

Habitatkartlegging av Bolstadelva og Vosso i 2020



NORCE

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

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

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 423

Tittel: Habitatkartlegging av Vosso og Bolstadelva i 2020

Dato: 22.10.2021

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen, Bjørn T. Barlaup, Bjørnar Skår og Tore Wiers

Bilder: Fotografier er tatt av Norce LFI

Geografisk område: Vestland , Norge

Oppdragsgiver: Statsforvalteren, Vestland

Kontaktperson hos oppdragsgiver: Gry Walle

Antall sider: 44

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

Refereres som: Gabrielsen, S.-E., Barlaup, B. T., Skår, B. & Wiers. T. 2021. Habitatkartlegging av Vosso og Bolstadelva i 2020. LFI Rapport nr. 423.

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 Habitatflaskehals og begrensede faktorer	9
2. Materiale og metoder	9
2.1 Habitatkartlegging	9
3. Resultater	14
3.1 Bolstadelva - elveklasser	14
3.2 Bolstadelva - substrat.....	16
3.3 Bolstadelva - skjul og kantvegetasjon.....	17
3.4 Bolstadelva - fysiske inngrep.....	18
3.5 Bolstad - gyteområder.....	19
3.6 Vosso - elveklasser	20
3.7 Vosso - substrat	22
3.8 Vosso - skjul og kantvegetasjon	24
3.9 Vosso -fysiske inngrep.....	26
3.10 Vosso - gyteområder.....	28
3.11 Vosso oppstrøms Vangsvatnet - elveklasser	29
3.12 Vosso oppstrøms Vangsvatnet - substrat.....	29
3.13 Vosso oppstrøms Vangsvatnet - skjul og kantvegetasjon.....	30
3.14 Oppstrøms Vangsvatnet - fysiske inngrep.....	31
3.15 Gyteområder for hele vassdraget.....	32
3.16 Oppsummering av elveklasser, substrat og skjul i Vossovassdraget.....	33
4. Samlet vurdering av mulige flaskehals og begrensede faktorer	35
4.1 Estimert smoltproduksjon basert på habitatkvalitet.....	36
5. Forslag til aktuelle tiltak og oppfølgende undersøkelser	39
6. Referanser	43

Sammendrag

NORCE LFI fikk i 2020 i oppdrag fra Fylkesmannen Vestland v/Gry Walle å kartlegge Bolstadelva og Vosso. Hovedformålet med kartleggingen var å gjøre en vurdering av oppvekst- og gyteforhold for laks og sjøaure på lakseførende strekning. Kartlegging av fysiske egenskaper som substratstørrelser, hulromkapasitet (skjul), elveklasser og mulige gyteområder var hovedmålet med kartleggingen. I tillegg var det søkelys på fysiske inngrep i elva som f.eks. terskler, forbygninger og fyllinger. Kartleggingen omfattet Bolstadelva og Vosso samt strekningen fra samløpet mellom Raundalselva og Strandaelva og ned til Vangsvatnet. Vangsvatnet, Seimsvatnet og Evangervatnet samt et juv nedstrøms Seimsvatnet ble ikke kartlagt. Kartleggingen ble utført 6-7 april 2020. Arbeidet ble utført ved at to 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. I tillegg ble store deler av vassdraget fotografert med drone. Dronebilder komplimenterer den fysiske kartleggingen gjort ved snorkling.

Kartleggingen omfattet en elvestrekning på i alt 14,7 km. Bolstadelva er 3,4 km, Vosso er 9,2 km og i tillegg ble en strekning på 2,1 km fra Vangsvatnet og opp til samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva kartlagt. Totalt utgjør dette et elveareal på 991 615 m², der Bolstadelva utgjør 236 721 m² (24 %), Vosso 607 195 m² (61 %) og strekningen oppstrøms Vangsvatnet 147 699 m² (15 %). Vannføringen målt på Bulken var ca. 23 m³/s og vannføringen målt ved Evangervatnet var ca. 48 m³/s under kartleggingen.

Bolstadelva er dominert av stryk og glattstrømpartier og en del kulper. Dette gjør at elvebunnen er dominert av stein og blokk. Substratsammensetningen gjenspeiler i stor grad elveklassene og gradientforholdene og skiller seg en god del fra Vosso som har en flatere fallgradient. Hele 83 % av elvearealet har mye til middels skjul. En god del av kantvegetasjonen er fjernet på grunn av bebyggelse, jernbane og veier. Bolstadelva har en moderat mengde gyteareal tilsvarende 3,5 % av totalt elveareal. Gyteområdet i Langahølen og på utløpet av Vassenden er spesielt store og viktige gyteområder. Fordelingen av de andre gyteområdene ellers i elva gjør at tilgangen til gyteområder med stor sannsynlighet ikke er en flaskehals for fiskeproduksjonen i Bolstadelva.

Vosso nedstrøms Vangsvatnet er dominert av store kulper og glattstrømpartier som veksler mellom forholdvis dype og sakteflytende parti med flat profil, og mer hurtigrennende stryk med en brattere fallgradient. Elvebunnen er variert og har omtrent like store andeler av grus, stein og blokk. Denne substratsammensetningen gjenspeiler i stor grad elveklassene og gradientforholdene. Det er mye blokk og stor stein i de bratte strykene, mens sand og silt normalt observeres i kulper og i de store hølene. I glattstrømpartier og i ruglestrømpartier ble det observert mest grus og her fantes også de største gyteområdene. Det relativt store innslaget av grus og sand fører til at hele 45 % av elvearealet har lite til svært lite skjul for ungfisk, mens 42 % av elvearealet har middels til mye skjul. En god del av kantvegetasjonen er fjernet, men en større andel enn i Bolstadelva var intakt. Det er stort sett på grunn av

jernbanen, veier og noe landbruk at kantvegetasjonen er fjernet. Totalt registrert mengde gyteareal fra Evangervatnet og opp til Voss sentrum vurderes som moderat. Gyteområdene ved Skorve, Kvilekvål, Geitle, utløp Seimsvatnet, Flagahølen, utløp Vangsvatnet og innløpet til Vangsvatnet er spesielt store og viktige gyteområder. Utfra den samlede størrelsen og fordelingen av gyte plassene, er tilgangen til gyteområder med stor sannsynlighet ikke en flaskehals for fiskeproduksjonen i Vosso.

Strekningen oppstrøms Vangsvatnet er dominert av glattstrøm som er forholdsvis dyp og sakteflytende med flat profil. Øvre del er noe brattere og her er det innslag av noen kulper og stryk. Substratet på elvestrekningen er i stor grad dominert av grus, stein og noe sand. Hele 98 % av elvearealet fra Vangsvatnet og opp til samløpet har lite til svært lite skjul for ungfisk. Mye av kantvegetasjonen er intakt, men en god del av kantvegetasjonen var fjernet på grunn av bebyggelse og urbanisering.

Totalt gyteareal i Vossovassdraget fra Bolstadfjorden og opp til samløpet mellom Raundalselva og Strandaelva utgjør 4,8 % av det totale elvearealet og tilsvarer en moderat mengde gyteareal. Fordelingen av gyteområdene i hele vassdraget og arealberegninger viser at det er mye gytemuligheter i 56 % av totalt elveareal, moderat i 22 % og lite i 23 %. Samlet tilsier dette at det er gode gytemuligheter i hele Vossovassdraget. Tilgangen til gyteområder vurderes derfor ikke til å være en flaskehals for fiskeproduksjonen. Vurderingen styrkes av at det ble observert gyteområder i alle segment og at det trolig ligger flere spredte små gyte plasser i tillegg til våre observerte gyteområder.

Bolstadelva er generelt brattere enn Vosso og har generelt en høyere andel strykpartier med mer blokk og skjul for ungfisk i elvebunnen. 87 % av elvebunnen i Bolstadelva består av stein og blokk, mens denne andelen i Vosso er 48 %. Videre har Vosso mye mer grus med et innslag på 32 % av totalarealet, mens i Bolstad er grusandelen på 12 %. Forskjellene i substratsammensetningen i elvebunnen fører til et bedre skjultilbud for ungfisk i Bolstadelva enn i Vosso. 50 % av arealet i Bolstad har mye skjul for ungfisk, mens tilsvarende i Vosso er 13 %.

Samlet sett viser kartleggingen at det forekommer gyting av laks i hele Vossovassdraget. Imidlertid er det flere steder lite hulrom i elvebunnen og dermed dårlige skjulforhold for eldre ungfisk i flere av de undersøkte områdene. Dypere områder (store dype høler) kan kanskje være en faktor som i seg selv virker som skjul for ungfisk (NORCE LFI, egne observasjoner). Betydningen av dette er usikker og vektlegges ikke i denne vurderingen. Analysen basert på den fysiske kartleggingen, tilsier at skjul er begrensende for fiskeproduksjonen i en del av segmentene, mens tilgangen til gytemuligheter er begrensende i noen få områder. En samlet vurdering tilsier at det er moderate produksjonsforhold med tanke på gyte- og skjulmuligheter i Vossovassdraget og at tilgangen til skjul trolig er den faktor som påvirker produksjonen mest negativt. Av de totalt 13 segmentene kartlagt i Vossovassdraget, ble 3 kategorisert som å ha høyt potensial for smoltproduksjon (24 % av elvearealet), 8 segment hadde moderat (62 % av elvearealet) og 2 hadde lavt antatt potensial for smoltproduksjon (14 % av elvearealet). Basert på denne analysen og kunnskap fra andre vassdrag angående produksjonen av smolt,

er smoltproduksjonen potensielt antatt å være fra 54 800 - 85 500 smolt. Dette gir en tetthet av laksesmolt fra 5,5 – 8,6 pr. 100 m². I Bolstadelva er produksjonen av smolt utfra samme forutsetninger anslått å variere fra 18 926 – 27 800 smolt, mens tilsvarende variasjon i Vosso nedstrøms Vangsvatnet er fra 30 103 – 48 038 smolt og Vosso oppstrøms Vangsvatnet fra 5 745 – 9 630 smolt. Basert på denne tilnærmingen blir det relativt sett produsert flest smolt pr. 100 m² i Bolstadelva (fra 8,0 til 11,7 smolt) og minst oppstrøms Vangsvatnet (fra 3,9 til 6,5 smolt). Tilsvarende er det antatt at smoltproduksjonen i Vosso varierer fra 5,0 til 7,9 pr. 100 m².

I dette anslaget er det ikke tatt høyde for at det også kan produseres smolt i innsjøene. Det er kjent fra tidligere at laksen også bruker innsjøene som leveområde i både Vossovassdraget og i flere andre laksevassdrag både på Vestlandet. Selv om produksjonen av laks pr. arealenheter vil være lavere i innsjøene sammenliknet med elvestrekningene, utgjør Evangervatnet, Vangsvatnet og Seimsvatnet til sammen et så stort areal at de totalt sett kan utgjøre et betydelig bidrag til vassdragets produksjon av laksesmolt. I tillegg produseres det laksesmolt i Teigdalselva og delene av Strandaelva og Raundalselva som ikke er kartlagt (oppstrøms samløpet). Det er derfor rimelig å anta at det reelle potensialet for smoltproduksjon i hele Vossovassdraget er høyere enn 85 500 smolt.

