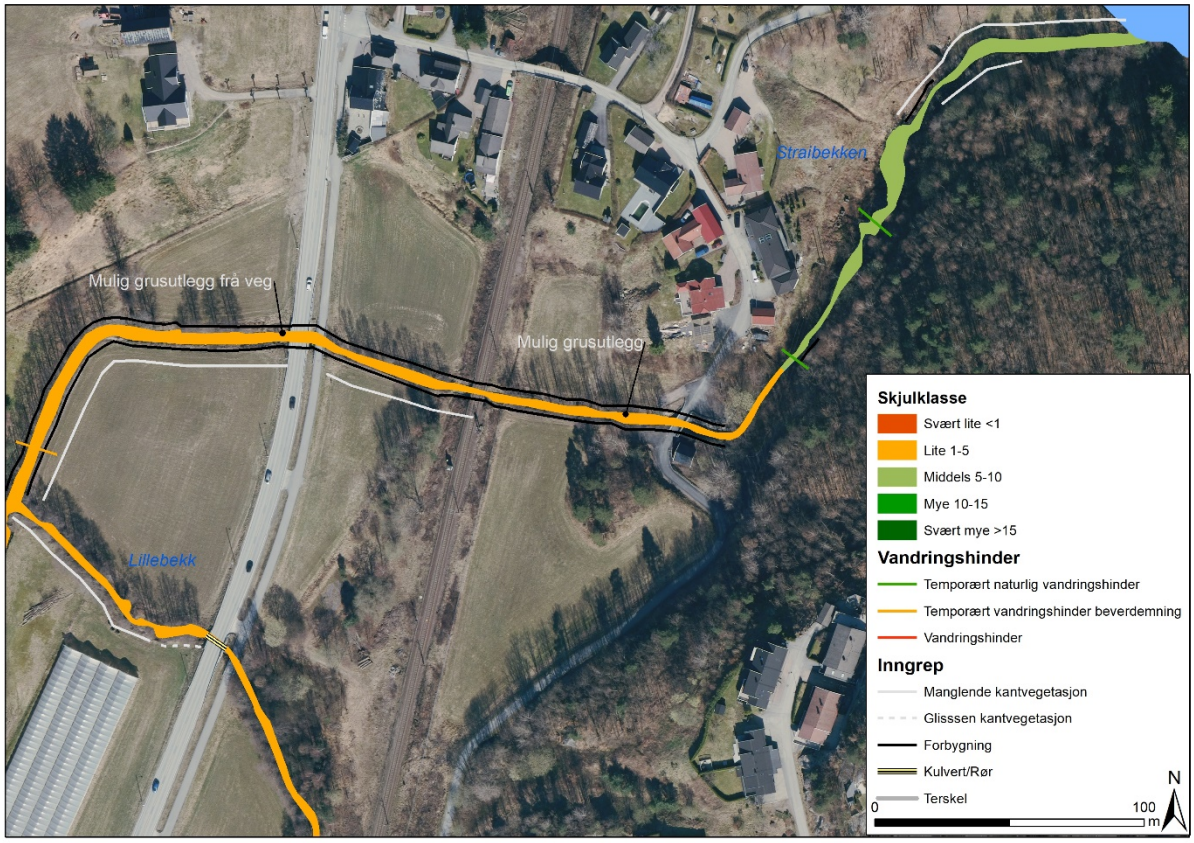

**Forst. Figur 25**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Straisbekken/Fiskevannsbekken.



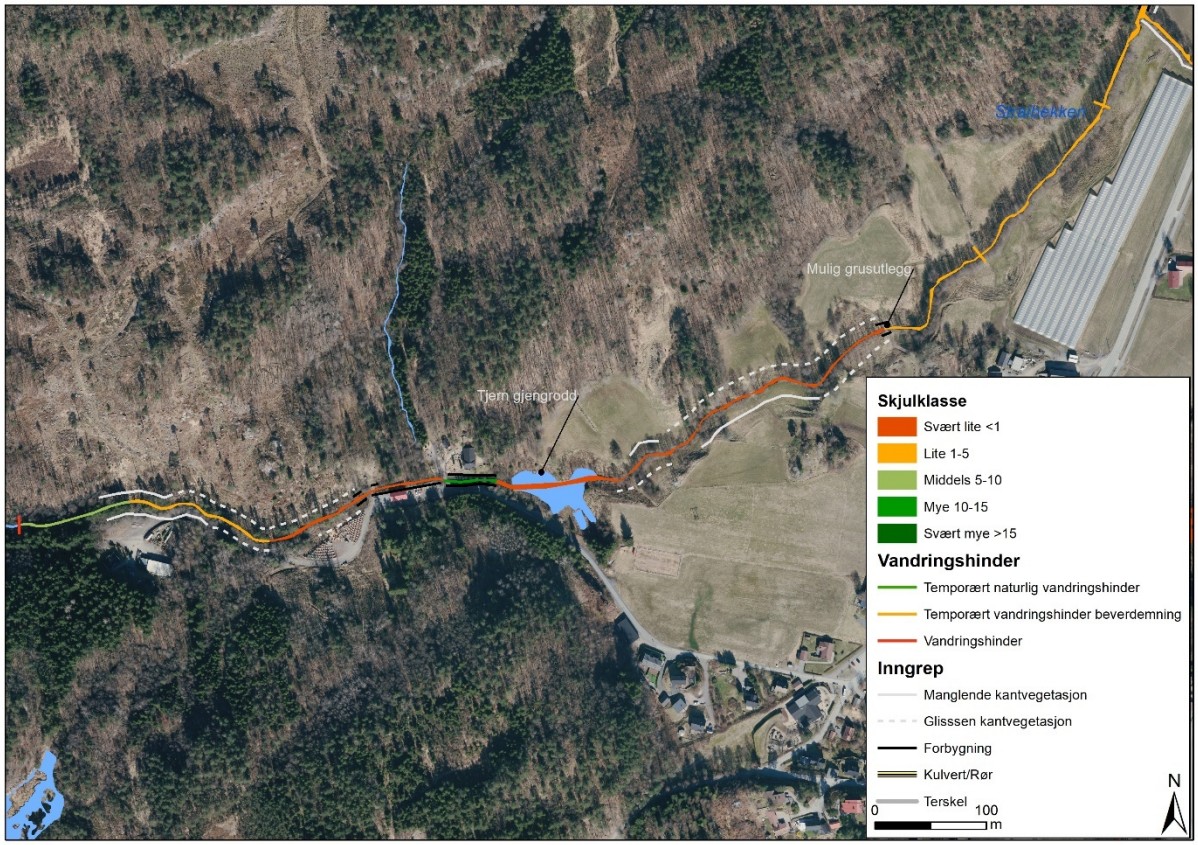

**Figur 26**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Straisbekken/Fiskevannsbekken.




**Forts. Figur 26**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Straisbekken/Fiskevannsbekken.




**Figur 27**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Straisbekken/Fiskevannsbekken.




**Forts. Figur 27**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Straisbekken/Fiskevannsbekken.

## Vassdraget som ungfisk- og gytehabitat

Skjulverdiene i Straisbekken/Fiskevannsbekken er generelt lave bortsett fra i den helt øverste og i den nederste delen. Imidlertid fungerer trær og andre vannplanter som skjul og øker tilbudet for fiskene, men allikevel er fiskeproduksjonen begrenset av skjulmulighetene. Det ble kun observert noen få områder egnet til gyting og tilgangen til gyteområder er en flaskehals for fiskeproduksjonen, selv om det er en del flekkvis gytemulighet i bekken. Både skjul- og gytemulighetene er vurdert til å være begrensende for fiskeproduksjonen i Straisbekken. Kantvegetasjonen er fjernet flere steder. Basert på det elektriske fiske utført av Otra Laxefiskelag, er det dokumentert laks og aure i bekken siden 2004. I nyere tid ser det ut til at laks er mer vanlig forekommende. Generelt er det fanget lave til middels tettheter av ungfisk av begge arter siden 2004.

## Aktuelle tiltak

Det er aktuelt å legge ut gytegrus på tre ulike lokaliteter, der to av lokaliteten er tilknyttet veibro (**Figur 25**). Med tanke på fiskeproduksjon kan det være en fordel å rive beverdemningen, men ettersom beveren etter all sannsynlighet bygger den opp igjen, anbefales det ikke å fjerne demningen. Det kan også være aktuelt å mudre ut parti der silt og mudder fra skogsdriften har lagt seg, dersom dette ikke vaskes ut av flommer. Det er viktig å bevare kantvegetasjonen samt å revegetere den der den mangler. I den nedre delen anbefales det å fjerne noen blokker på østsiden av bekken rett oppstrøms ødelagt fisketrapp for å lette oppvandringen av fisk ved middels- til høye vannføringer. Bekken deler seg i to hvor dette er aktuelt. Alternativet er å etablere en ny fisketrapp, men dette er omfattende.

Tiltaket med å legge ut gytegrus er estimert til en kostnadsramme på **20 000.-**. Justeringer i fiskepassasjen med å ta vekk to store blokker ved fisketrappen kan trolig gjøres innenfor en kostnadsramme på **30 000.-**

*Det kunne vært aktuelt å rive beverdemningene for fiskeproduksjonens skyld, men beveren vil trolig kjapt bygge disse opp igjen. Demningene stuver opp vannet og danner reduserte gyte- og oppvekstforhold for fisk.*

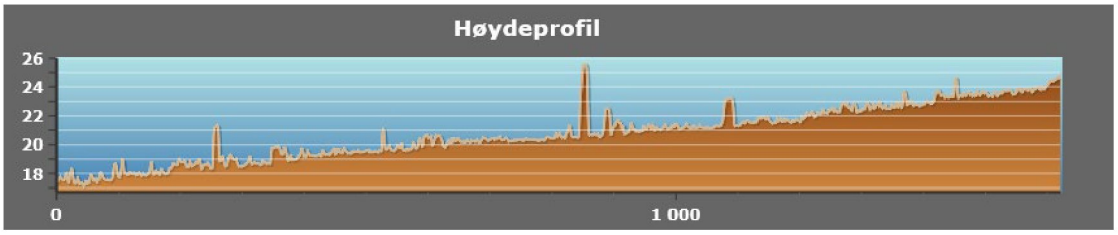
*Det anbefales å legge ut gytegrus oppstrøms tre bruer der vannhastigheten er egnet til gyting.*

*Det anbefales å fjerne to større blokker i østre løp rett oppstrøms ødelagt fisketrapp. Dette vil lette oppvandringen av fisk.*

# 6.2 Lillebekk

## Eksisterende informasjon om vassdraget

Lillebekk munner ut i Fiskevannsbekken som har sitt utløp på vestsiden av Otra ved Strai, ca. 7,4 km oppstrøms utløpet av Otra til sjøen. Den anadrome strekningen av selve Lillebekk er ca. 1 590 meter lang fra samløpet med Fiskevannsbekken og opp til industriområdet ved Setesdalsveien nær Langemyr. Her er bekken lagt i rør under industriparken over en strekning på omtrent 1 kilometer. Lillebekk har en lav gradient på ca. 0,44 % (**Figur 28**).




**Figur 28.** Høydeprofil over Lillebekk (Hentet fra: hoydedata.no). Høydene som ser ut som store topper skyldes kulverter hvor bekken går under veibroer og jernbane.

## Habitatkartlegging

Hele den anadrome delen av Lillebekken ble kartlagt den 11. september 2020. Resultater fra kartleggingen er vist i **Figur 30** - **Figur 32**.

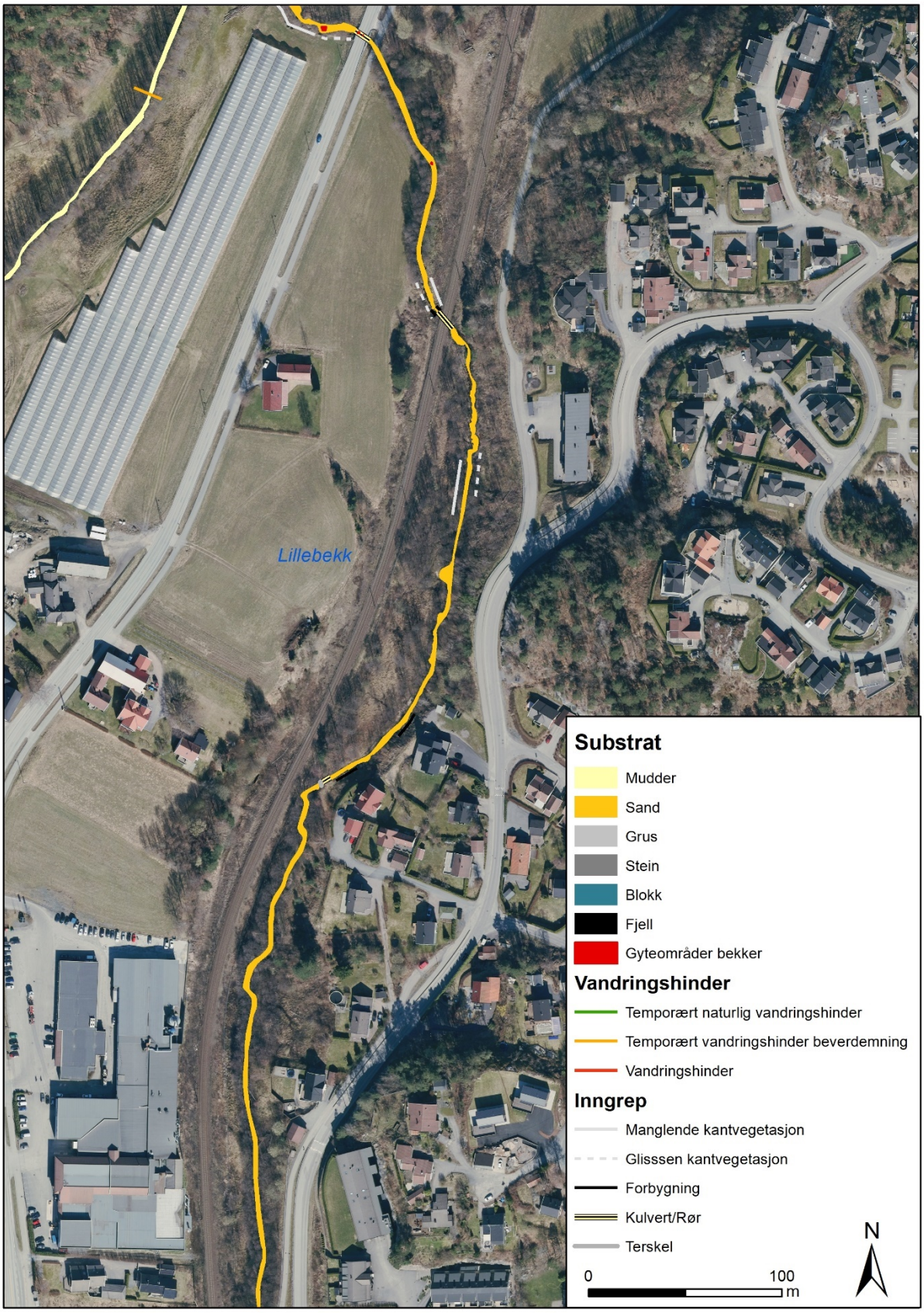
Store deler av kartlagt strekning er relativt sakteflytende med glattstrøm som dominerende elveklasse (samlet ca. 98 % av totalarealet). Kun 2 % av arealet var hurtigrennende stryk. Mudder og sand er dominerende substrat (85 %), mens andelene av grus, stein og blokk er relativt likt fordelt. Skjultilgang for ungfisk er derfor lavt (snitt = 0.5) og svært lite skjul utgjør 69 % mens 31 % av totalarealet har lite skjul. Imidlertid ble det observert mye røtter, vannvegetasjon og trær som gir en god del skjul til ungfisk. I tillegg var kantvegetasjonen tett og frodig og gir mye skjul.

Det ble kun registrert noen få gyteområder i bekken og gytearealer utgjør 1,6 % av totalarealet av bekken. Dette kategoriseres som lite gyteområder, ettersom avstanden mellom områdene er relativt stor. Dekningen av kantvegetasjonen er generelt sett høy, men er totalt fjernet noen steder grunnet landbruk eller vei.