Basert på resultatene fra denne kartleggingen og analyser av flaskehals, finnes det flere aktuelle tiltak for å bedre forholdene for lakseproduksjonen i Vossovassdraget. Mangel på skjul i elvebunnen fremstår som den flaskehalsen som har mest negativ påvirkning på produksjonen av ungfisk i hele elva. Aktuelle tiltak for å bøte på dette er såkalt «ripping» av elvebunnen for å skape gyte- og skjulmuligheter og å legge ut stein- og blokkgrupper samt å danne strømsettere og ledebuner for å danne hydromorfologisk variasjon. «Ripping» er aktuelt å gjennomføre på Vassenden i Bolstadelva for å fjerne sedimentering og begroing.

Utlegg av stein og steingrupper er bl.a. aktuelt på nedre del av strekningen fra Voss sentrum og ned til Vangsvatnet. Det er mye gyteareal tilgjengelig på denne strekningen, men tilgangen til skjul for ungfisk er begrensende. Langsgående rekker med blokker og steiner ved elvekant, men og skråstilte ledebuner, vil trolig gi best effekt i form av økt fiskeproduksjon.

Det gjøres oppmerksom på at tiltakene kan endre hydromorfologisk utforming av elva og dermed også endre det estetiske inntrykket man får av selve elva, 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. En kan eksempelvis velge å utføre tiltak i dypere parti (mindre synlig) og der en allerede har inngrep i vassdraget, for eksempel langsmed forbygninger. I flere av de undersøkte segmentene, er det lite skjul uten at vi foreslår habitattiltak. Årsaken til dette, er at vi har vurdert strekningen til å ha en naturlig hydromorfologisk tilstand uten nevneverdig påvirkninger fra mennesker. Vi anser dette for å være nær naturtilstanden uten menneskeskapt påvirkning og anbefaler av den grunn ikke å utforme habitattiltak her.

1. Bakgrunn og hensikt

NORCE LFI utførte kartlegging av Bolstadelva og Vosso våren 2020. Hovedformålet med kartleggingen er å gjøre en vurdering av oppvekst- og gyteforhold for laks og sjøaure i vassdraget. Kartleggingen ble utført etter prinsippene beskrevet i *Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag* (Forseth & Harby 2013) og Pulg m.fl. (2011), der det settes søkelys på å beskrive gyteforhold og oppveksthabitat for ungfisk. Kartlegging av fysiske egenskaper som substratstørrelser, hulromkapasitet (skjul), mesohabitat og mulige gyteområder var hovedmålet med denne kartleggingen. I tillegg var det søkelys på fysiske inngrep i elva som f.eks. elveforbygninger.

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 egne 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

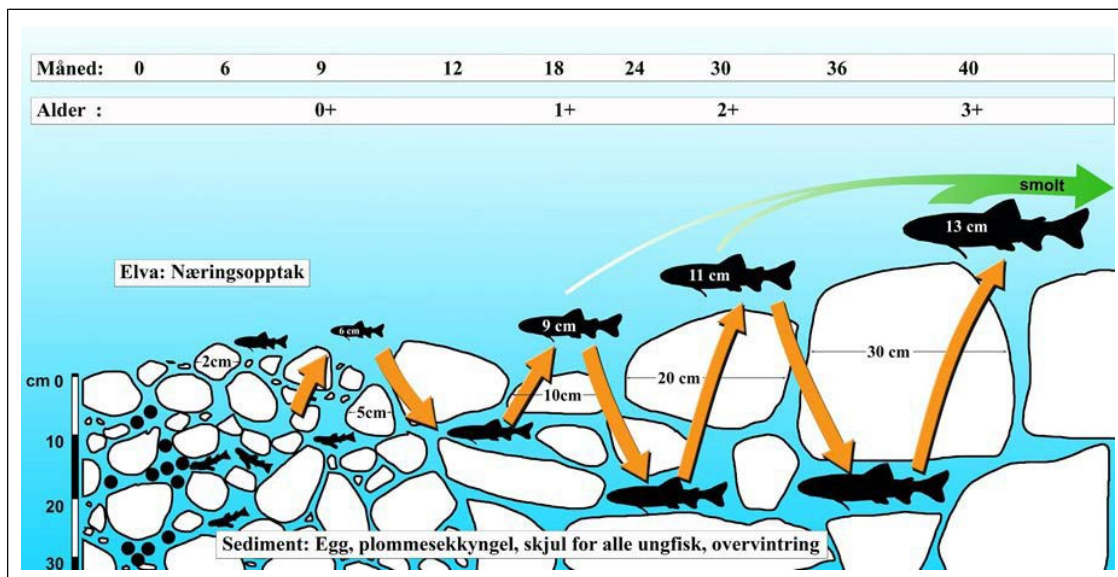
Laksen gyter ved at eggene graves porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver ut gytegroppen, og en hunnfisk kan fordele eggene i flere groper. Områder med gyteaktivitet kan ofte ses som et lysere felt med omrørt grus etter gyteperioden.

Laksen stiller strenge krav til valg av gyteplass, der sammensetningen av bunnsubstrat, vanddyb 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 gytegroppen. De som taper i konkurransen om territorier blir fortrent (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).

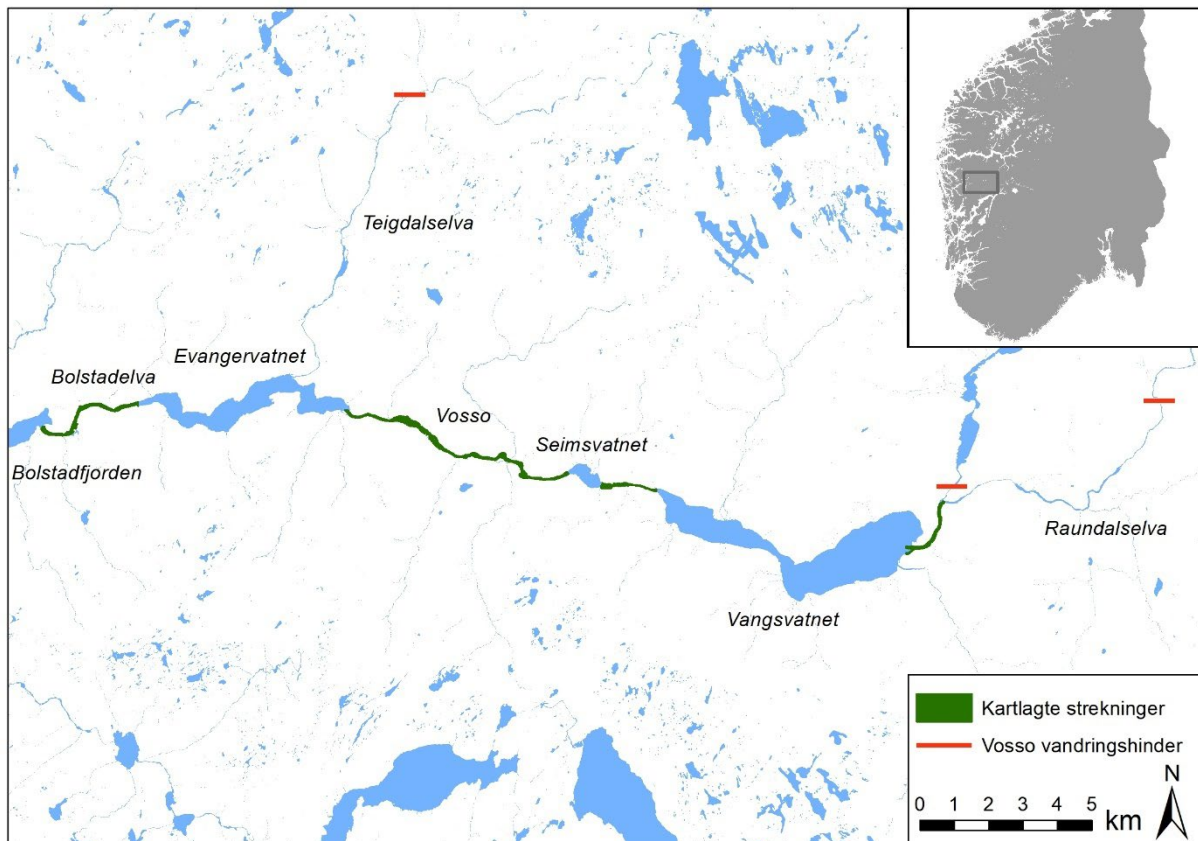
1.4 Habitatflaskehals og begrensende faktorer

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

2. Materiale og metoder

2.1 Habitatkartlegging

Kartleggingen omfattet Bolstadelva og Vosso samt strekningen fra samløpet mellom Raundalselva og Strandaelva og ned til Vangsvatnet. Vangsvatnet, Seimsvatnet og Evangervatnet samt et juv nedstrøms Seimsvatnet ble ikke kartlagt (**Figur 2**). Kartleggingen ble utført 6-7 april 2020 og ble gjennomført med utgangspunkt i metodene beskrevet i Forseth & Harby (2013). Fremgangsmåten er noe modifisert for å tilpasse forholdene i vassdraget. Arbeidet ble utført ved at to 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 store deler av vassdraget fotografert med drone. Dronebilder komplimenterer den fysiske kartleggingen ved snorkling.



Figur 2. Oversikt over strekninger i Vossovassdraget som ble kartlagt i april 2020.

Innenfor elvestrekninger som har forholdsvis like fysiske forhold (mesohabitatnivå) med tanke på strøm og bunnforhold, ble en rekke habitatparametere registrert. Disse er nærmere beskrevet i etterfølgende tekst.

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 vandndyp (**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 vandndyp over 0,7 m som dypt. Ved kartleggingen har det vært satt søkelys på å få frem de overordnede elvetyperne og skiftninger i disse. Grenseverdiene for vandndyp 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). 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).

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		
		Moderat	Sakte	Dyp	B1
			Grunn	B2	
		Moderat	Hurtig	Dyp	C
			Grunn	D	
	Turbulent, brutt/ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
			Grunn	F	
		Moderat	Sakte	Dyp	G1
			Grunn	G2	
		Moderat	Hurtig	Dyp	H
			Grunn		

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 m². 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 gjøres 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 forholdsvis 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 m². 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

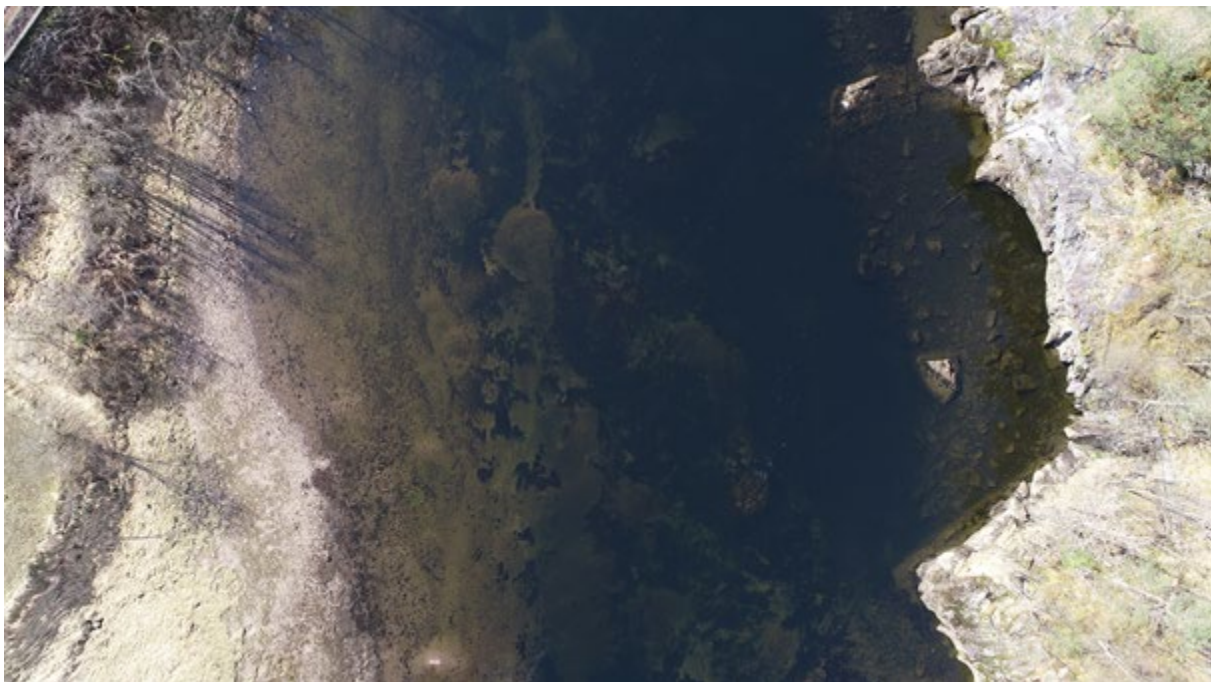
Gyteområder – ble kartlagt basert både på undervannsobservasjoner av bunnforholdene ved snorkling, og erfaringsmessig kjennskap til laksens krav til gytehabitat. De viktigste kriteriene vil være substratforhold, vannhastighet og vanddyp. Områder som tidligere har vært benyttet til gyting vil ofte kunne 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).

		Menge 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 et stort gyteområde som lysere flekker på elvebunnen hvor hunnfisken har gravd i grusen. Dette ble lokalisert på utløpet av Seimsvatnet i Vosso. Kartlegging i kombinasjon med fotografering av elva med en drone er viktig for fysisk beskrivelse av vassdrag.

3. Resultater

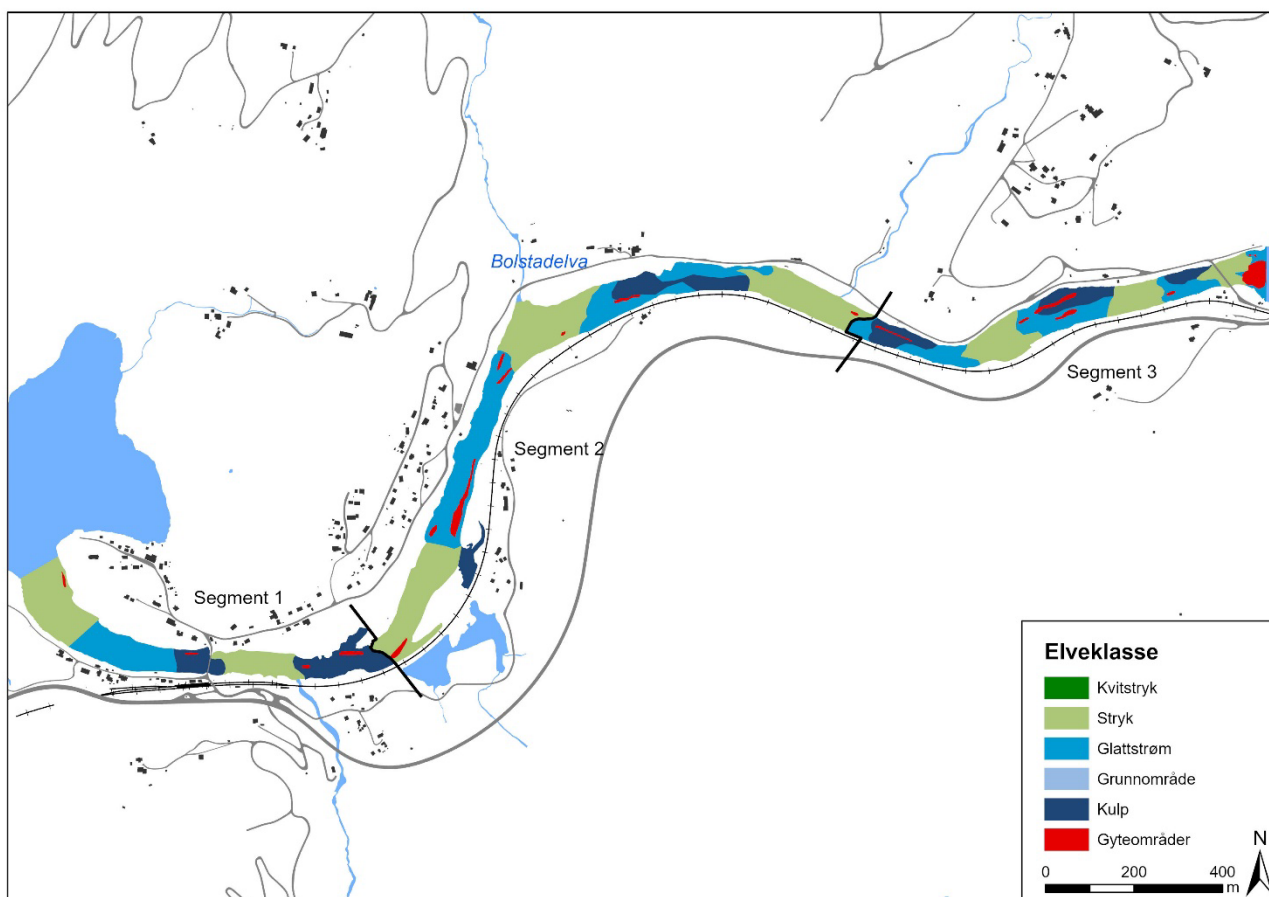
Kartleggingen omfattet en elvestrekning på i alt 14,7 km fordelt på Bolstadelva 3,4 km, Vosso 9,2 km og den 2,1 km lange strekningen fra Vangsvatnet og opp til samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva. Totalt utgjør dette et elveareal på 991 615 m², der Bolstadelva utgjør 236 721 m² (24 %), Vosso 607 195 m² (61 %) og strekningen oppstrøms Vangsvatnet 147 699 m² (15 %). Vannføringen målt på Bulken var ca. 23 m³/s og vannføringen målt ved utløpet av Evangervatnet var ca. 48 m³/s under kartleggingen. I tillegg kommer ukjent mengde vann som tilsig fra bekkene nedover i vassdraget.

3.1 Bolstadelva - elveklasser

Bolstadelva ble delt inn i 3 segmenter. Strekningen fra utløp sjø og opp til Vassenden (segment 1-3) er dominert av stryk (46 %) og glattstrømpartier (35 %). Kulp utgjør 19 % (**Figur 3**).



Bolstadelva er dominert av stryk og glattstrømpartier og noen store og stilleflytende høler.



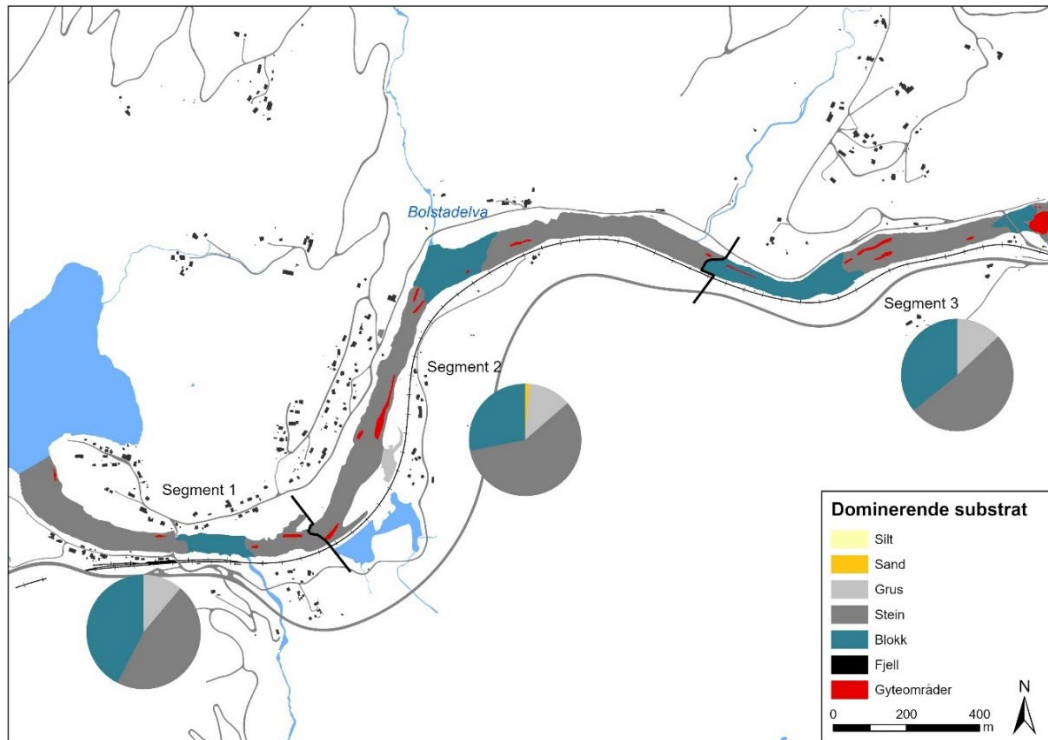
Figur 3. Elveklasser og gyteområder i segment 1-3 i Bolstadelva, kartlagt april 2020.



Strykparti mellom Keilo og Merdhølen med forbygninger på begge sider grunnet jernbane og vei. Det er aktuelt å vurdere tiltak i tilknytning til forbygningene.

3.2 Bolstadelva - substrat

Sammensetningen av bunnsubstratet fra sjø og opp til Vassenden (segment 1-3) er vist i **Figur 4**. Substratet på elvestrekningen er i stor grad dominert av stein (53 %) og blokk (34 %). Det er en god del grus med en andel på 12 %, mens sand utgjør 1 %. Substratsammensetningen gjenspeiler i stor grad elveklassene og gradientforholdene og skiller seg en god del fra Vosso som har en flatere fallgradient.