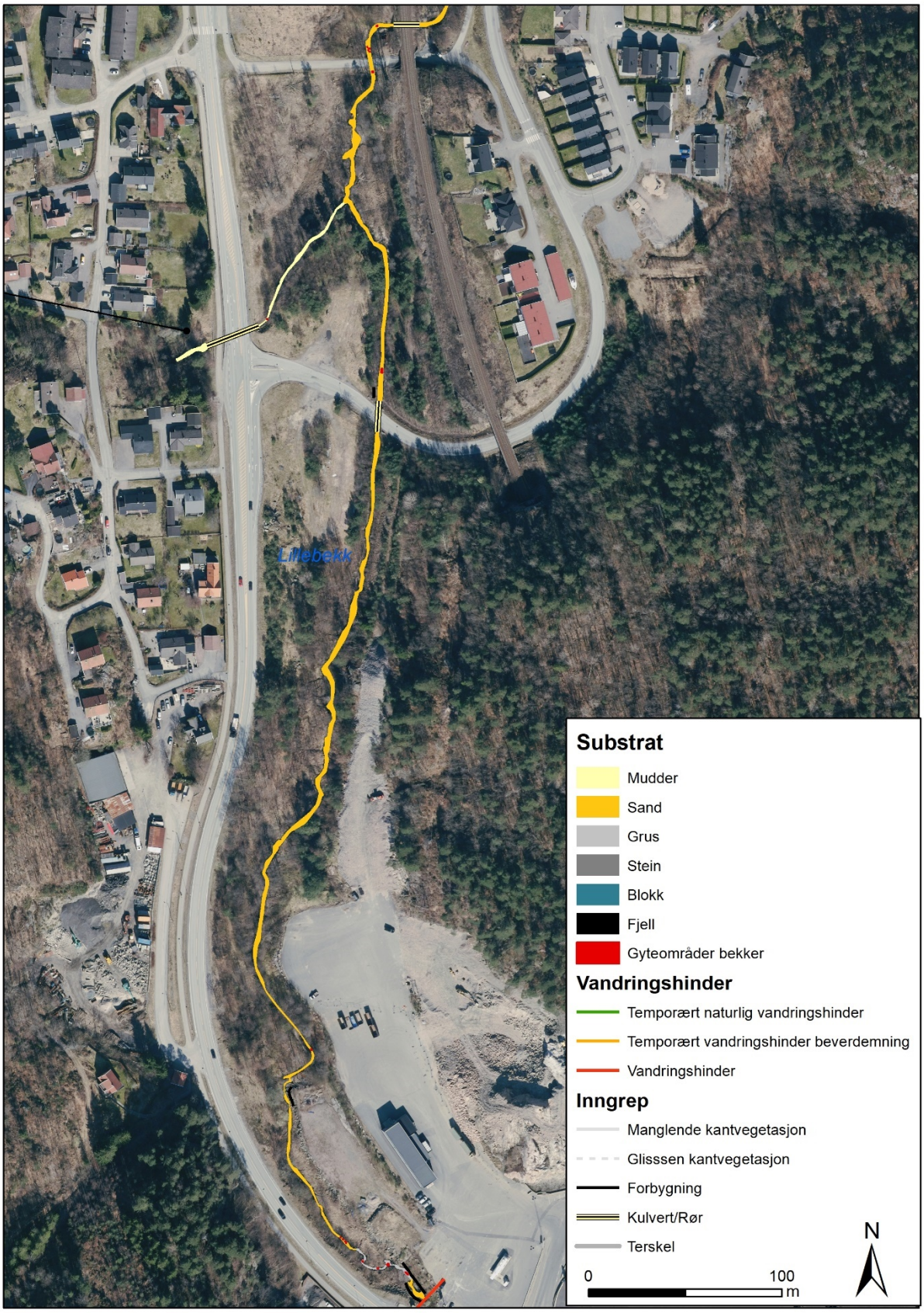
**Figur 29**. Eksempelbilder fra Lillebekk. Øverst: Glattstrømmen/kulpen like ved utløpet av kulvert under industriområde (venstre), samt et kort strykparti like nedstrøms med elvebunn bestående av grus og stein (høyre). Nederst: Glattstrømsområder i midtre og nedre deler av bekken, med substrat dominert av grus, sand og finsedimenter.

**Figur 30**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lillebekken.

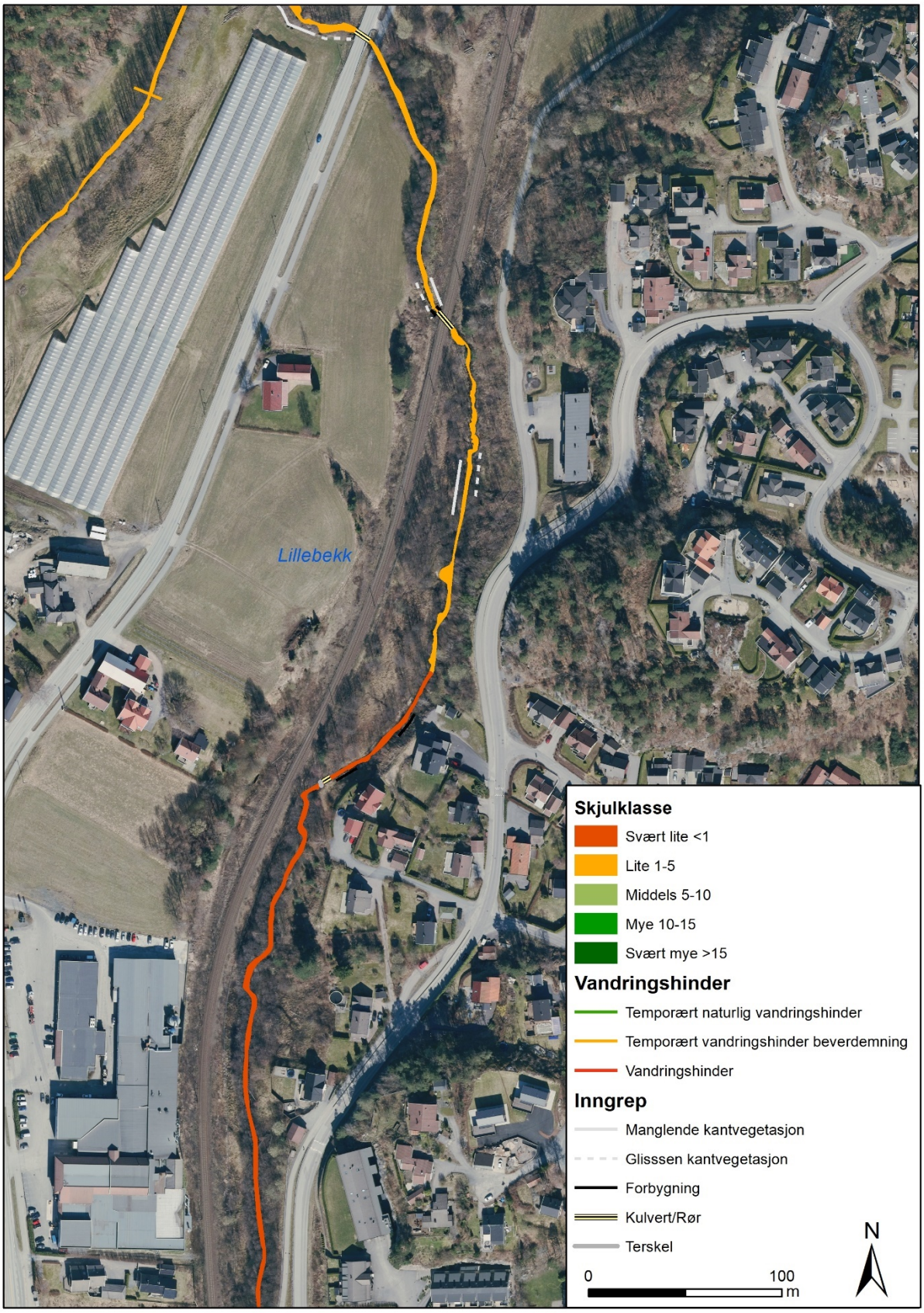
**Forts. Figur 30**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lillebekken.



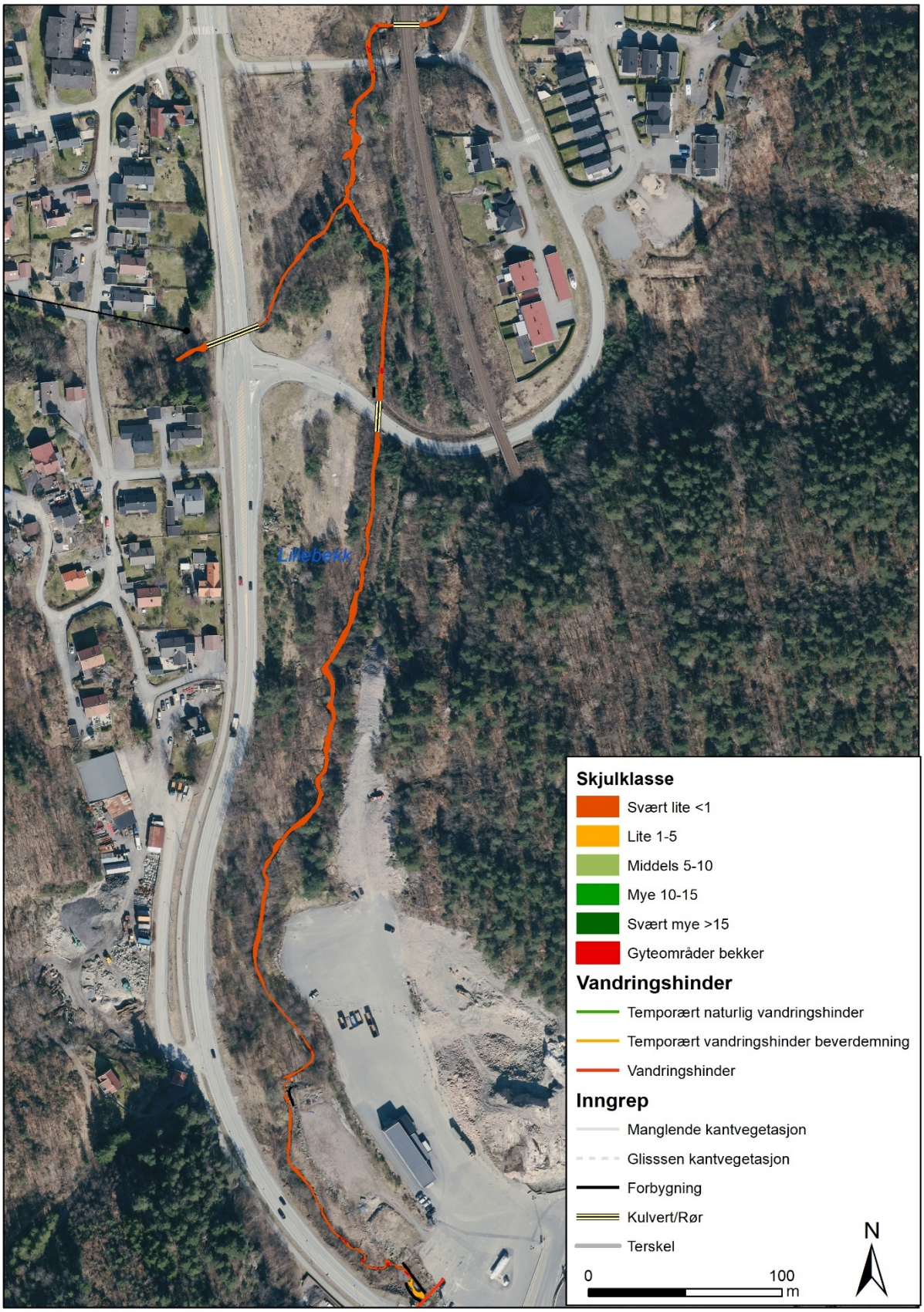

**Figur 31**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lillebekken.




**Forts. Figur 31**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lillebekken.




**Figur 32**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lillebekken.




**Forts. Figur 32**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lillebekken.

## Vassdraget som ungfisk- og gytehabitat

Skjulverdiene i Lillebekken er lave eller svært lave over hele det kartlagte arealet. Årsaken til skjulmangelen er substratet som hovedsakelig består av sand. Substratet virket imidlertid naturlig ut ifra gradienten og omkringliggende masser. Det finnes en god del underspylte banker og røtter, samt trær og noe vannvegetasjon som gir skjul for ungfisk. Andelen gyteområder anses som lav i forhold til fordelingen av dem. Gyteområdene er ganske små og særlig konsentrert helt øverst og helt nederst i bekken. Både skjul- og gyteområder ansees som begrensende for fiskeproduksjonen. Kantvegetasjonen har god dekningsgrad langs størsteparten av bekken. Det er ikke utført undersøkelser av ungfisk med et elektrisk fiske i denne bekken.

## Aktuelle tiltak

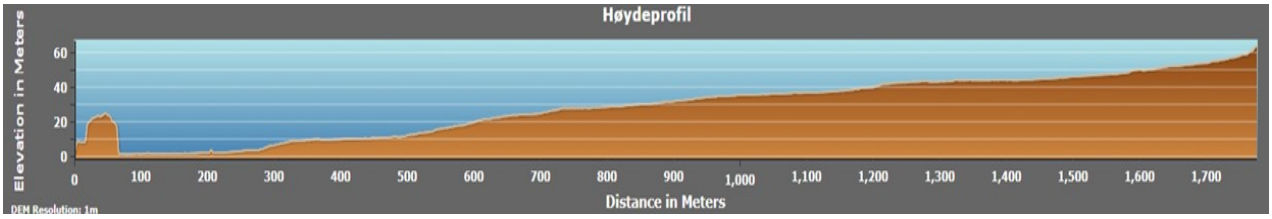
Det virker lite hensiktsmessig å gjennomføre skjulforbedrende tiltak i Lillebekken; gradienten er svært lav hvilket innebærer at den beste måten å øke skjultilgangen på er å tilføre trær, og disse finnes allerede i bekken. Eventuelle steinutlegg vil trolig raskt sedimenteres av sand. Det er imidlertid aktuelt å legge ut gytegrus i områdene like oppstrøms kulverten som går under Gangdalsveien. Her er det svært enkel tilkomst og tilsynelatende egnete hydrauliske forhold for å skape noen små gytebrekk (~5-10 $m^2$). Områdene med minst gyteplasser er i nedre halvdel etter bekken har krysset under til den østlige siden av jernbanen. Her nede er det relativt tett skog og vanskelig tilkomst. Disse områdene kan være aktuelle for manuelle grusutlegg, men det anbefales en pilot med grusutlegg nær Gangdalsveien først for å overvåke graden av sedimentering.

Tiltaket med å legge ut gytegrus som pilotprosjekt har et kostnadsoverslag på ca. **15 000**.-.

# 6.3 Auglandsbekken

## Eksisterende informasjon om vassdraget

Auglandsbekken har sitt utløp på vestsiden av Otra ved Augland, ca. 9,2 km oppstrøms utløpet av Otra til sjøen. Den anadrome strekningen er ca. 1 780 meter med et vandringshinder ca. 65 m nedstrøms innsjøen Lonane. Bekken er lagt i rør ved utløpet over en strekning på omtrent 65 meter. Auglandsbekken har en moderat/bratt fallgradient på ca. 3,5 % (**Figur 33**).



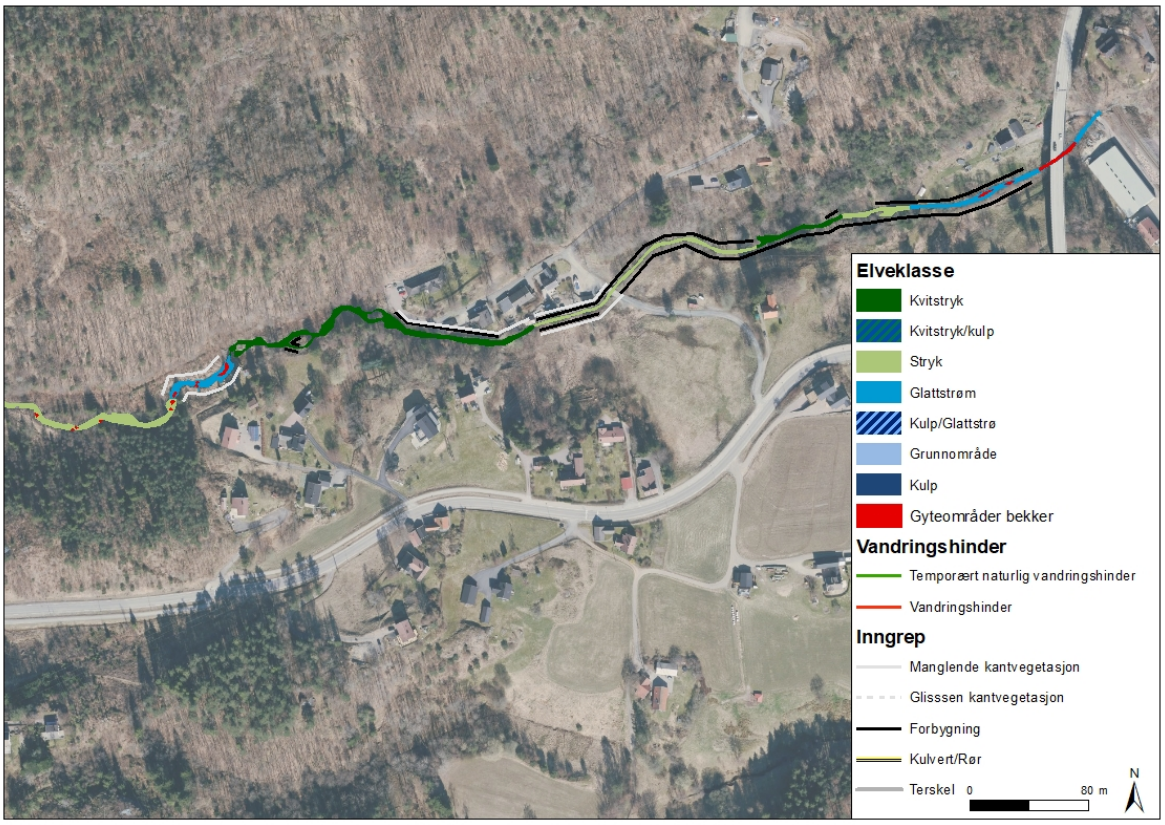

**Figur 33.** Høydeprofil over Auglandsbekken (Hentet fra: hoydedata.no). Bekken er lagt i rør/kulvert som er ca. 65 m langt ved utløpet.

## Habitatkartlegging

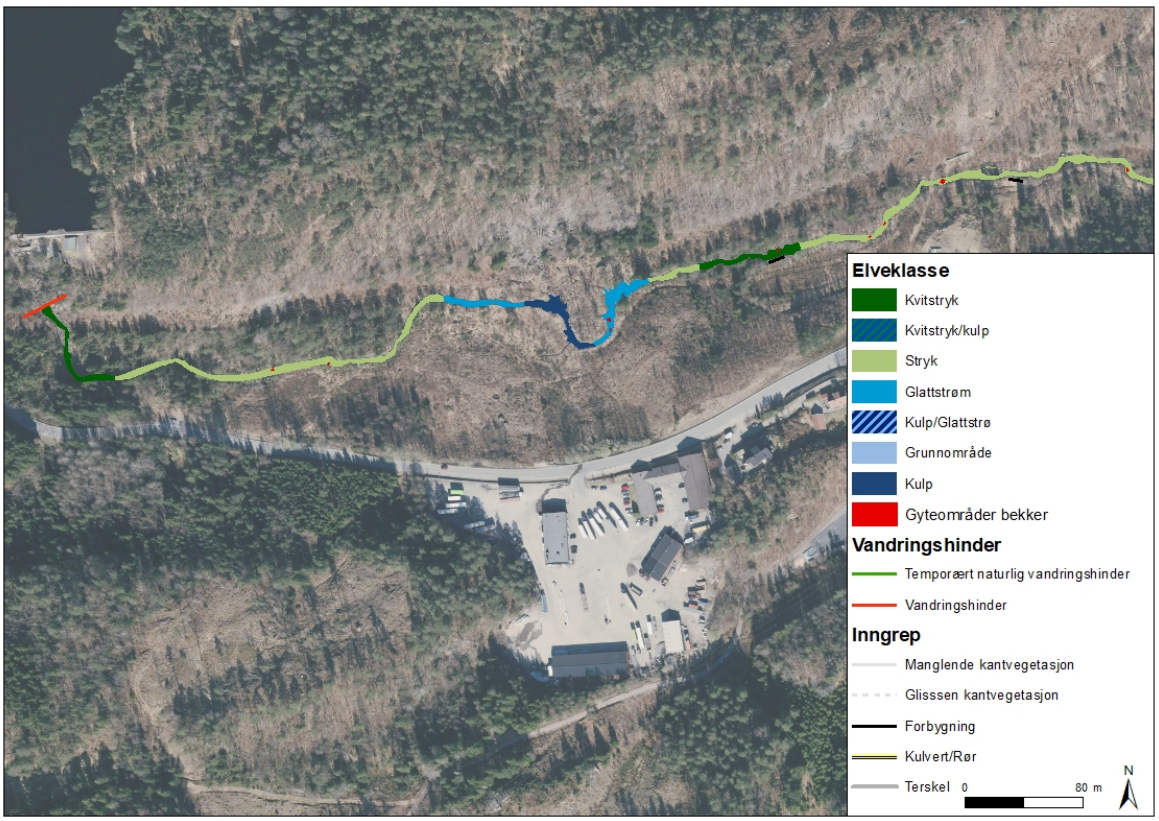
Hele den anadrome delen av Auglandsbekken ble kartlagt den 11. september 2020. Resultater fra kartleggingen er vist i **Figur 35** - **Figur 37**.

Auglandsbekken ble kartlagt fra et bratt fossestryk like nedstrøms demningen i Lonane og ned til munningen til Otra. Den øvre delen av den kartlagte strekningen består av kvitstryk og stryk med stein som dominerende bunnsubstrat. Skjulverdiene i elvebunnen for ungfisk er middels, og det ble kun registrert 2 små gyteområder. Etter ca. 300 m går bekken over i en sakteflytende glattstrøm og en kulp. Årsaken til dette er en beverdemning som har en oppstuvningseffekt. Mye finsedimenter gir svært lite skjul for ungfisk i denne delen av bekken. Etter beverdemningen går elven over i et lang stryk- kvitstrykparti med stein og blokk som dominerende substrat og det ble registrert lave til middels skjulverdier. Etter ca. 500 m blir bekken demmet opp på av en gammel terskel laget av tre. I glattstrømmen ligger mye mudder, sand og grus og det finnes flere potensielle gyteplasser. Nedstrøms terskelen fortsetter bekken igjen med stryk og kvitstryk. I de nederste 150 m går Auglandsbekken gjennom en fjelltunnel og fallgradienten blir lavere. Bekken er dominert av elveklassen glattstrøm på denne strekningen med lite skjul, men mye potensielle gyteplasser. Bunnsubstratet i Auglandsbekken består av 46 % stein, 19 % blokk, 12 % grus, 10 % sand, 10 % mudder og 2 % fjell. Av inngrep fines det en demning/terskel og den nedre halvdelen er erosjonssikret og forbyd nesten hele veien på begge elvebredder. Kantvegetasjon er stort sett tett med unntak av noen strekninger hvor den er helt fjernet.

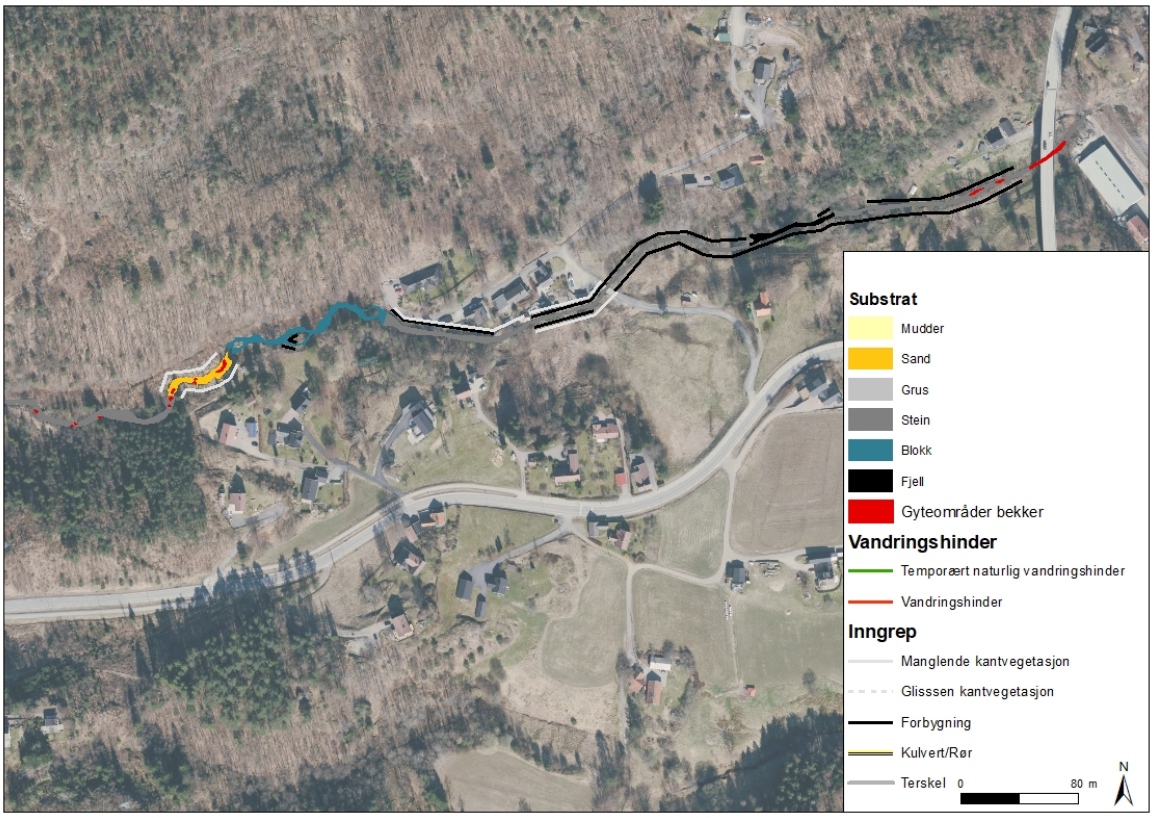
**Figur 34**. Eksempelbilder fra Auglandsbekken. Øverst: Store deler av bekken går i stryk og kvitstryk med mye kantvegetasjon. Nederst: Noen deler av bekken er kanalisert og forbygd, og kantvegetasjonen er fjernet.




**Figur 35**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Auglandsbekken.

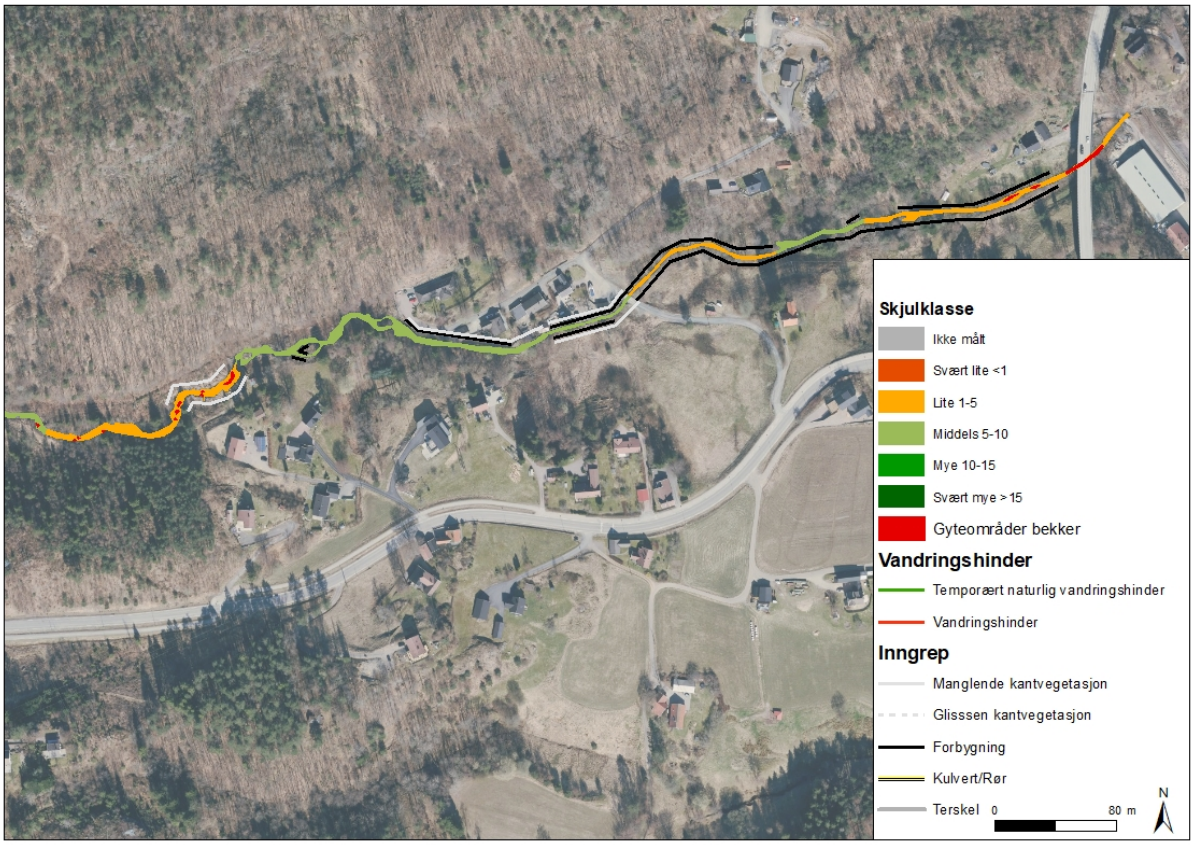



**Forts. Figur 35**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Auglandsbekken.

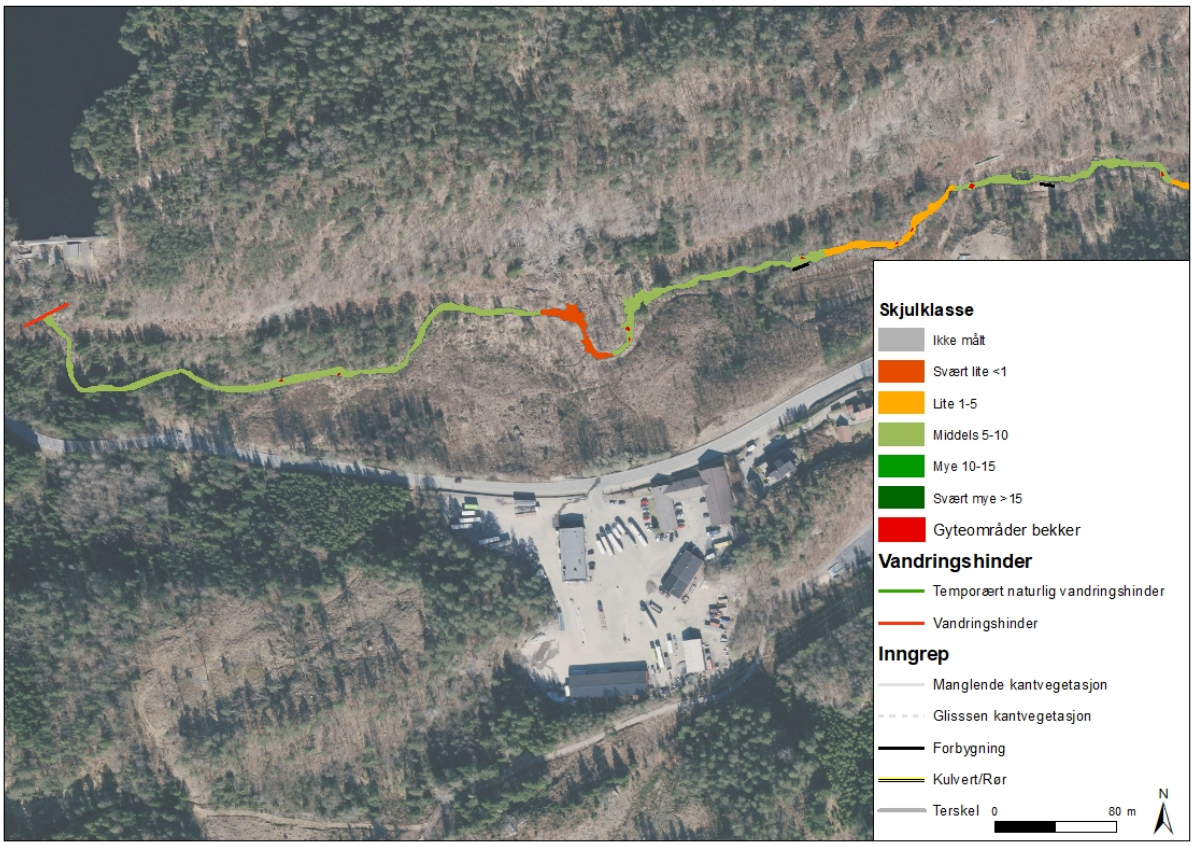



**Figur 36**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Auglandsbekken.

**Forts. Figur 36**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Auglandsbekken.




**Figur 37**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Auglandsbekken.




**Forts. Figur 37**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Auglandsbekken.

## Vassdraget som ungfisk- og gytehabitat

Skjulverdiene i Auglandsbekken er generelt lite til middels og gjennomsnittlig skjul for hele bekken er 5,6 (middels). Det finnes imidlertid mange trær og røtter som gir skjul til ungfisk. Det ble registrert 125 $m^2$ med potensielt gyteareal som utgjør 1,9 % av totalarealet. I tillegg ble det registrert en del flekkvise gyteplasser. Gyteplassene er ganske godt fordelt i hele bekken med unntak av det nederste stryk-kvitstrykpartiet. Etter en skjønnsmessig vurdering av det registrerte fysiske habitatet med trær i bekken og innslag av flekkvise gytemuligheter, så er hverken skjul- eller gytemuligheter vurdert til å være begrensende for fiskeproduksjonen. Basert på det elektriske fiske utført av Otra Laxefiskelag, er det dokumentert laks og aure i bekken siden 2004. Generelt så har det vært omtrent like mange ungfisk av laks som aure siden 2004 med et lite overtall av aure. Det er fanget middels til relativt høye tettheter av ungfisk samlet sett siden 2004.