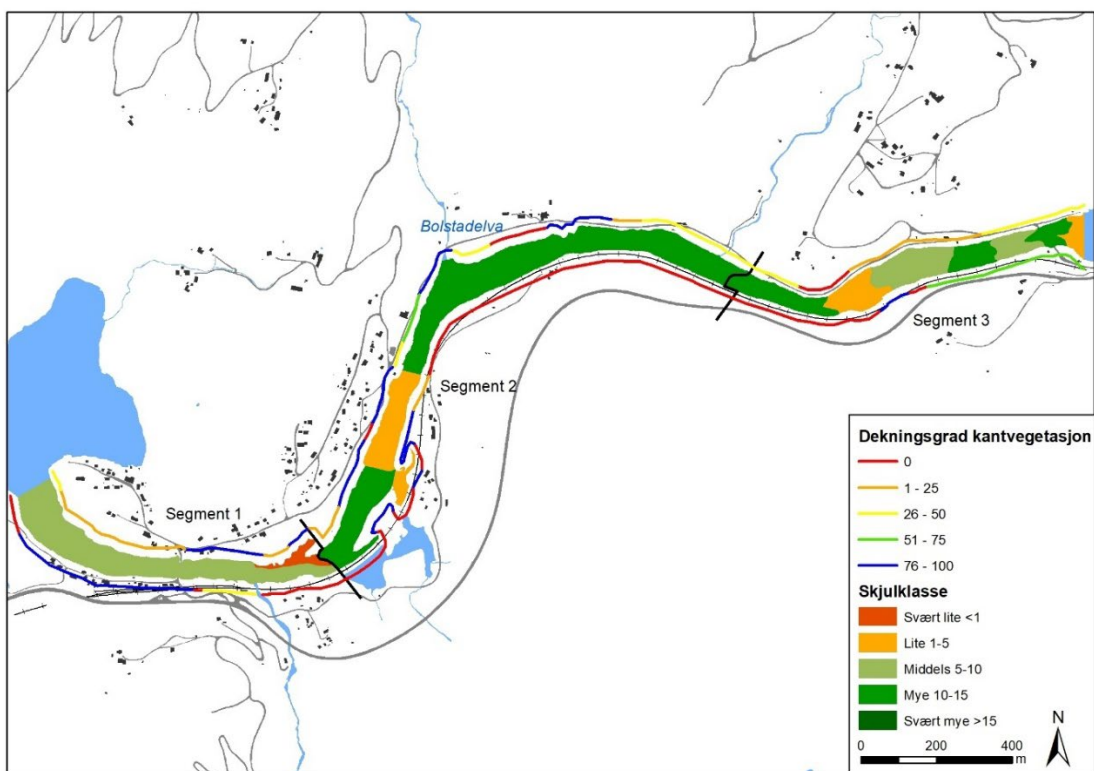
Figur 4. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 1-3 i Bolstadelva, kartlagt april 2020



Stein og blokk dominerer elvebunnen i Bolstadelva.

3.3 Bolstadelva - skjul og kantvegetasjon

Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 5**, og viser at 50 % av elvearealet av anadrom strekning har mye skjul, mens 33 % av elvearealet har middels og 17 % har lite til svært lite skjul. 65 % av kantvegetasjonen har en dekningsgrad der halvparten eller mer av kantvegetasjonen er fjernet, mens 35 % har en dekningsgrad som er høyere (**Figur 5**). Det er stort sett på grunn av bebyggelse, jernbane og veier at kantvegetasjonen er fjernet.



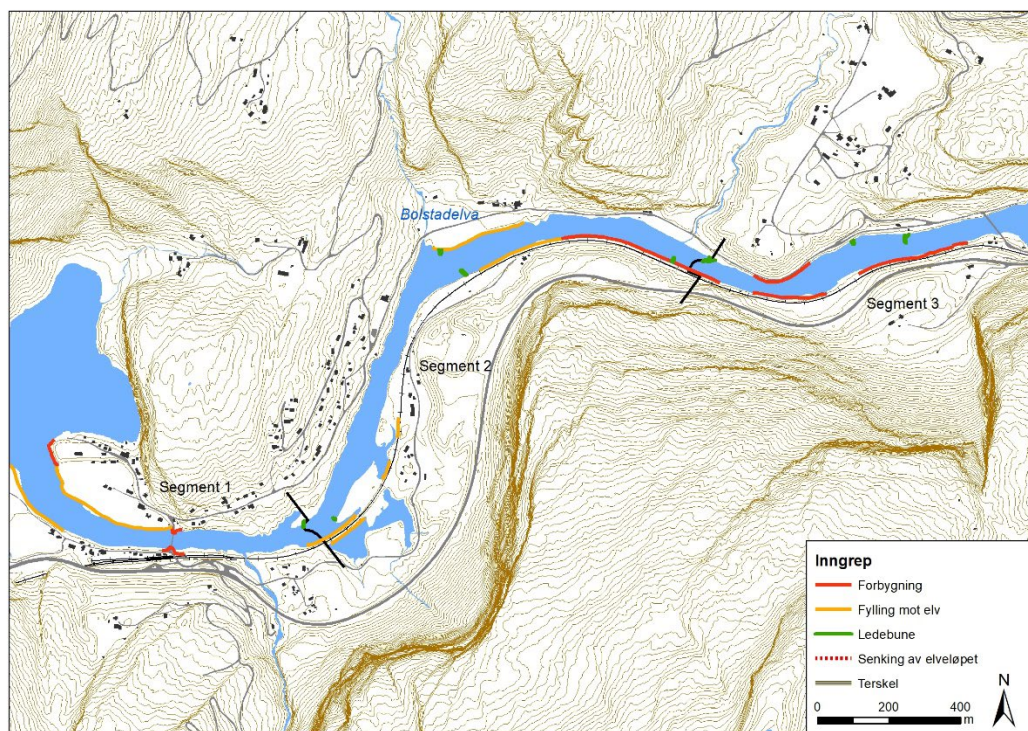
Figur 5. Skjulforhold og dekningsgrad av kantvegetasjon i segment 1 - 3 i Bolstadelva, kartlagt april 2020.



Fjernet kantvegetasjon som følge av jernbane og landbruk samt ledebune.

3.4 Bolstadelva - fysiske inngrep

Det ble registrert forbygninger i elvekanten og fyllinger ned mot elva og i tillegg noen ledebuner i Bolstadelva (**Figur 6**). Totalt utgjør forbygningene 19 % av elvekantenes lengde, fyllinger ned mot elva 22 %, mens det i tillegg ble registrert 8 ledebuner. Det aller meste av forbygningene er laget for toglinjetraseen, mens fyllingene i tillegg er gamle sikringer av elvekant.



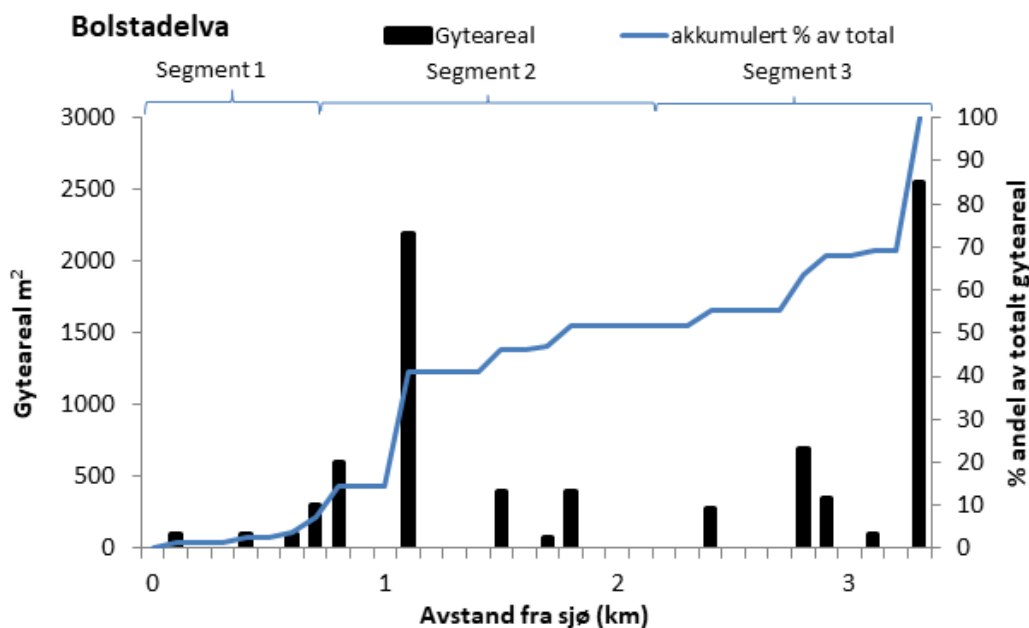
Figur 6. Fysiske inngrep registrert i segment 1 - 3 i Bolstadelva, kartlagt april 2020.



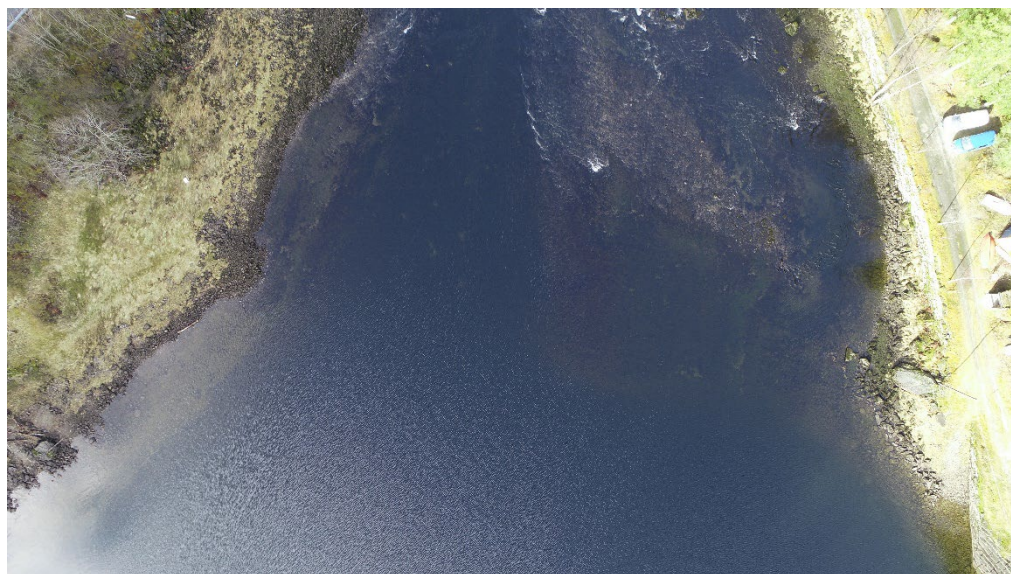
Forbygning langsmed elvekanten for å sikre jernbanen.