## Aktuelle tiltak

Beverdemningen skaper et vandringshinder ved lave vannføringer og oppstrøms er det sedimentert mye finstoffer som resulterer i svært lite skjul for ungfisk. Med tanke på fiskeproduksjon kan det være en fordel å rive beverdemningen, men ettersom beveren etter all sannsynlighet bygger den opp igjen, anbefales det ikke å fjerne demningen.

*Beverdemningen i Auglandsbekken fører til lavere vannhastighet og økt sedimentering av finstoff som gir en lavere fiskeproduksjon.*

Treterskelen danner et vandringshinder ved lave vannføringer. I glattstrømmen oppstrøms finnes det en del gyteplasser, men også mye mudder og sand som skyldes lavere vannhastighet grunnet terskelen. Det anbefales å rive terskelen for å lette oppvandring og for å øke vannhastigheten på gyteplassene oppstrøm.

*Treterskelen i Auglandsbekken bør rives helt vekk.*

I den kanaliserte, erosjonssikrete strekningen helt nederst i bekken, anbefales det å legge ut steingrupper for å øke skjultilgang og kantvegetasjon bør reetableres.

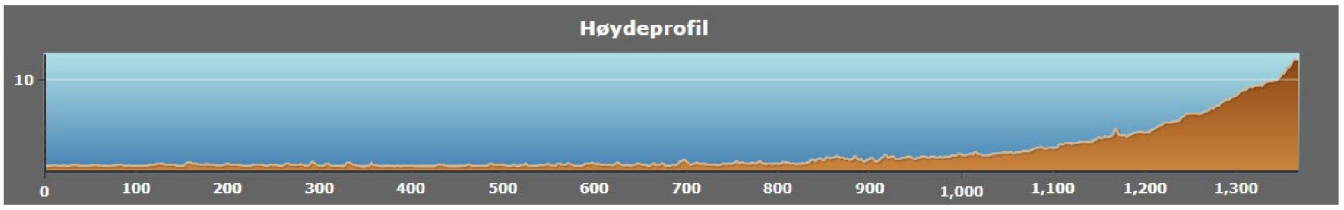
*I nedre del er deler av Auglandsbekken kanalisert og forbygd. Det bør legges ut steingrupper for å øke skjultilgangen og kantvegetasjonen bør reetableres.*

Rive terskel er estimert med en kostnadsramme **10-15 000**.-. Habitattiltak med utlegging av store steiner og blokker er estimert til å koste ca. **30 000**.-

# 6.4 Høiebekken

## Eksisterende informasjon om vassdraget

Høiebekken munner ut på vestsiden av Otra ved Mosby, ca. 10.3 km oppstrøms utløpet av Otra til sjøen. Den anadrome strekningen av vassdraget er ca. 1 350 meter lang fra samløpet med Otra og opp til vandringshinder i form av en høy foss. Høiebekken har en relativt lav gradient på ca. 0,8 % (**Figur 38**). Gradienten er imidlertid ujevnt fordelt da bekken er svært bratt de første par hundre meterne fra vandringshinder, men svært slak og stilleflytende over de siste 800 meterne ned mot samløpet med Otra.



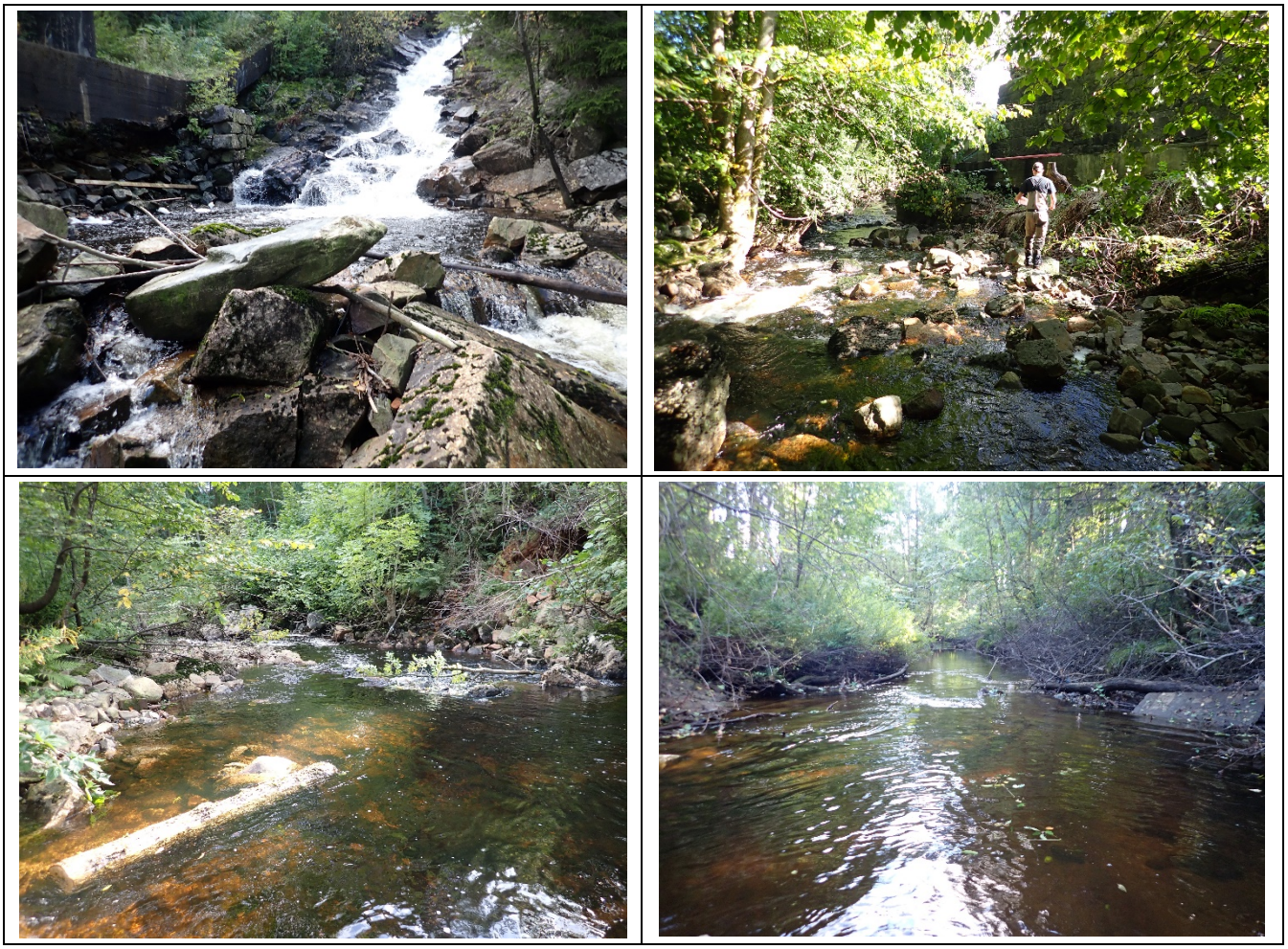

**Figur 38.** Høydeprofil over Høiebekken (Hentet fra: hoydedata.no).

## Habitatkartlegging

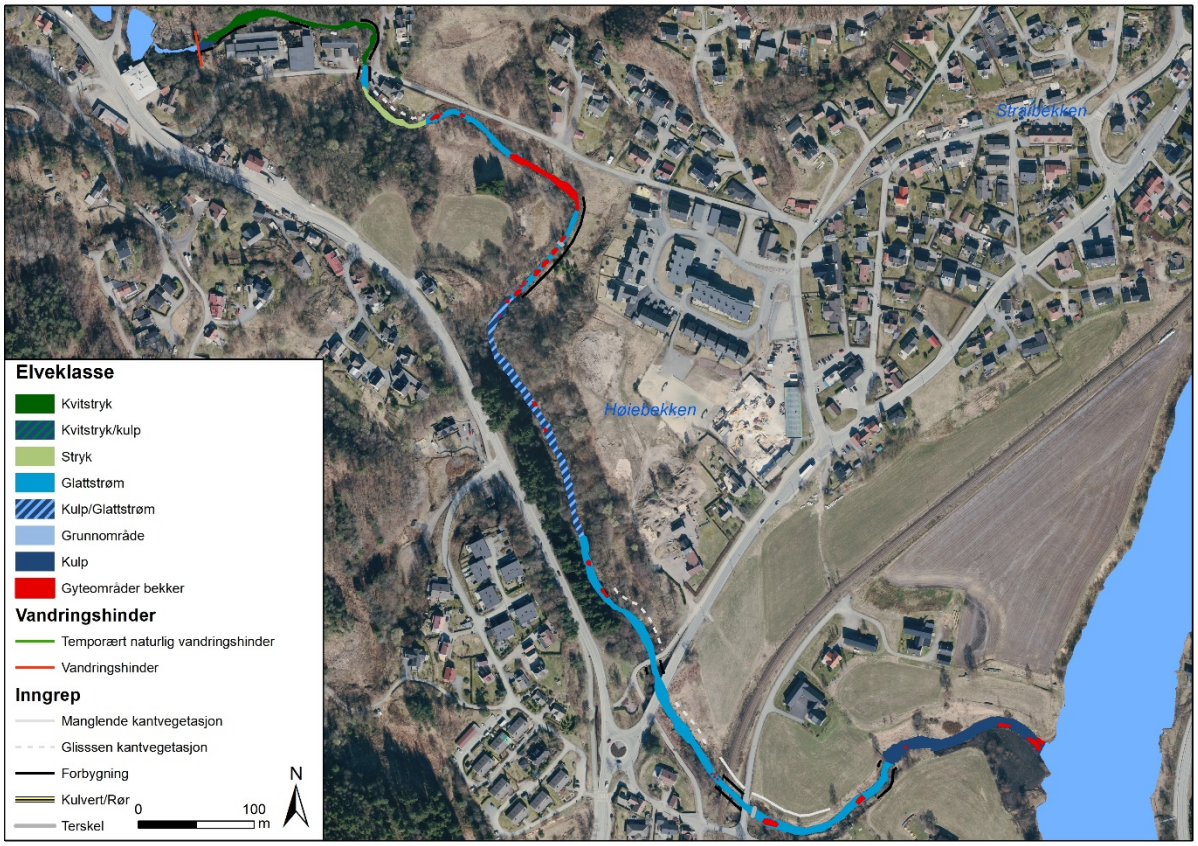
Hele den anadrome delen av Høiebekken ble kartlagt den 11. september 2020. Resultater fra kartleggingen er vist i **Figur 40** - **Figur 42**.

Høiebekken varierer mye med innslag av alle elveklasser. Glattstrøm er dominerende elveklasse med 51 % av totalarealet, mens de andre elveklassene utgjør omtrent like store andeler av totalarealet (ca. 17 % hver). Allikevel er innslaget av sand ganske høyt med 43 %, mens grus utgjør 25 % og stein og blokk utgjør omtrent like store andeler med ca. 12 %. Skjultilgang for ungfisk er lavt (snitt = 2.1) og svært lite skjul utgjør 56 % mens 31 % av totalarealet har lite skjul. Imidlertid ble det observert mye røtter, vannvegetasjon og trær som gir en god del skjul til ungfisk. I tillegg var kantvegetasjonen generelt tett og frodig og gir mye skjul.

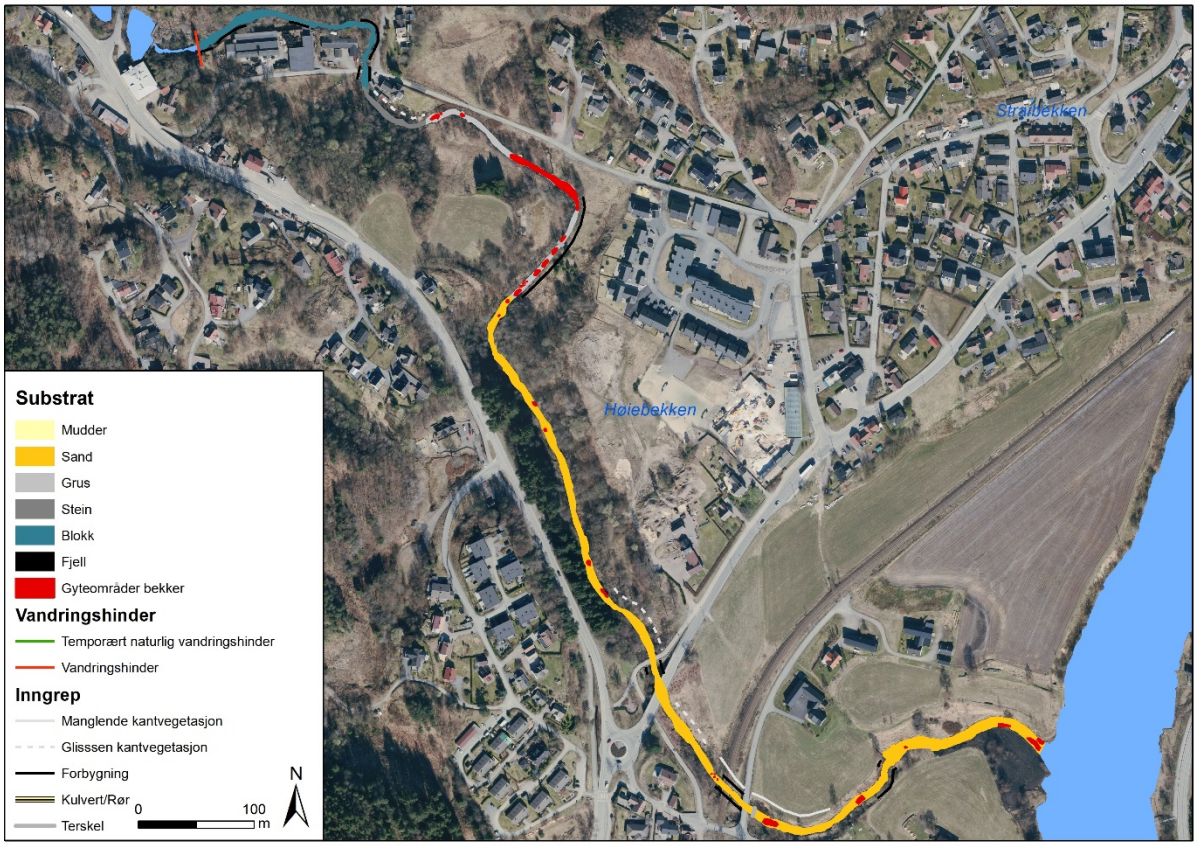
Det ble registrert flere store og gode gyteområder i bekken og gytearealet utgjør ca. 8,0 % av totalarealet av bekken (moderat/mye). Dekningen av kantvegetasjonen er generelt sett høy, men er totalt fjernet noen steder grunnet landbruk eller vei.



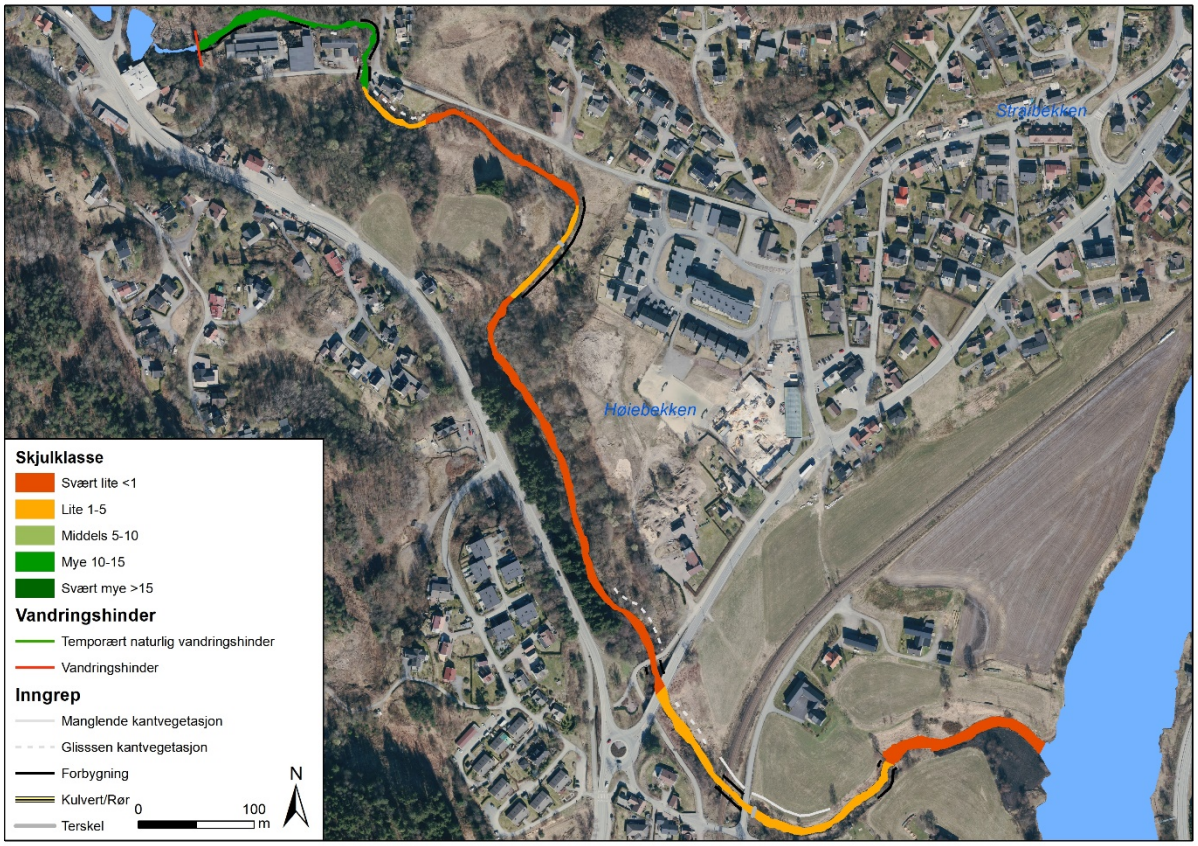
**Figur 39**. Eksempelbilder fra Høiebekken. Øverst: Fossen som utgjør vandringshinder og hølen like nedstrøms (venstre), samt skjulrikt stryk med elvebunn bestående av stein og blokker (høyre). Nederst: Glattstrøm innimellom strykpartier (venstre) samt stilleflytende glattstrøm som er typisk for store deler av de nederste 800 meterne av bekken (høyre).




**Figur 40**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Høiebekken.




**Figur 41**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Høiebekken.




**Figur 42**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Høiebekken.

## Vassdraget som ungfisk- og gytehabitat

Skjulverdiene i Høiebekken er generelt lave eller svært lave, bortsett fra i den helt øverste strekningen hvor det er mye skjul. Substratet virker naturlig ut ifra gradienten i vassdraget. Tilgangen til gyteområder i bekken er god, og skjul for ungfisk er trolig den begrensende faktoren for fiskeproduksjonen. Det må imidlertid påpekes at det finnes en del skjul i døde trær, røtter og overhengende kantvegetasjon langs bekken. Basert på det elektriske fiske utført av Otra Laxefiskelag, er det dokumentert laks og aure i bekken siden 2004. Laks har stort sett vært den dominerende arten siden 2004. Generelt er det fanget middels til høye tettheter av ungfisk samlet sett siden 2004.

## Aktuelle tiltak

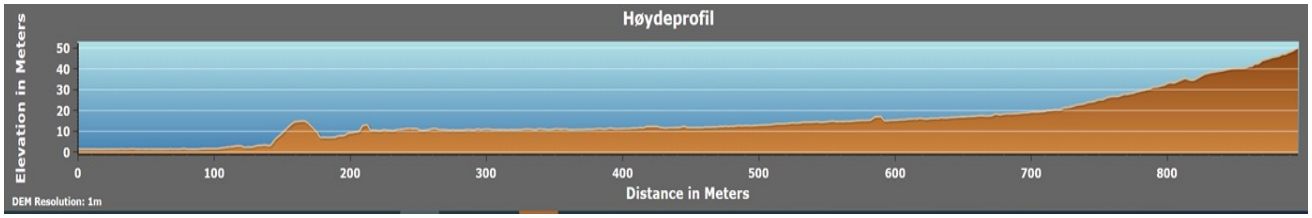
Områdene som har lite skjul, er svært stilleflytende og inneholder allerede mye trær og vegetasjon. Det virker derfor ikke hensiktsmessig å gjennomføre skjulforbedrende tiltak i disse strekningene. Det ble observert noen utslippskilder til bekken som med fordel kunne vært utredet nærmere og funnet en bedre løsning for. Særlig utslippet av finsedimenter like oppstrøms jernbanebroen (til høyre i **Figur 44**) burde stanses, ettersom disse massene kan redusere skjultilgangen ytterligere. I tillegg er det viktig å bevare kantvegetasjonen samt å revegetere den der den mangler.

**Figur 43**. Utslipp i Høiebekken. Venstre: I øvre halvdel av bekken ble det observert to steder hvor det sivet ut vann med ukjent innhold. Høyre: Like oppstrøms jernbanebroen kom det ut vann fra en nærliggende byggeplass som innehold store mengder grå finsedimenter som dannet en haug like nedstrøms røret.

# 6.5 Kjeksebekken

## Eksisterende informasjon om vassdraget

Kjeksebekken munner ut på vestsiden av Otra ved Mørevollen, ca. 12 km oppstrøms utløpet av Otra til sjøen. Den anadrome strekningen av vassdraget er ca. 900 meter lang fra samløpet med Otra og opp til vandringshinder. Kjeksebekken har en relativt høy gradient på ca. 5,4 % (**Figur 44**). Gradienten er imidlertid ujevnt fordelt da bekken er svært bratt de første par hundre meterne fra vandringshinder, men svært slak og stilleflytende over de siste 600 meterne ned mot samløpet med Otra.




**Figur 44.** Høydeprofil over Kjeksebekken (Hentet fra: hoydedata.no).

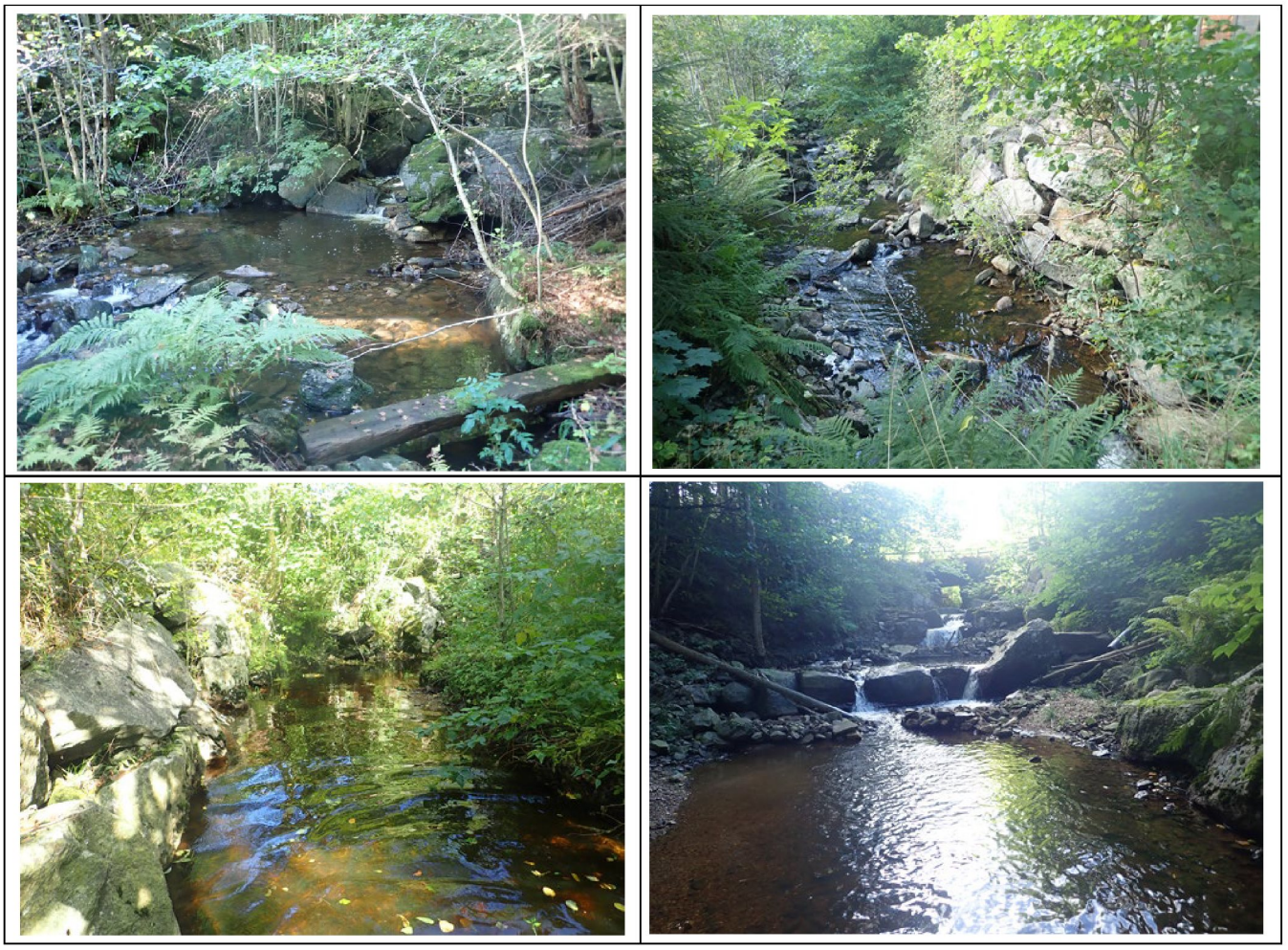
## Habitatkartlegging

Hele den anadrome delen av Kjeksebekken ble kartlagt den 11. september 2020. Resultater fra kartleggingen er vist i **Figur 46** - **Figur 48**.

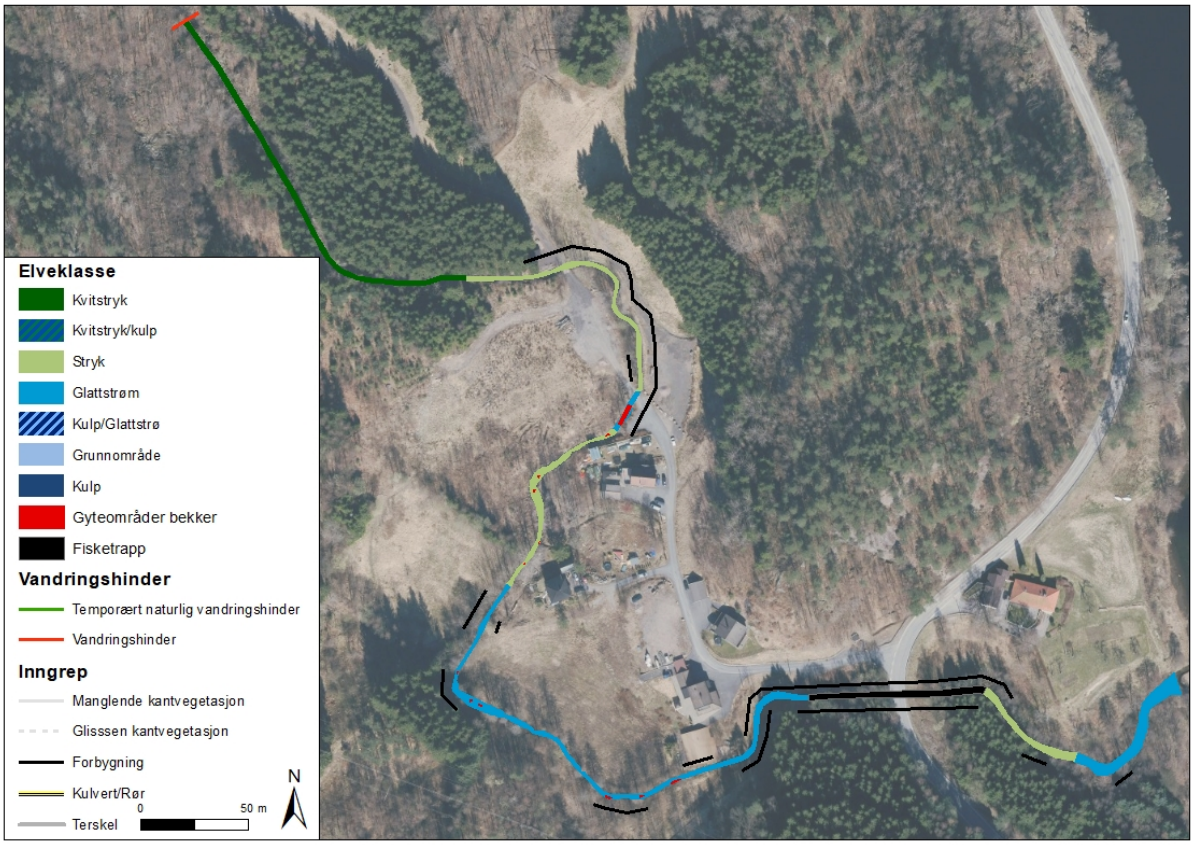
Kjeksebekken ble kartlagt fra en flere meter høy foss (vandringshinder) og ned til munningen inn i Otra. De første ca. 200 meterne er et bratt kvitstryk med bunnsubstrat dominert av blokk, stein og fjell og mye skjultilgang for ungfisk. Kvitstryket går gradvis over i et stryk med stein som dominerende substrattype og middels skjul for ungfisk. Under den andre veibroen ved Ravnås, befinner det seg en kort glattstrøm med ca. 20 $m^2$ potensielt gyteareal. Etter glattstrømmen fortsetter bekken i et stryk med høy andel av stein og grus. Det ble registrert flere mindre gyteplasser, men lite skjul i dette stryket. Etter stryket renner Kjeksebekken i et langt glattstrømsparti med noen få gyteplasser. Sandandelen i bunnsubstrat er opp til 50 % i denne strekningen, hvilket medfører lite skjul for ungfisk. Etter denne glattstrømmen finnes en fisketrapp før bekken går i rør under hovedveien. Røret munner i et stryk som går over i utløpsområdet av bekken, som er dominert av sand og mudder.

Bunnsubstratet i Kjeksebekken består av 5 % mudder, 26 % sand, 18 % grus, 34 % stein, 12 % blokk og 5 % fjell.