3.5 Bolstad - gyteområder

En oversikt over arealer og fordeling av gyteområder i Bolstadelva illustrert som avstand fra sjøen er vist i **Figur 7**. Totalt registrert mengde gyteareal fra sjøen og opp til Evangervatnet er ca. 8 260 m². Dette utgjør 3,5 % av totalt elveareal og tilsvarer en moderat mengde gyteareal (**Tabell 4**). Gyteområdet i Langahølen og på utløpet av Vassenden er spesielt store og viktige gyteområder. Fordelingen av de andre gyteområdene ellers i elva gjør at tilgangen til gyting ikke er en flaskehals for fiskeproduksjonen i Bolstadelva.



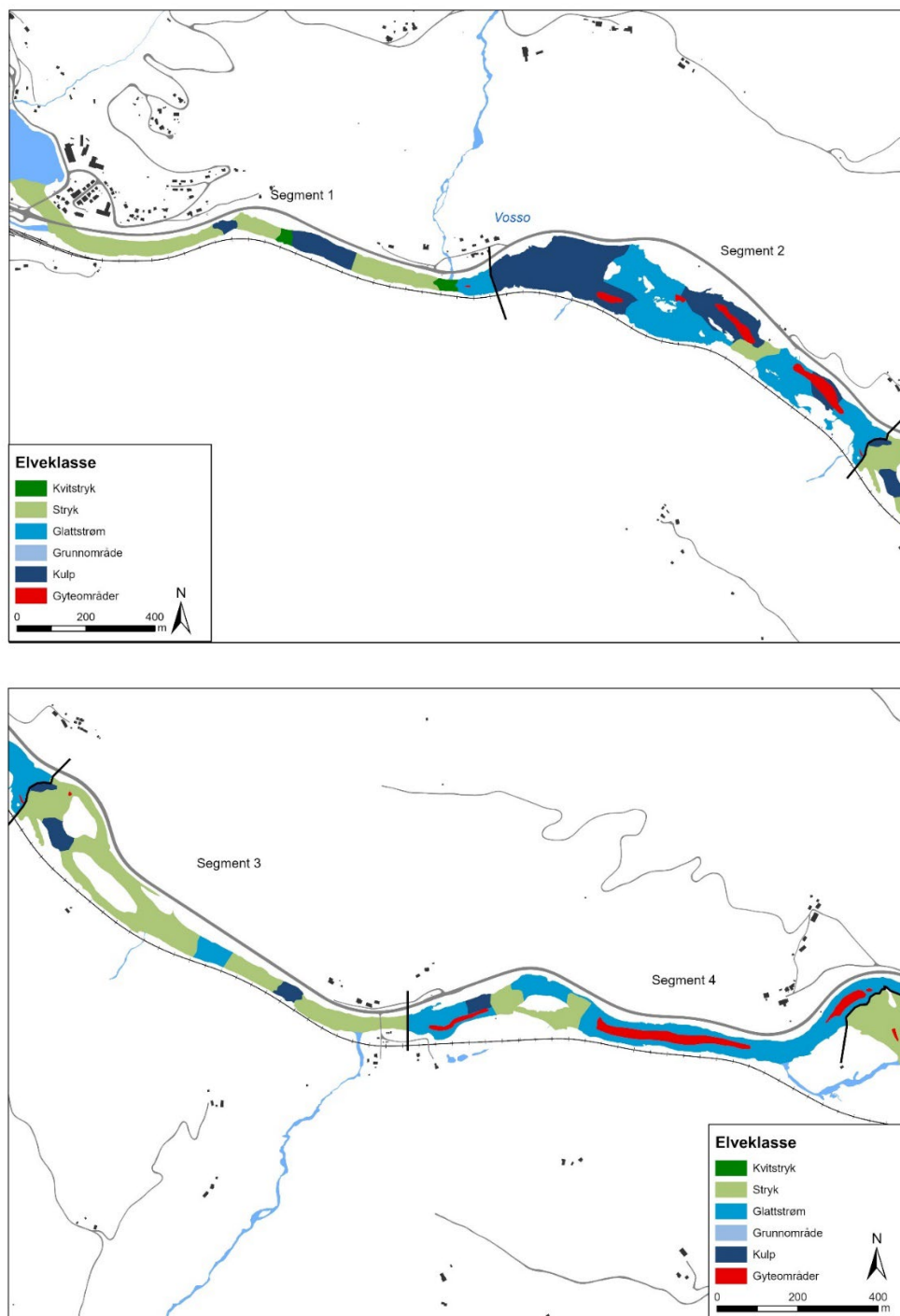
Figur 7. Størrelse og fordeling av gyteområder i de ulike segmentene i Bolstadelva gitt som areal og akkumulert andel av totalt gyteareal.



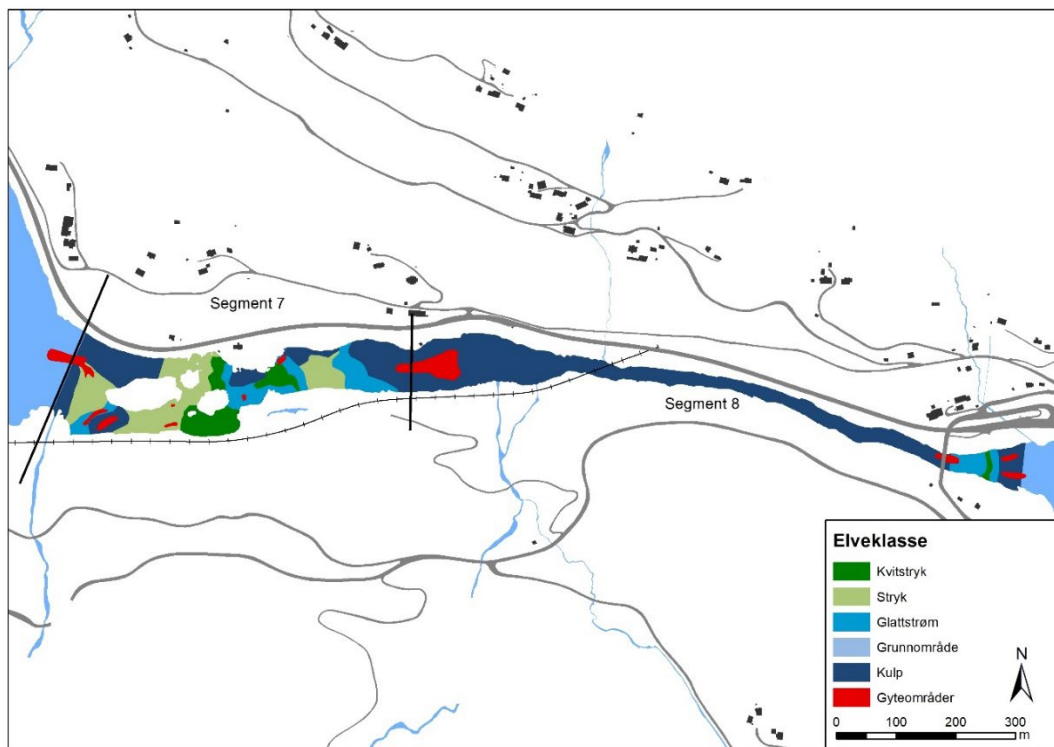
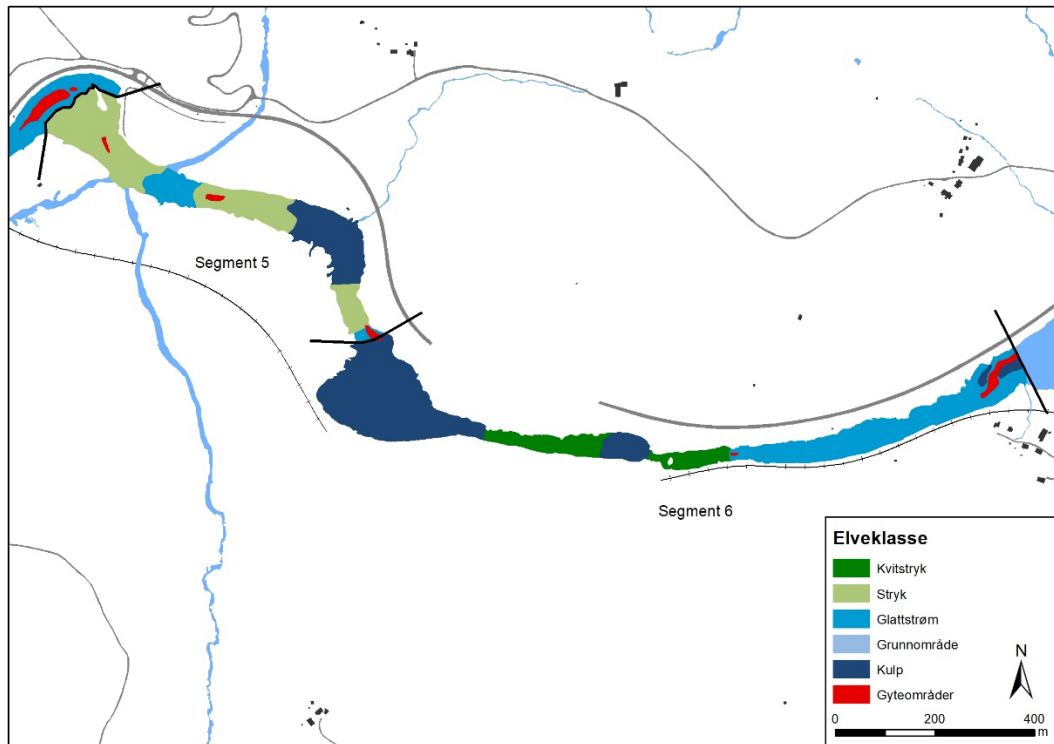
Gyteområdet på utløpet av Evangervatnet, mye av grusen er dekket av vannvegetasjon. Såkalt «ripping» med omrøring av grusen er aktuelt for å bedre gyte- og skjulmuligheter i dette området.

3.6 Vosso - elveklasser

Vosso nedstrøms Vangsvatnet ble delt opp i 8 segmenter. Denne elvestrekningen er dominert av store kulper (35 %) og glattstrømpartier (32 %) som er forholdsvis dype og sakteflytende parti med flat profil, men og av mer hurtigrennende stryk med en brattere fallgradient (33 %) (Figur 8 og Figur 9).