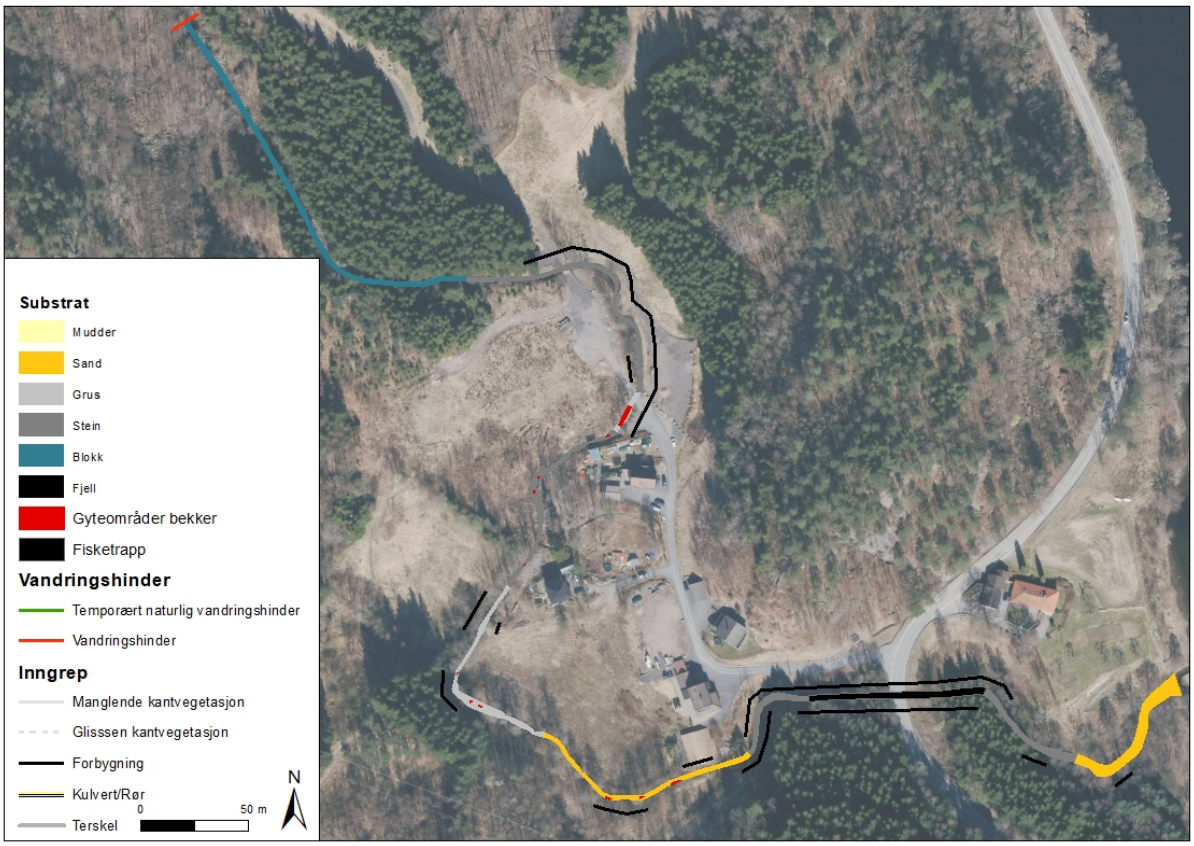
Av inngrep finnes det erosjonssikring og en kulvert som er tilpasset fiskevandring. Kantvegetasjon er stort sett tett langs hele bekken.



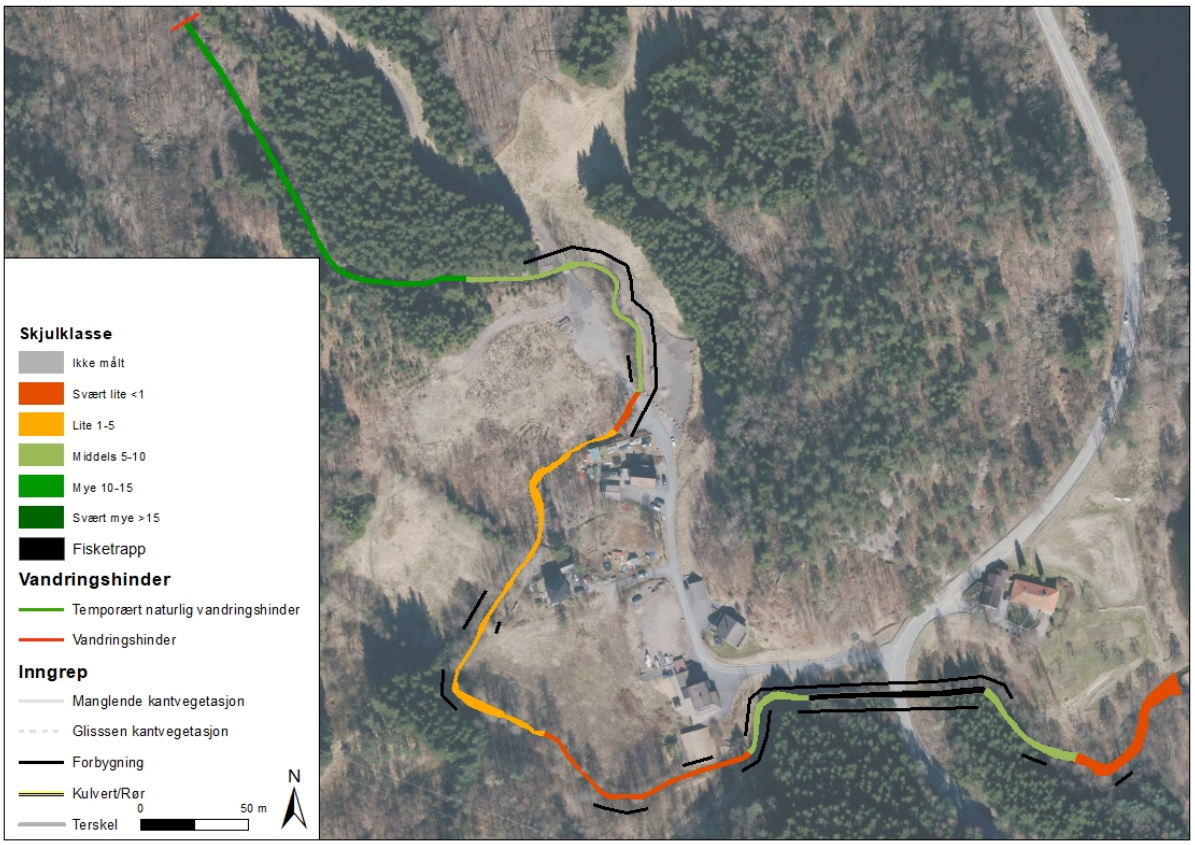
**Figur 45**. Eksempelbilder fra Kjeksebekken. Øverst: Bekken går i stryk og kvitstryk med mye kantvegetasjon. Nederst: Noen partier er flatere med lavere vannhastighet og finere substrat i elvebunnen.




**Figur 46**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Kjeksebekken.




**Figur 47**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Kjeksebekken.




**Figur 48**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Kjeksebekken.

## Vassdraget som ungfisk- og gytehabitat

Skjulverdiene i Kjeksebekken varierer mellom svært lite til mye. Gjennomsnittlig skjul for hele bekken er lite/middels (4.95). Særlig den lange glattstrømmen i midtre del av bekken har veldig lave skjulverdier. Her finnes det imidlertid mange trær og røtter som gir skjul til ungfisk og innslag av sand ser ut som å være naturlig ut ifra den lave fallgradienten. Det ble registrert 53 $m^2$ med potensielt gyteareal som utgjør 2,3 % av totalarealet av bekken opp til vandringshinderet. I tillegg ble det registrert en del flekkvise gyteplasser. Fisketrappen ser ut til å fungere ved visse vannføringer (det ble observert sjøørret oppstrøms trappen under kartleggingen), men den er ikke optimalt utformet. Basert på det elektriske fiske utført av Otra Laxefiskelag, er det dokumentert laks og aure i bekken siden 2004. Det har vært fanget mest aure, men i de siste årene ser det ut til at laks er mer vanlig forekommende. Generelt er det fanget lave til middels tettheter av ungfisk samlet sett siden 2004, men lave tettheter av laks.

## Aktuelle tiltak

For å lett oppvandringen av gytefisk, foreslås det å justere eksisterende fisketrapp. Det finnes et veldig høyt (ca. 1,5 m) og vanskelig «dobbelthopp» i øvre del av trappen. Det anbefales å øke vannspeilet nedstrøms ved å etablere en ekstra kulp.

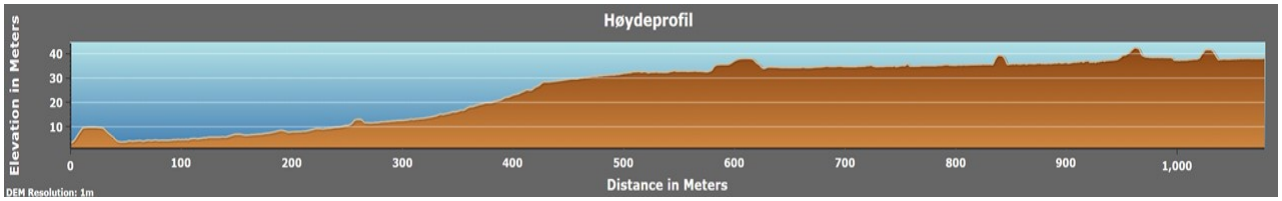
Ved kartleggingstidspunktet, var det ca. 0,5 m høydeforskjell fra vannspeilet i kulpen og inn i kulverten. I tillegg var det et fall på ca. 1 m mellom to kulpetrapper nedstrøms kulverten. Det kan være aktuelt å bygge en ny kulp nedstrøms kulverten for å få mindre høydeforskjeller.

Tiltaket med å utbedre vandringsveien ved å justere eksisterende fiskepassasje, er estimert med en kostnadsramme til ca. **100 000**.-. I tillegg bør det lages en tiltaksplan for justeringen. Dette har et kostnadsoverslag på ca. 50 000.-.

# 6.6 Lundebekken

## Eksisterende informasjon om vassdraget

Lundebekken munner ut på østsiden av Otra rett oppstrøms Ålestrømmen, ca. 14,7 km oppstrøms utløpet av Otra til sjøen. Den anadrome strekningen av vassdraget er ca. 1 080 meter lang fra samløpet med Otra og opp til vandringshinder. Lundebekken har en moderat fallgradient på ca. 3,2 % (**Figur 49**). Gradienten er imidlertid ujevnt fordelt da bekken er relativt bratt 300 meter fra utløpet og opp ca. 150 m, men har ellers en moderat til slak fallgradient.




**Figur 49.** Høydeprofil over Lundebekken (Hentet fra: hoydedata.no).

## Habitatkartlegging

Hele den anadrome delen av Lundebekken ble kartlagt den 11. september 2020. Resultater fra kartleggingen er vist i **Figur 51** - **Figur 53**.

Lundebekken ble kartlagt fra vandringshinder (rør) og ned til samløp med Otra. Den øvre halvdelen består av et rolig strykparti. Innslag av grus og sand i elvebunnen er høyt som medfører svært lave skjulverdier. Imidlertid er det mange potensielle gyteplasser i denne delen av bekken. Strekningen er stedvis rørlagt og erosjonssikret, delvis i form av glatt plastring. Etter at bekken krysser Lundevegen i en kulvert, øker gradienten og bekken renner i et bratt kvitstryk dominert av stein. Etter ca. 100 meter er bekken flatere igjen og fortsetter i et stryk ned til munningen hvor bekken på nytt renner gjennom et rør som er ca. 40 meter langt. Kantvegetasjon er delvis fraværende i øvre halvdelen, men tett i nedre halvdel.

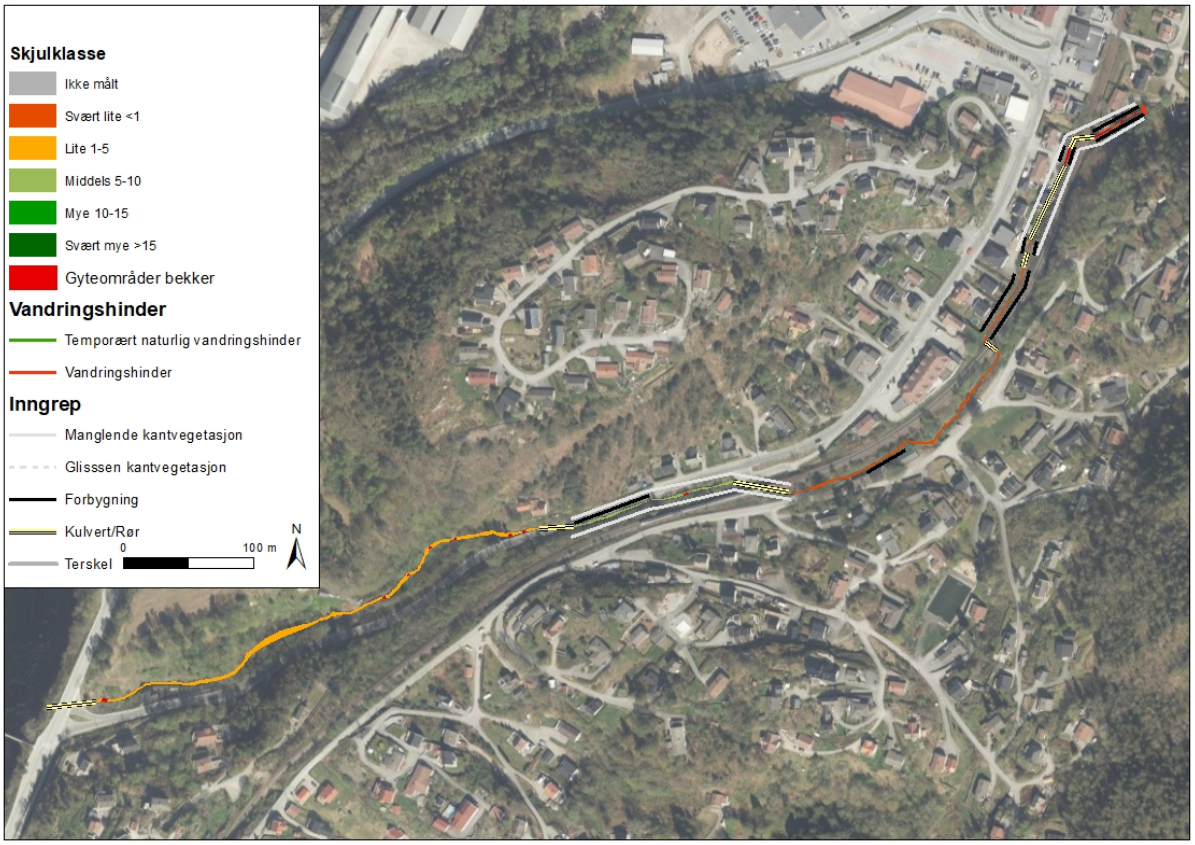
Bunnsubstratet i Lundebekken består av 39 % stein, 36 % grus, 17 % sand, 6 % blokk og 2 % mudder.

Av inngrep finnes det erosjonssikring og flere kulverter. Kantvegetasjon er stort sett tett langs hele bekken.

**Figur 50**. Eksempelbilder fra Lundebekken. Øverst: Bekken er påvirket av fysiske inngrep og er flere steder kanalisert og forbyd. Nederst: Det finnes urørte deler der bekken renner naturlig med overhengende kantvegetasjon og variert substrat, men preges av påvirkninger fra urbanisering.

**Figur 51**. Elveklasser, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lundebekken.

**Figur 52**. Substrat, gyteområder, ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lundebekken.




**Figur 53**. Skjul og ulike typer vandringshindre og fysiske inngrep i Lundebekken.

## Vassdraget som ungfisk- og gytehabitat

Skjulverdiene i Lundebekken er stort sett svært lite til lite og gjennomsnittlig skjul for hele bekken er 2.5 (lite). Det finnes noe skjul i form av røtter og trær i den nedre halvdelen av bekken. Det ble registrert 54 $m^2$ med potensielt gyteareal. Dette utgjør 3 % av totalarealet. I tillegg ble det registrert mange flekkvise gyteplasser. Tilgang til skjul er vurdert å være flaskehalsen for fiskeproduksjonen. Basert på det elektriske fiske utført av Otra Laxefiskelag, er det dokumentert laks og aure i bekken siden 2004. Aure dominerer og mer vanlig forekommende enn laks. Generelt er det fanget til dels svært høye tettheter av aure siden 2004 og lave tettheter av laks. I 2019 ble det fisket i øvre del av bekken, og det ble bare fanget aure ved denne undersøkelsen.

## Aktuelle tiltak

Det anbefales å legge ut steingrupper i den øvre halvdelen av bekken for å skape variasjon og skjulesteder. Dette vil bryte opp den noe homogene fremtoningen bekken har i dag, samt øke skjul og standplasser for fisk. I tillegg er det viktig å bevare kantvegetasjonen samt å revegetere den der den mangler.

Tiltaket med å legge ut steiner er estimert til en kostnadsramme på ca. **30 000**.-.

*I den øvre delen av Lundebekken anbefales det å legge ut flere steingrupper for å øke hydromorfologisk variasjon. Det er viktig med oppfølging i forhold til erosjonsskade på kantene.*

# 7. Litt om hydromorfologiske inngrep

Nedenfor har vi skrevet litt om ulike typer fysiske inngrep som påvirker vannforekomsters naturlige hydromorfologi.

### Terskel

Terskelbygging har i flere vassdrag ført til ødeleggelse av gyteområder ved å endre vannhastigheter og vanndyp slik at de ikke lenger er forenlig med fiskens krav til gytehabitat (Forseth & Harby 2013). Samtidig kan tersklene ha gitt redusert skjultilgang fordi terskelbasseng fungerer som sedimentfeller. I mange tilfeller er terskler bygget og dimensjonert for å gi et stort vanndekket areal av estetiske hensyn og for å gagne sportsfiske, men i mindre grad av hensyn til biologiske forhold. Det finnes flere studier som viser at fjerning av terskler kan være et effektivt tiltak for å gjenskape eller bedre gyte- og oppvekstforhold (Fjeldstad et al. 2012). I mange regulerte elver i Norge i dag, fjernes eller justeres etablerte terskler for å øke fiskeproduksjonen, siden slike terskelbasseng i mange tilfeller kan bidra til forringing av ungfiskhabitat. Flere terskler har blitt fjernet i regulerte elver på elvestrekninger med restvannføringer, dvs. relativt lite vann, nettopp for å øke kvaliteten på gjenstående produksjonsareal, selv om det totale produksjonsarealet blir lavere enn det var før fjerning av terskler. I Nidelva (Arendalsvassdraget) var tettheten av fisk lave med gjennomsnittlig tetthet på 2 fisk pr. 100 $m^2$ før de store tersklene ble revet. Etter terskelriving har tetthetene vært markant høyere med et årlig snitt på 42 fisk pr. 100 $m^2$ (Gabrielsen & Skår 2015). Hovedårsaken er at både gyte- og oppveksthabitat for ungfisk ble langt bedre etter at tersklene ble fjernet. Det er mulig å bygge terskler og samtidig ivareta fiskeproduksjon, men det er da viktig at tersklene dimensjoneres etter lokale forhold og konstrueres ut fra kunnskap om fiskens krav til leveområder i ulike områder i vassdraget.

### Kantvegetasjon

Kantvegetasjon i vassdrag er gjerne definert som det naturlige og viltvoksende planteliv langs vannkanten av ferskvann, som dekker sonen fra vannkanten og opp til flomsikkert land. Kantvegetasjon har stor betydning for natur og miljø langs elva. Det finnes flere årsaker til at kantvegetasjon blir fjernet, deriblant veibygging, vannkraftutbygging, flomkontrolltiltak, forbygninger, vedhogst og landbruksvirksomhet. Kantvegetasjon har imidlertid en rekke viktige funksjoner. Den er viktig for plante- og dyreliv og er et verdifullt landskapselement. I tillegg kan kantvegetasjon motvirke erosjon langs elvebredden og har en naturlig flomdempende effekt, hvilket også bidrar til å redusere forurensningen i vassdraget. Sedimenter og overflødige næringssalter filtreres ut gjennom kantvegetasjonen (Martin, 1999), hvilket også reduserer forurensning fra jorder og åpen mark. For fisken i vassdraget er kantvegetasjon viktig da den gir skjul og skygge langs elvebredden, og næring i form av evertebrater som er assosiert med vegetasjonstypen i området.

### Hvordan ta vare på kantvegetasjon?

Vannressursloven krever at det skal tas vare på en vegetasjonssone langs vassdraget (NVE m.fl., 2010). Nydyrkingsloven av 2. mai 1997 §6, med hjemmel i jordloven § 11 annet ledd, inneholder regler for bevaring av kantvegetasjon. Uten godkjent plan fra kommunen kan ikke jordeier iverksette nydyrking, og kommunen kan ikke godkjenne nydyrking som ikke opprettholder minst 6 meter med kantvegetasjon langs vassdrag med årssikker vannføring og minst 2 meter langs vassdrag uten årssikker vannføring.

Om kantvegetasjon allerede er fjernet, må denne restaureres gjennom planting av naturlig forekommende vegetasjonstyper. Tilstedeværelse av en naturlig frøbank for beplanting er en viktig forutsetning, og evnen til å restaurere en naturlig kantvegetasjon avhenger derfor av avstanden til nær naturlige strekninger. Man kan reetablere kantvegetasjon ved å ta trær fra nærliggende områder og plante disse med røttene i området man ønsker å reetablere vegetasjonen. Til dette fungerer Selje og Or særlig godt. Ved nyetablering av kantvegetasjon er bredden imidlertid utsatt for erosjonsfare i de første årene siden vegetasjonsutvikling tar tid. I slike tilfeller bør bredden beskyttes ytterligere med geotekstil eller en erosjonshud av stein (avhengig av gradient og hydromorfologi). Det ble etablert en rekke teknikker for å etablere vegetasjon og erosjonsvern av trær, særlig i lavlandselver, bl.a. med hjelp av faskiner. En nærmere beskrivelse finnes i Vassdragshåndboka.

Gamle trær er ofte ikke ønsket på plastring siden de kan veltes med røtter av storm og flom, og på denne måten rive hull i plastringen. Planting av trær rett bak plastringen er imidlertid mulig i de fleste tilfeller, delvis også etablering og skjøtsel av kantvegetasjon med unge trær og busker på plastring.

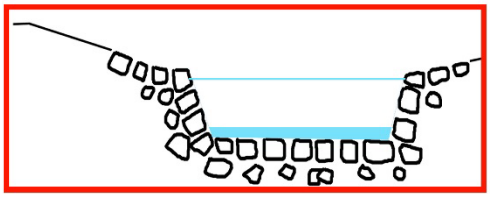
### Kanalisering

Kanalisering medfører en utretting av elveløpet, slik at svinger eller meandre rettes ut og totalt vanndekt areal blir redusert. Dette fører til en reduksjon i fiskeproduserende elveareal. I tillegg til at vanndekt areal blir redusert vil også habitatvariasjonen reduseres, hvilket kan medføre forringelse av det resterende elvearealets habitatkvalitet. Fallet per meter elvestrekning økes og elvens evne til å transportere sedimenter øker i de øvre delene av vassdraget. De viktigste effektene av kanalisering på det akvatiske miljøet er dermed tap av areal, endringer i strømforhold og økt tilførsel av suspendert stoff som gir økt turbiditet og økt mengde finpartikulert materiale som dekker det naturlige bunnsubstratet. Tap av habitat går både på areal og på redusert kvalitet av ulike leveområder, at naturlige kulp – stryk sekvenser ødelegges, at kantvegetasjonen fjernes og at substratet endres (McCarthy 1985; Brooks 1989). I visse tilfeller kan det la seg gjøre å gjenskape det gamle naturlige elveløpet. Om dette er vanskelig, kan kanskje deler av opprinnelig vannvei gjenskapes eller sideløp etableres for på den måten å øke produksjonsarealet.

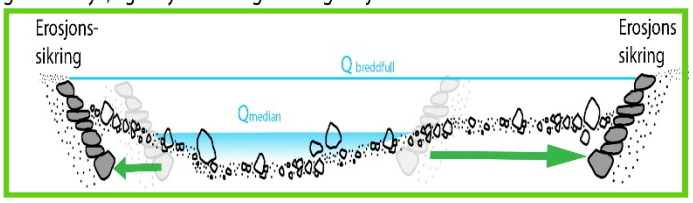
### Erosjonssikring eller forbygning

Ofte forbygges elvene for å redusere erosjon i utsatte områder. Erosjonssikring av flere typer forekommer. Noen steder er det valgt å plastre elvebreddene og tidvis også elvebunnen med glatte flater. Dette er negativt for miljøet i elven da det reduserer tilgjengelig skjul for fisk, samt endrer strømforholdene og elvens evne til å transportere sedimenter. Andre steder er elvebreddene forbygget med løs erosjonssikring av naturstein. Dette medfører langt mindre problemer enn en glatt plastring, da det fortsatt vil være hulrom tilgjengelig for fisken i selve erosjonssikringen. Stedvis kan virkningen av en slik sikring være positiv i elver hvor det finnes lite skjul i elvebunnen (f.eks. elver med stor andel sand/grus i elvebunnen). Erosjonssikring kan også være tilbaketrukket, slik at det fortsatt finnes en naturtypisk elvebredd innenfor sikringen. Forbygningen er da trukket unna ved å tilføre substrat og steinelementer (rullestein/storstein) langs elvebredden innenfor forbygningen. Man skaper da en ny elvebredd med dynamisk substrat og forbygningen i bakkant, altså en «elv i elven». Slik kan en naturtypisk elvebredd skapes og øke variasjon i strømningsmønster, habitatdiversitet og skjul for ungfisk i området mens erosjonssikringen fortsatt er intakt. En slik sikring gir plass til en bredere elveseng, som gir mer plass til flomvann og mindre oppstuingseffekt, og også plass til sideløp, bakevjer, høler, grunne stryk, egendynamikk og kantvegetasjon.

IKKE SÅNN



En tilbaketrukket erosjonsikkring gir rom for en breiere elveseng med mer plass til flomvann og mindre oppstuingseffekt. Dessuten rom for sideløp, bakevjer, høler, grunne stryk, egendynamikk og kantvegetasjon.




En gunstig substratblanding består av ca. 20 % grus (16-64 mm), 70 % rullestein (100-400 mm) og 10% større stein (opptil 1,5 m)

## Rørlegging og kulverter

Krysningspunkter mellom veg og vassdrag er sårbare punkter for erosjon. Elver og bekker blir ofte lagt i rør (kulvert) ved slike krysningspunkt. Igjennom kulverten økes vannhastigheten fordi den ofte er en innsnevring i forhold til elvas naturlige bredde og fordi kulverten fører til en økt fallhøyde. Dette vil i sin tur gi økt erosjon umiddelbart nedstrøms krysningspunktet og tilsvarende større sedimentasjon når gradienten og strømhastigheten avtar (Furniss et al. 1991). Gyteområder for fisk nedstrøms en kulvert vil derfor være utsatt. Videre kan kulverter være utformet eller plassert slik at de fungerer som et vandringshinder for fisk. Årsakene kan være for lite vanndyp i kulverten, mangel på hvilekulp nedstrøms kulverten eller for høy plassering slik at fisken ikke klarer å hoppe inn i den. Lengden på det anadrome strekket vil, i tilfeller der kulvert fungerer som vandringshinder, bli kortere med tilsvarende reduksjon av produksjonsareal for anadrom fisk. I verste fall ligger de eneste områdene som egner seg for gyting oppstrøms kulverten, slik at vassdraget ikke lenger kan produserer sjøaure.

I tillegg finnes ofte rister ved kulverter og rør. Disse er stort sett passerbare for all fisk så lenge stavavstanden er over 10 cm. Tilstoppes ristene med drivgods, er de ikke lengre passerbare. Slike tilstoppinger er vanlig om høsten på grunn av løv og annet terrestrisk materiale som driver nedover bekkene. Rister bør derfor vedlikeholdes og renses regelmessig, særlig i og før vandreperioden. Dette vil også redusere fare for oversvømmelse.

## Vandringsvei og fiskepassasjer

Det er avgjørende for produksjonen av sjøaure i en bekk, at gytefisken finner en passerbar vandringsvei opp til gyteplassene slik at den kan forplante seg. Gytemodne laksefisk er ikke de eneste som vandrer. I regionen finnes det stingsild, skrubbe og katadrom ål. Særlig sistnevnte kan vandre langt opp i bekken og kan krype over land, så lenge den er fuktig (fossesprøyt, regn) og det finnes strukturer ålen kan bevege seg i (grus, mose, gress). Også ungfisk av aure og laks vandrer opp og ned i bekken (migrasjon). Særlig eldre ungfisk kan oppsøke mer gunstig habitat med lavere tetthet, mer skjul og/eller mer mat. Sjøaure kan også vandre i saltvann lenge før den typiske smoltifiseringen finner sted. I flere av våre prosjekter har vi sett årsyngel av sjøaure i sjøvann/brakkvann. Det er sannsynlig at yngelen

ikke holder seg der hele tiden, men gjennomfører korte næringsvandringer fra bekken. En passerbar vandringsvei sørger for en fordeling av fisk i et vassdrag som er gunstig for den samlede fiskeproduksjonen. Gytemoden sjøaure og laks er forholdsvis sterke svømmere og kan hoppe når forholdene er tilstrekkelige. Ungfisk, ål og stingsild har ikke de samme egenskapene.

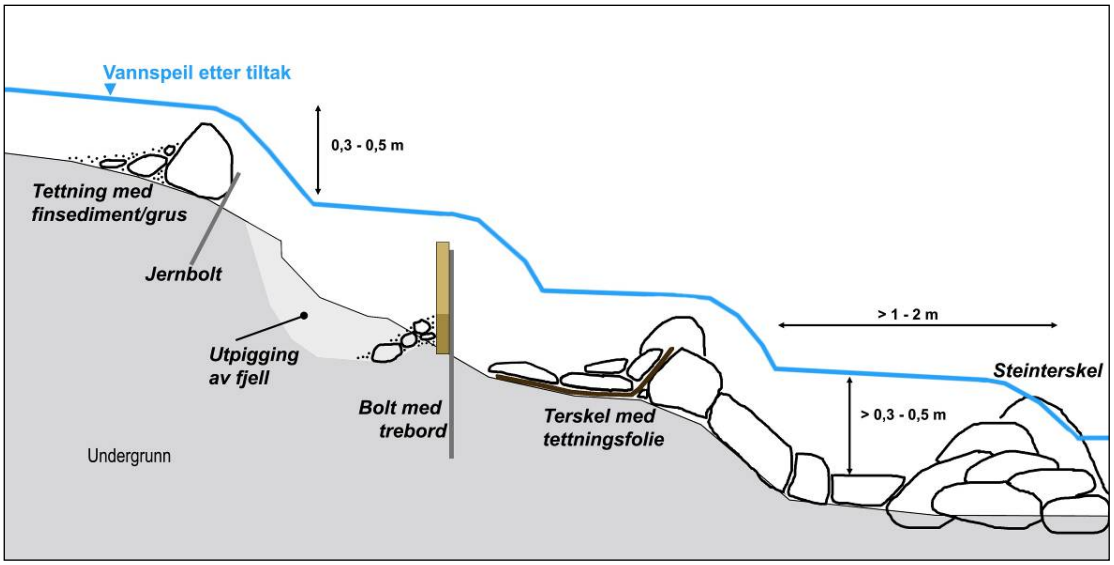
Betrakter man gytemoden sjøaure sitt behov som minstekrav, kan man sammenfatte de viktigste kriteriene som beskrevet nedenfor. Fall, strømhastighet og høydeforskjell er gjerne lavere for ungfisk og andre arter.

- Gytemoden sjøaure vandrer oftest ved vannføringer over middel vannføring. Fiskepassasjer bør dimensjoneres deretter og bør fungere for vannføringer mellom middel og ca. 1-årsflom.

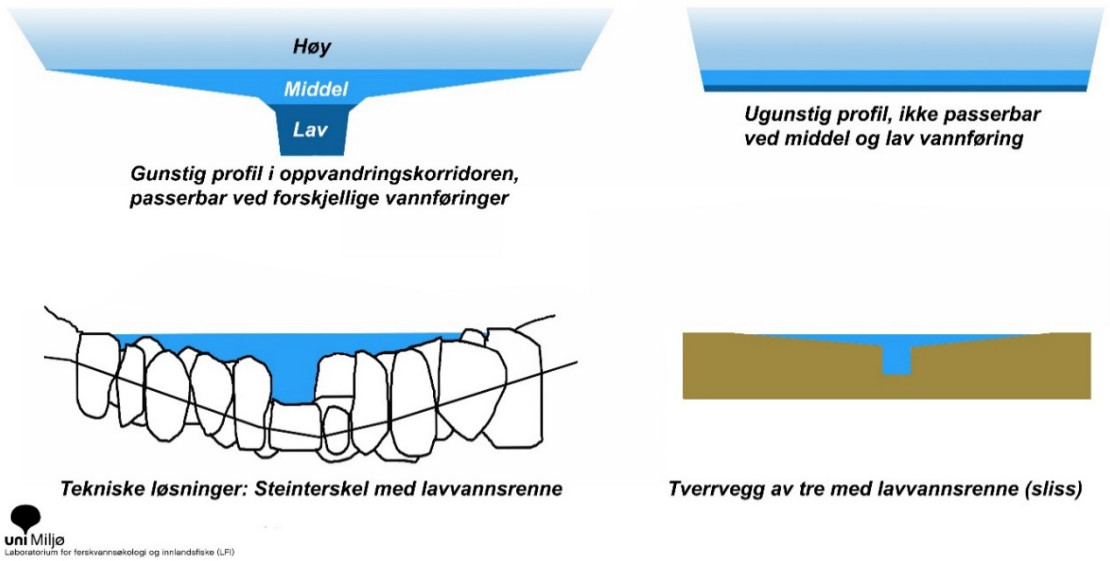
- Fiskepassasjen bør enten utformes som elveløp med terskel-kulp-sekvenser (gradient < 10 %, helst < 5 %), som kulpetrapp (dersom dimensjonerende vannføring er liten, < 100 l/s), eller som vertical-slot-pass dersom vannføring er større enn 100 l/s og dersom det er varierende vannstand (FAO 2002).