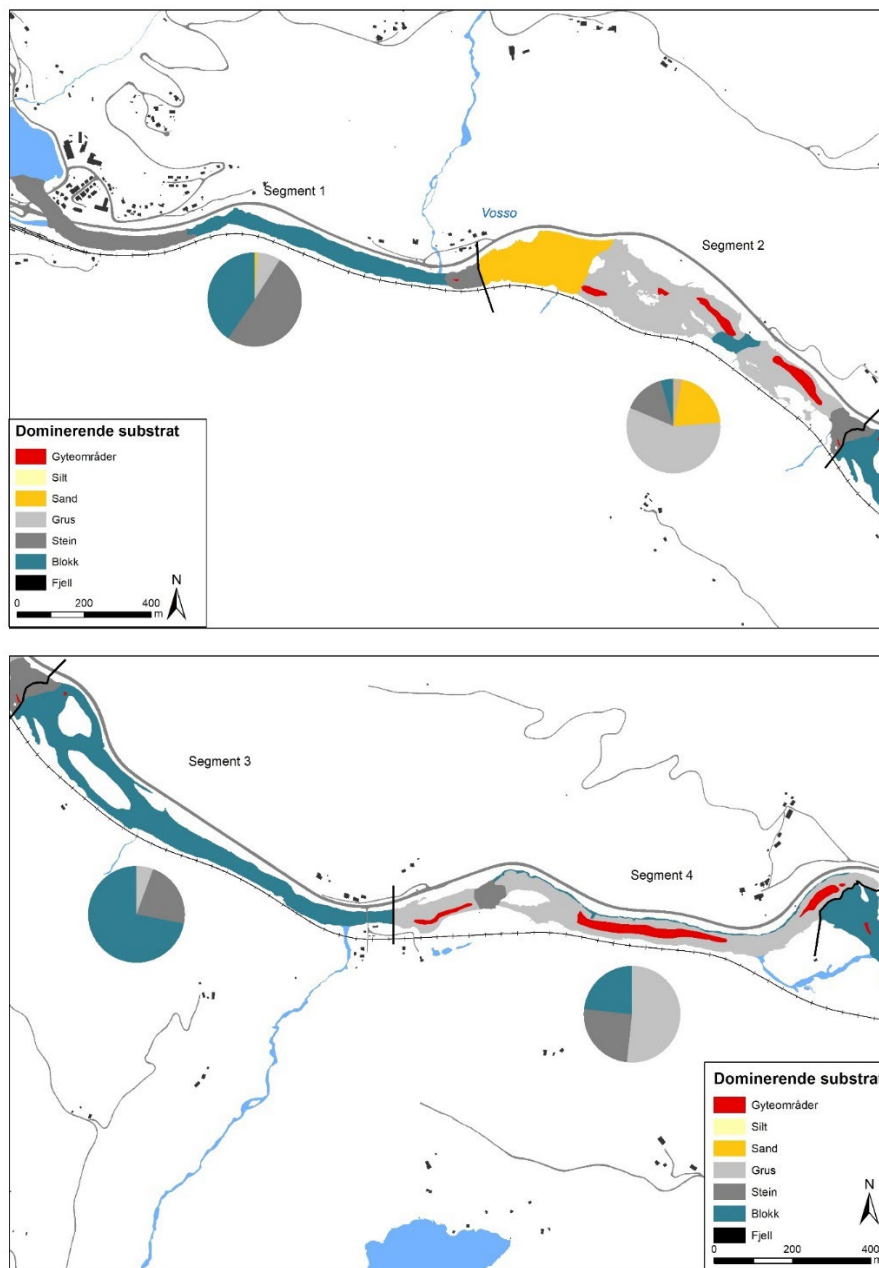
Figur 8. Elveklasser og gyteområder i segment 1-4 i Vosso, kartlagt april 2020.



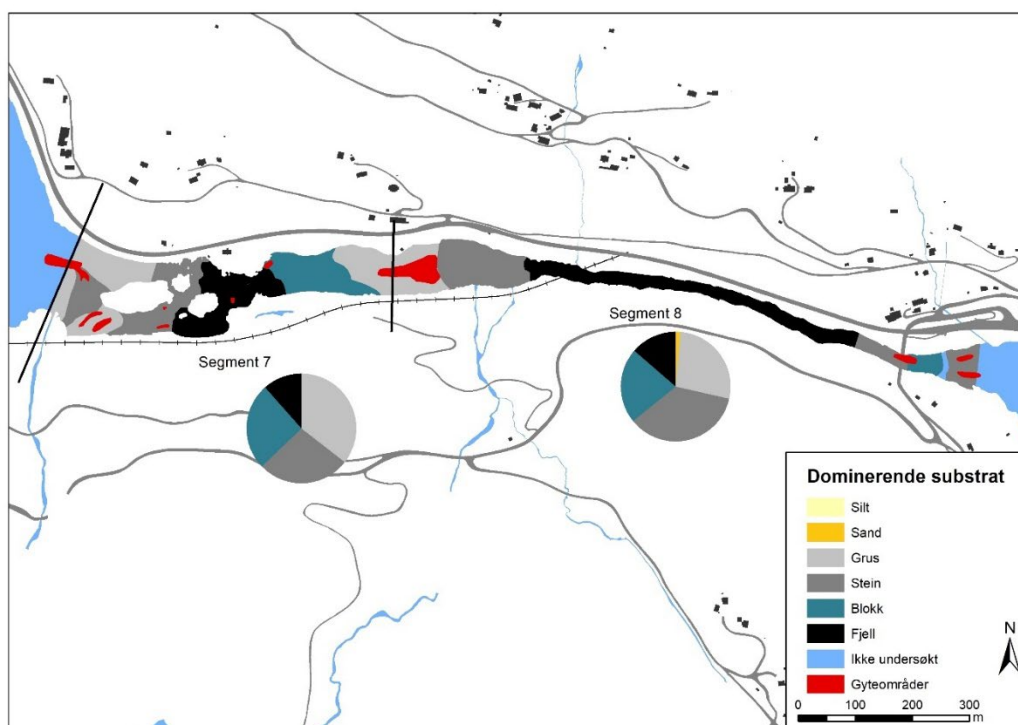
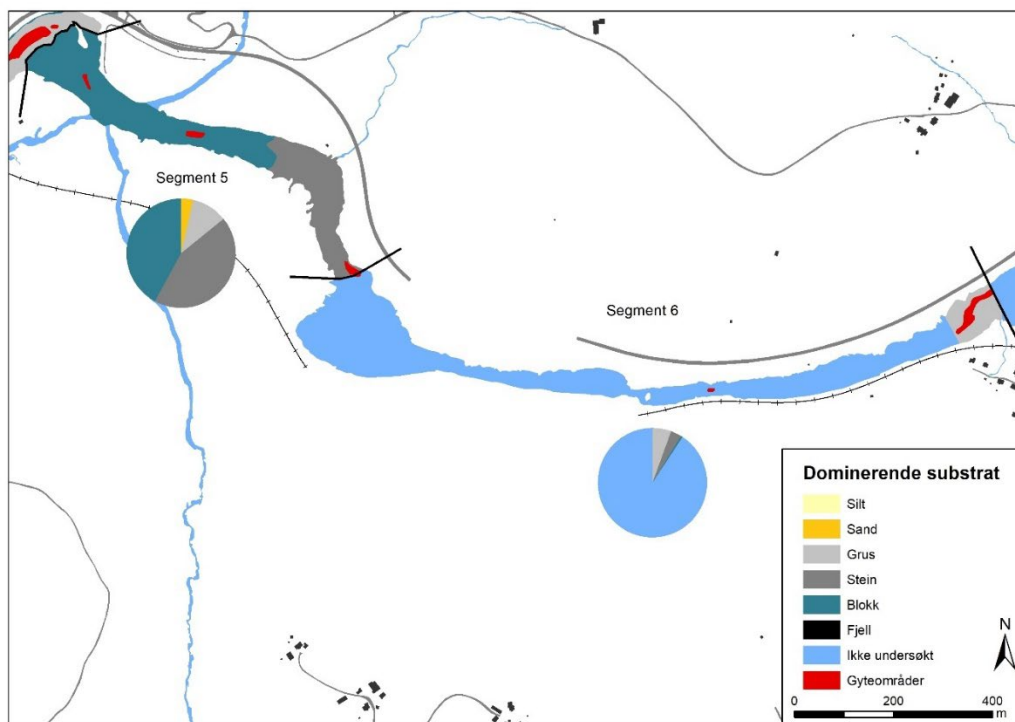
Figur 9. Elveklasser og gyteområder i segment 5-8 i Vosso, kartlagt april 2020.

3.7 Vosso - substrat

Sammensetningen av bunnsubstratet fra Evangervatnet og opp til Vangsvatnet (segment 1-8) er vist i **Figur 10** og **Figur 11**. Substratet på elvestrekningen er variert med omtrent like store andeler av grus (29%), stein (25 %) og blokk (25 %). Sand utgjør ca. 6 % av totalarealet, fjell 2 % og silt utgjør 1 %. Substratsammensetningen gjenspeiler i stor grad elveklassene og gradientforholdene. Det er mye blokk og stor stein i de bratte strykene, mens sand og silt normalt observeres i kulper og i de store hølene. I glattstrømpartier og i ruglestrømpartier ble det observert mest grus og her fantes og de største gyteområdene.



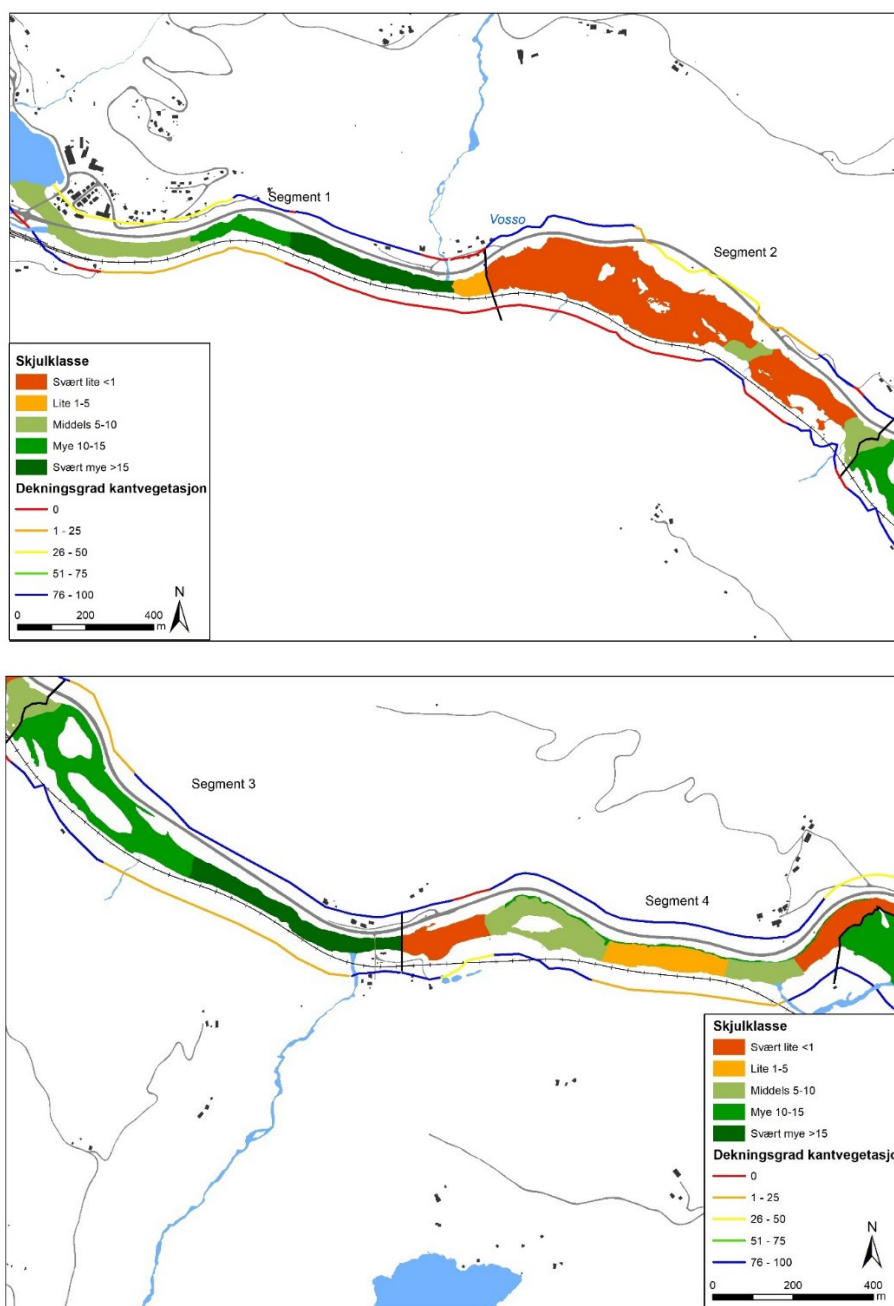
Figur 10. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 1-4 i Vosso, kartlagt april 2020.