- Høydeforskjellen mellom kulper eller bassenger bør ligge mellom 0,3 og 0,5 m, og gjerne lavere. Bassenger og kulper bør ikke være for turbulent (helst < 350 $W/m^3$) og bør derfor har en dybde med minst 0,3 m, en lengde av minst 2 m og en bredde av 1 m (avhengig av vannføring og høydeforskjell). **Figur 54** viser forskjellige metoder for å justere et bratt stryk slik at det blir passerbart for fisk ved de fleste relevante vannføringer. Terskel i vandringskorridoren bør utformes med lavvannsrenne som vist i **Figur 55**. Dette gir bedre forhold for forskjellige vannføringer og vannstander. Sjøaure kan hoppe, men bare hvis kulpen nedenfor er dyp nok. Som tommelregel bør spranghøyde ligge under 0,8 m ved middelvannføring. Større fisk kan hoppe høyere, mindre fisk vil ha vanskeligheter med dette.

- Det er ikke bare gytemoden sjøaure som vandrer. Også yngel, og da særlig 1+ og 2 + vandrer mellom habitater innenfor elven og kan sørge for en bedre fordeling av ungfisken. Dessuten finnes katadrom ål i de fleste vassdrag som vandrer som ungfisk. Yngel og ål har mindre evne til å forsere stryk og terskler enn voksen sjøaure og laks. Derfor bør verdiene for utforming av fiskepassasjer som er nevnt ovenfor helst ligge i den laveste delen av den fremstilte rekkevidden. Ål kan i de fleste bekker finne alternative oppvandringsruter langs bredden ved flom og regn dersom elvebredden har høyt morfologisk mangfold (grovt substrat, mose eller vegetasjon).




**Figur 54.** Forskjellige metoder for terskeltrinn som fører til bedre oppvandringsvilkår i et bratt stryk (prinsippskisse i lengdeprofil).




**Figur 55**. Tverrprofiler gjennom terskler i oppvandringskorridor.

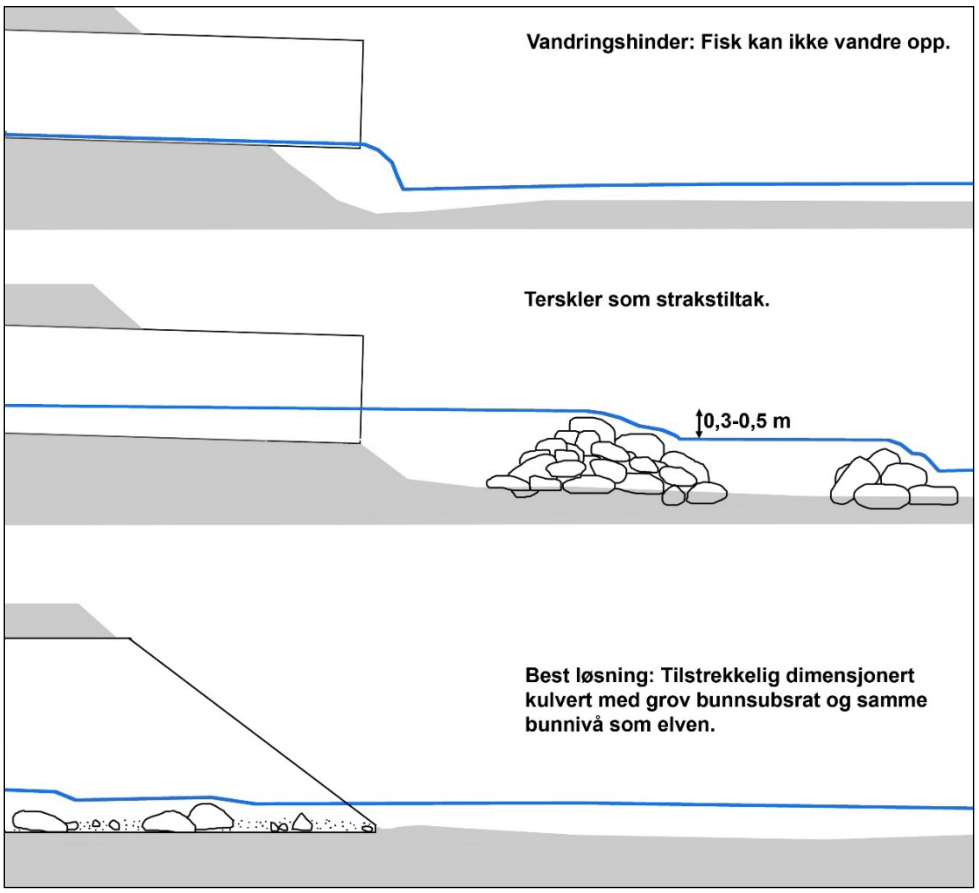
I bekker er det ofte veikulverter og bekkelukkinger som fungerer som vandringshinder. Kulvert og rør bør utformes som beskrevet i DN (2002, **Figur 57**):

- Bunnen skal være ru og bestå av rullestein og grov grus.
- Inngang og utgang skal ligger under vann.
- Ved middel vannhastighet over 1,5 m/s i kulvert bør kulvertens bunn utformes med terskler og kulper som i en fiskepassasje (eksempel i **Figur 56**).

Ofte finnes rister ved kulverter og rør. Disse er stort sett passerbare for all fisk så lenge stavavstanden er over 10 cm. Tilstoppes ristene med drivgods, er de ikke lengre passerbare. Slike tilstoppinger er vanlig om høsten på grunn av løv og annet terrestrisk materiale som

driver nedover bekkene. Rister bør derfor vedlikeholdes og renses regelmessig, særlig i og før vandreperioden. Dette vil også redusere fare for oversvømmelse.

**Figur 56**. Bildet fra bygging av ny veikulvert ved en bekk i Sotra, Hordaland våren 2010. Her støpes det tverrvegger for å lette oppvandringen for fisk.




**Figur 57**. Lengdeprofil av tre kulverter med forskjellig effekt på fiskevandring (etter DN 2002).

Kostnadene for habitatjusterende tiltak er ofte forholdsvis lave. Et eksempel her er en ny veikulvert i Apeltunvassdraget som Bergen kommune sanerte i 2010 på grunn av flomvern ovenfor. Kulverten var tidligere et vandringshinder og er nå passerbar for fisk (**Figur 58**). Med enkle og kostnadsvennlige tiltak som steiner, bjelker, ledebuner og dannelsen av dypvannsrenner (strukturer) i kulvert, kan mulighetene for fiskevandring for stor og liten fisk gjennom kulvert bedres betydelig.

**Figur 58**. Bildet viser ny kulvert etablert i Apeltunvassdraget som ble sanert av Bergen kommune og som nå er passerbar for fisk igjen. Dette er et eksempel på et enkelt tiltak i kulvert med betongbunn. Etablering av strukturer, i dette tilfelle som steiner og dypvannsrenne, kan være nok for å sikre vandringsveien for fisk. Andre strukturer kan være ledebuner og terskler med lavvannsrenne.

I prosjekteringen av nye veiprosjekter og spesielt i anleggsfasen, bør rene fiskebiologer være med på planleggingen og ikke minst ha kontakt med entreprenør når krysningspunktet skal etableres. På den måten tror vi at man sikrer en god løsning for fiskevandring ved anleggsarbeidet og unngår merkostnader ved eventuelle justeringer av krysningspunktet på et senere tidspunkt. Basert på resultatene fra denne undersøkelsen, viser det seg at en vurdering av bekken som sjøaurevassdrag bør gjøres før veiarbeidet tar til. I visse tilfeller, som for noen av bekkene i denne rapporten, kan det vise seg at bekken ikke er egnet til produksjon av sjøaure og som heller ikke er viktig for brunaure. Dermed trenger man ikke å ta hensyn til fiskevandringer ved krysningspunktet mellom vei og aktuell bekk.

### Ripping eller harving

Harving eller ripping av substratet utføres for å fjerne finsedimenter og løse opp bunnsubstrat, og med dette øke skjul og hulrom for både fisk og bunndyr. Harving kan utføres ved bruk av gravemaskin og vanlig grabb. Teknikken går ut på å omfordele substratet på stedet uten å fjerne substrat fra elvebunnen, ved å trekke grabben gjennom elvebunnen. Så lenge strømhastigheten er høy nok vil finsedimenter da bli frigjort og hulrom mellom stein blir tilgjengelig for fisk og bunndyr. Ripping går ut på samme prinsipp som ordinær harving, men istedenfor å benytte grabb på maskinen benyttes en «teleripper» til å løse opp substratet. En ripper fungerer som en «stålklo» og er opprinnelig utviklet for å rive opp tele. Ripper har av erfaring vist seg å fungere bedre enn grabb på større arealer.

# 8. Referanser

Aulio, K. (1987) Rapid decline of mass occurrences of Juncus bulbosus in a deacidified freshwater reservoir. Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica, 63, 41-44.

Borsányi, P., Alfredsen, K., Harby, A., Ugedal, O. & Kraxner, C. 2004. A meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. Hydroécologie Appliquée 14(1): 119–138.

Brandrud, T. E. (2002) Effects of liming on aquatic macrophytes, with emphasis on Scandinavia. Aquatic Botany, 73, 395-404.

Brandrud, T. E., & Roelofs, J. G. M. (1995) Enhanced growth of the macrophyte Juncus bulbosus in S Norwegian limed lakes. A regional survey. Water Air and Soil Pollution, 85, 913-918.

Bremset, G. & Berg, O.K. 1997. Density, size-at-age, and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*salmo trutta*) in deep river pools. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 2827-2836 (1997).

Bremset, G. & Museth, J. 2019. NINA Prosjektnotat 173 Fiskebiologiske undersøkelser i Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva Resultater fra elektrisk båtfiske i 2019 Trondheim, 25. november 2019.

Brooks, A. 1989. Alternative channelization procedures. Pp. 139-162 in: Gore, J.A. & Petts, G.E. (ed.). Alternatives in regulated river management. CRC Press, Florida, USA.

Brundu, G. (2015) Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. Hydrobiologia, 746, 61-79.

DN 2002: Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner. Håndbok 22-2002. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim

Egertson, C. J., J. A. Kopaska & J. A. Downing, 2004. A century of change in macrophyte abundance and composition in response to agricultural eutrophication. Hydrobiologia 524: 145-156 doi:DOI 10.1023/B:HYDR.0000036129.40386.ce.

Einum, S. & Nislow, K.H. (2011). Variation in population size through time and space: theory and recent empirical advances from Atlantic salmon. In: Atlantic Salmon Ecology, pp. 277- 298 (eds. Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal). Wiley-Blackwell.

Finstad, A. G., S. Einum, O. Ugedal, and T. Forseth. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. Journal of Animal Ecology 78:226–35.

Fjeldstad, H.-P., Barlaup, B.T., Stickler, M., Gabrielsen, S.-E. & Alfredsen, K. 2012. Removal of weirs and the influence on physical habitat for salmonids in a Norwegian river. River Research and Applications 28: 753 – 763.

FAO 2002: Fish passes - design dimensions and monitoring. Food and Agriculture organization of the United Nations. ISBN 92-5-104894-0. Roma

Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA Temahefte 52. 90 s. http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/temahefte/052.pdf

French, T. D. & P. A. Chambers, 1997. Reducing flows in the Nechako River (British Columbia, Canada): potential response of the macrophyte community. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54: 2247-2254.

Furniss, M.J., Roelofs, T.D. & Yee, C.S. 1991. Road construction and maintenance. American Fisheries Society Special Publication, 19: 297-324.

Gabrielsen, S-E. & Skår, B. 2015. Evaluering av tiltak for å øke produksjonen av laks i Nidelva – oppfølgende undersøkelser i årene 2013, 2014 og 2015. Uni Research Miljø LFI Notat 03.12.2015.

Hussner, A., Stiers, I., Verhofstad, M. J. J. M., Bakker, E. S., Grutters, B. M. C., Haury, J., Hofstra, D. 2017. Management and control methods of invasive alien freshwater aquatic plants: A review. Aquatic Botany, 136, 112-137.

Kagami, M., Nishihiro, J., & Yoshida, T. (2019) Ecological and limnological bases for management of overgrown macrophytes: introduction to a special feature. Limnology, 20, 1-2.

Martin, T. L., N. K. Kaushik, J. T. Trevors, and H. R. Whiteley (1999). Review: denitrification in temperate climate riparian zones. Water, Air, and Soil Pollution, 111, 171–186.

McCarthy, D.T. 1985. The adverse effects of channelization and their amelioration. Pp. 83- 97 in: Alabaster, J.S. (ed.) Habitat modification and freshwater fisheries. Symposium of the European Inland Fisheries Advisory Commission. Butterworth Publishers.

NVE, Fylkesmannen og Fylkeskommunen Rogaland (2010): Inngrep i vatn og vassdrag – ei rettleiing. Brosjyre 20, tilgjengelig fra: https://www.fylkesmannen.no/globalassets/fm-rogaland/dokument-fmro/miljo/informasjonsskriv/inngrep-i-vatn-og-vassdrag---ei- rettleiing.pdf

Ochs, K., R. P. Rivaes, T. Ferreira & G. Egger, 2018. Flow Management to Control Excessive Growth of Macrophytes - An Assessment Based on Habitat Suitability Modeling. Frontiers in Plant Science 9: doi:ARTN 356

Proćków, 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.

Pulg, U. Barlaup B.T., Skoglund H., Velle, G. Gabrielsen S-E., Stranzl S., Olsen E. E., Lehmann, G. Wiers, T., Skår, B. Nordmann E. & Fjeldstad, H.P. 2018: Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. LFI-Rapport 296.

Schneider, Susanne Claudia; Demars, Benoît Olivier Laurent. 2020. Vannplanter i Otra oppstrøms Brokke før og nå, og hva det betyr for problemvekst av krypsiv. NIVA rapport

RAPPORT L.NR. 7484-2020.

Roelofs, J. G. M. (1983) Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters in The Netherlands I. Field observations. Aquatic Botany, 17, 139-155.
Rose, N. L. (2007) Lochnagar: the natural history of a mountain lake, Springer, Dordrecht, the Netherlands.

Svedang, M. U. (1992) Carbon dioxide as a factor regulating the growth dynamics of Juncus bulbosus. Aquatic Botany, 42, 231-240.

Velle, G., Kurz, T. og Dolva B. 2019. Kartlegging av krypsiv manuelt og med drone - en pilotstudie. LFI rapport 353. NORCE Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske, Bergen, Norge. 55 sider. ISNN 2535-6623.

Velle, G., Skoglund, H., Barlaup, B. (in press). Effects of nuisance submerged vegetation on the fauna in Norwegian rivers. Hydrobiologia

Velle, G., Skoglund, H., Skår, B., & Barlaup, B. (2014) Påvirkning av krypsiv på anadrom fisk og biologisk mangfold av bunndyr. Uni Research, LFI rapport nr. 231, Bergen.

Verhofstad, M. J. J. M., Alirangues Núñez, M. M., Reichman, E. P., Van Donk, E., Lamers, L. P. M., & Bakker, E. S. (2017) Mass development of monospecific submerged macrophyte vegetation after the restoration of shallow lakes: Roles of light, sediment nutrient levels, and propagule density. Aquatic Botany, 141, 29-38.

Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. (2011). Atlantic Salmon Ecology. Wiley- Blackwell, 467 pp.