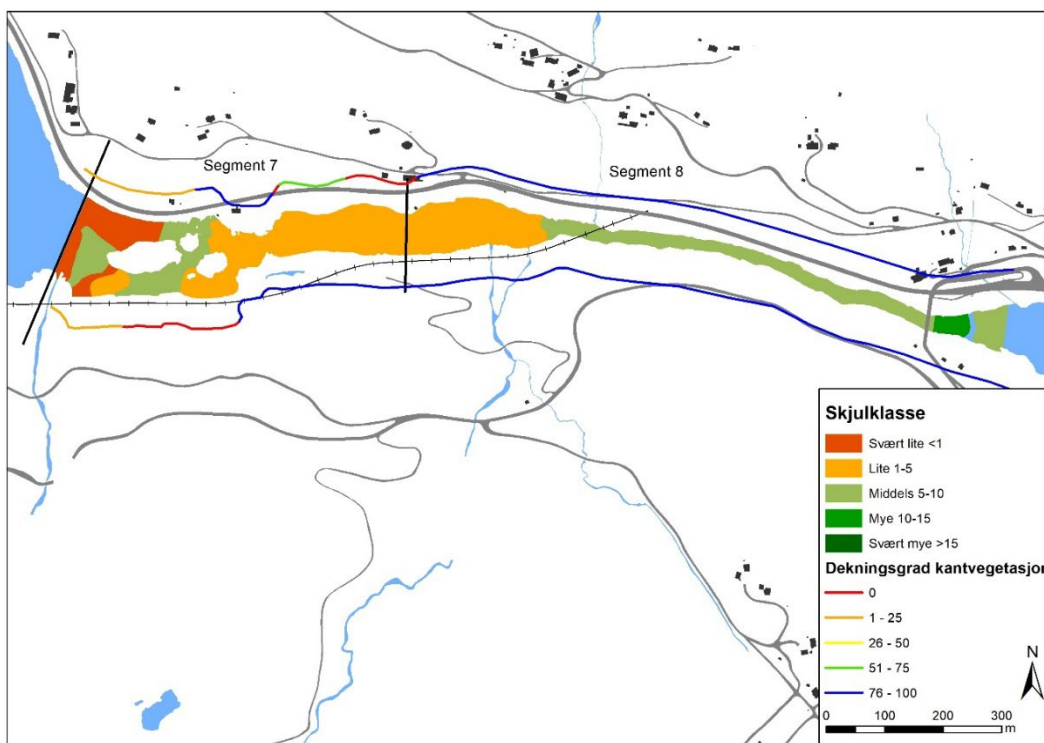
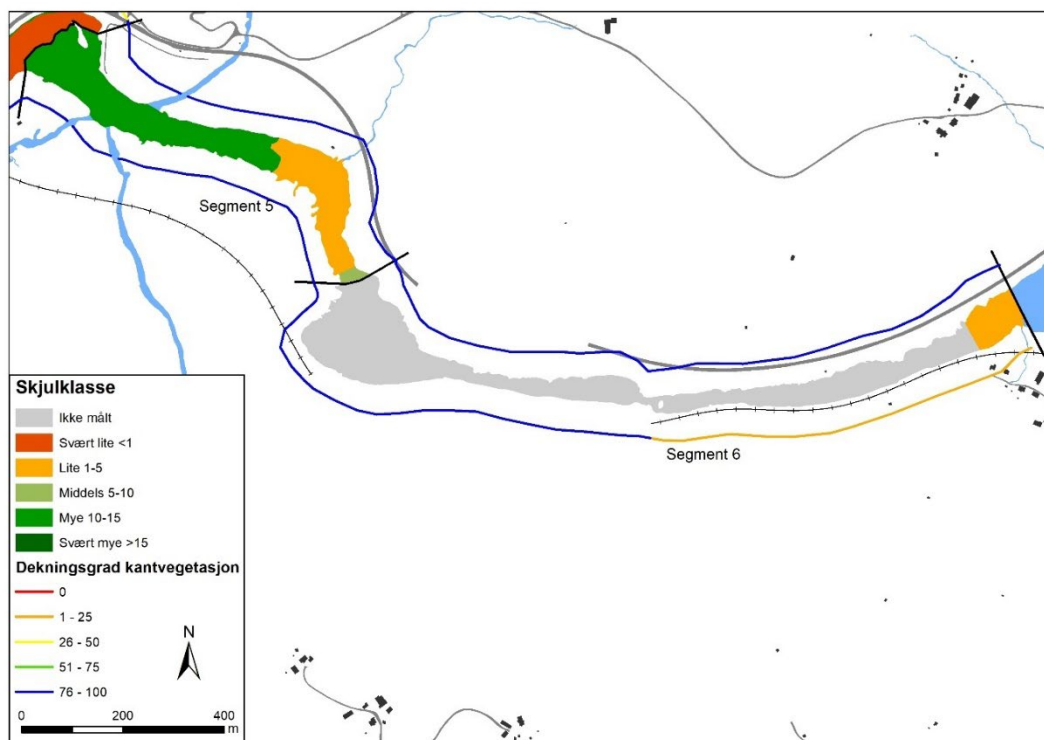
Figur 11. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 5-7 i Vosso, kartlagt april 2020.

3.8 Vosso - skjul og kantvegetasjon

Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 12** og **Figur 13**, og viser at hele 45 % av elvearealet på anadrom strekning har lite til svært lite skjul for ungfisk, mens 24 % av elvearealet har mye til svært mye skjul. 18 % av elvearealet har middels skjul. 40 % av kantvegetasjonen har en dekningsgrad der halvparten eller mer av kantvegetasjonen er fjernet, mens 59 % har en dekningsgrad der 75 % eller mer av kantvegetasjonen var intakt (**Figur 12** og **Figur 13**). Det er stort sett på grunn av jernbanen, veier og noe landbruk at kantvegetasjonen er fjernet.



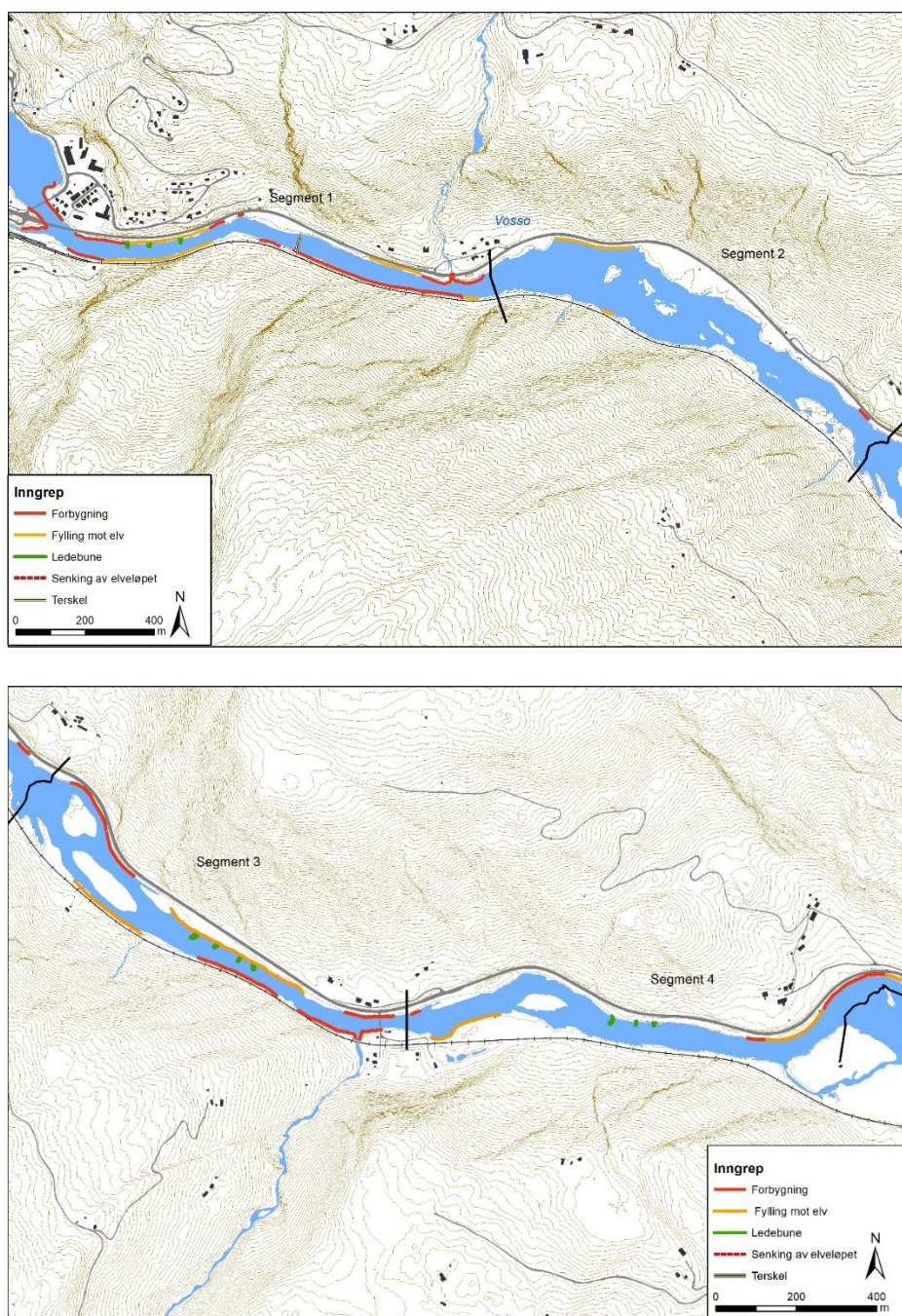
Figur 12. Skjulforhold og dekningsgrad av kantvegetasjon i segment 1-4 i Vosso, kartlagt april 2020.



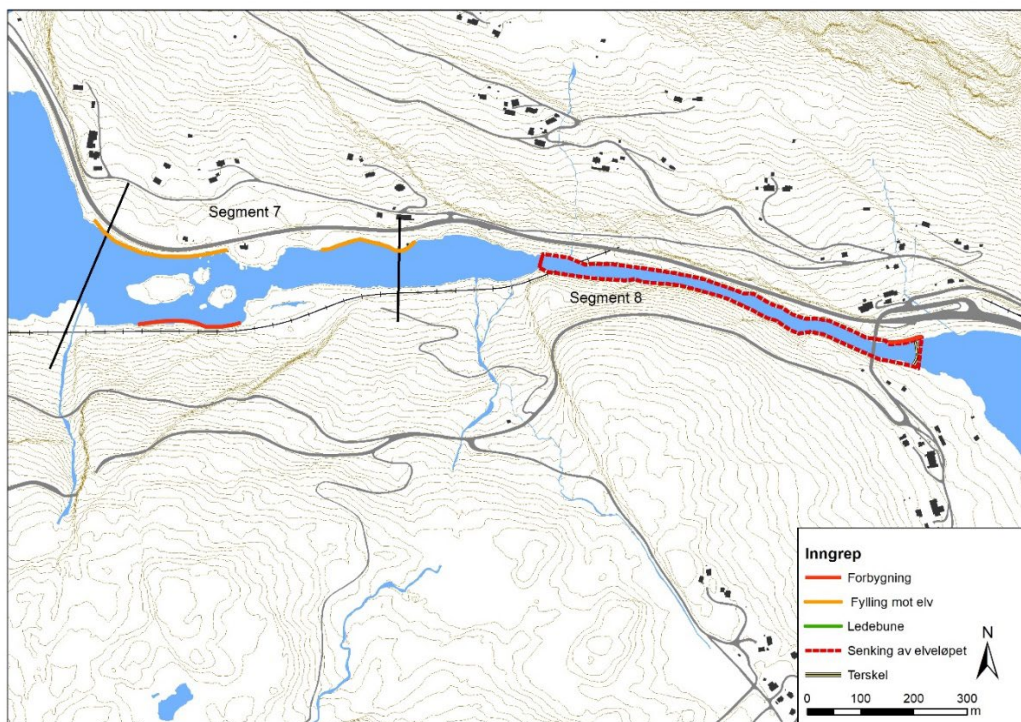
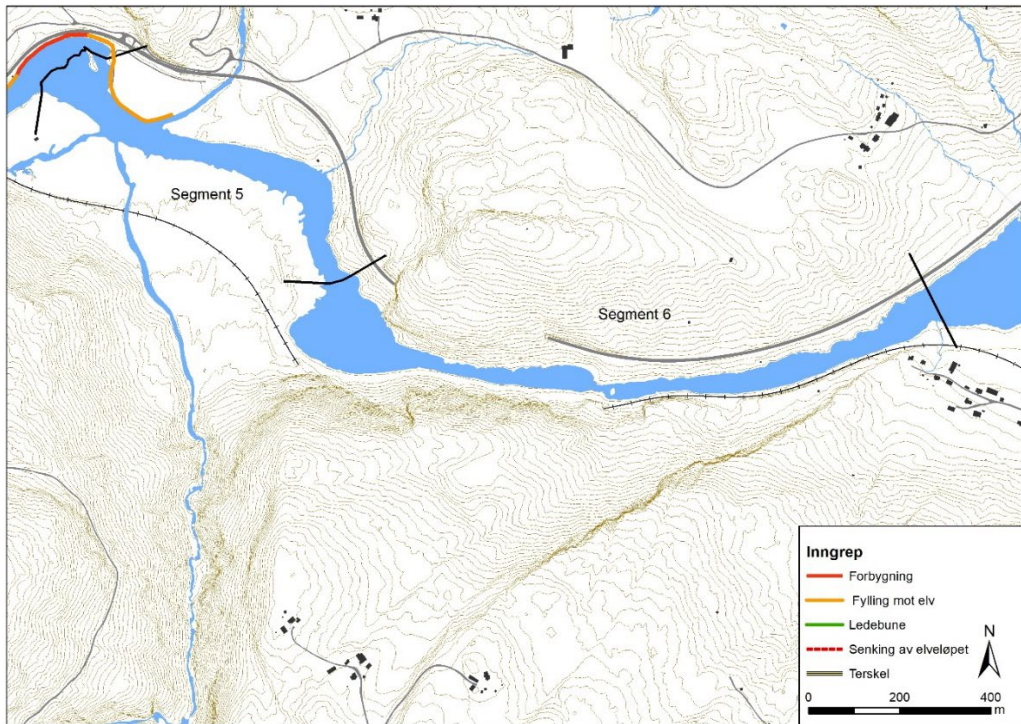
Figur 13. Skjulforhold og dekningsgrad av kantvegetasjon i segment 5-8 i Vosso, kartlagt april 2020.

3.9 Vosso -fysiske inngrep

Det ble registrert forbygninger i elvekanten og fyllinger ned mot elva og i tillegg noen ledebuner i Vosso (**Figur 14** og **Figur 15**). Totalt utgjør forbygningene 15 % av elvekantenes lengde, fyllinger ned mot elva 14 %, mens det i tillegg ble registrert 10 ledebuner. Det aller meste av forbygningene er laget for toglinjetraseen, mens fyllingene er gamle sikringer av elvekant i forbindelse med vei og noe landbruk.



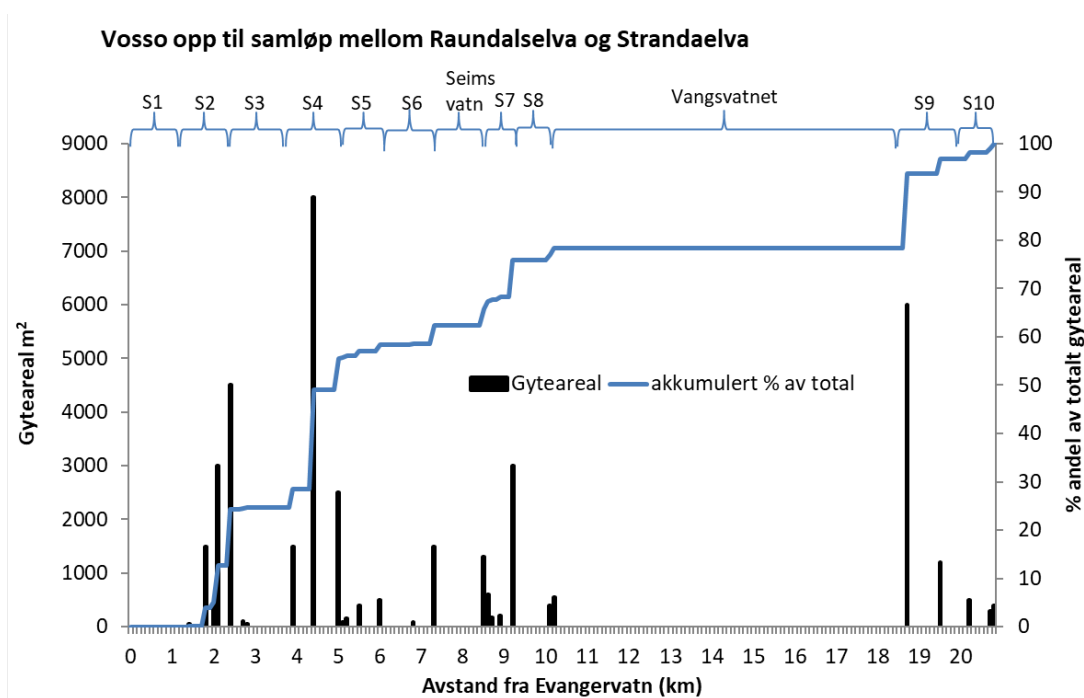
Figur 14. Fysiske inngrep registrert i segment 1-4 i Vosso, kartlagt april 2020.



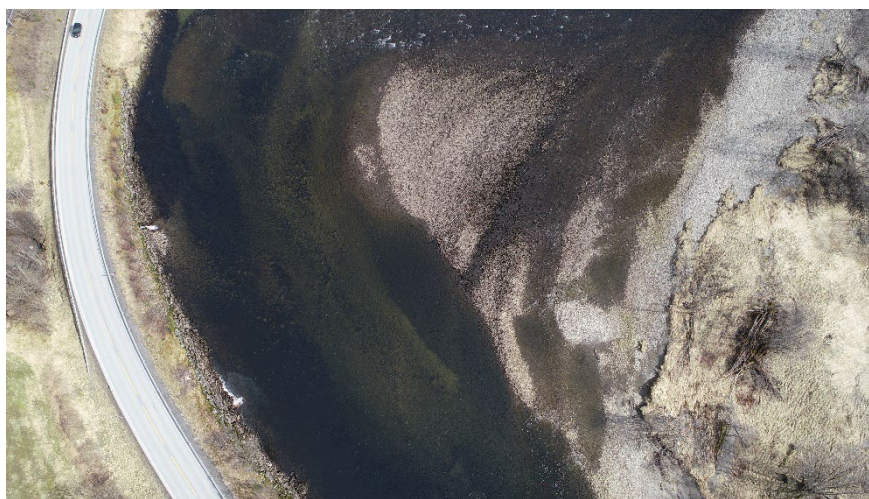
Figur 15. Fysiske inngrep registrert i segment 5-8 i Vosso, kartlagt april 2020.

3.10 Vosso - gyteområder

En oversikt over arealer og fordeling av gyteområder i Vosso med strekningen helt opp til Voss sentrum illustrert som avstand fra Evangervatnet, er vist i **Figur 16**. Totalt registrert mengde gyteareal fra Evangervatnet og opp til Voss sentrum er ca. 38 930 m². Dette utgjør 5,2 % av totalt elveareal og tilsvarer en moderat mengde gyteareal (**Tabell 4**). Gyteområdene ved Skorve, Kvilekvål, Geitle, utløp Seimsvatnet, Flagahølen, utløp Vangsvatnet og innløpet til Vangsvatnet er spesielt store og viktige gyteområder. Fordelingen av de andre gyteområdene gjør at tilgangen til gyting ikke er en flaskehals for fiskeproduksjonen i Vosso.



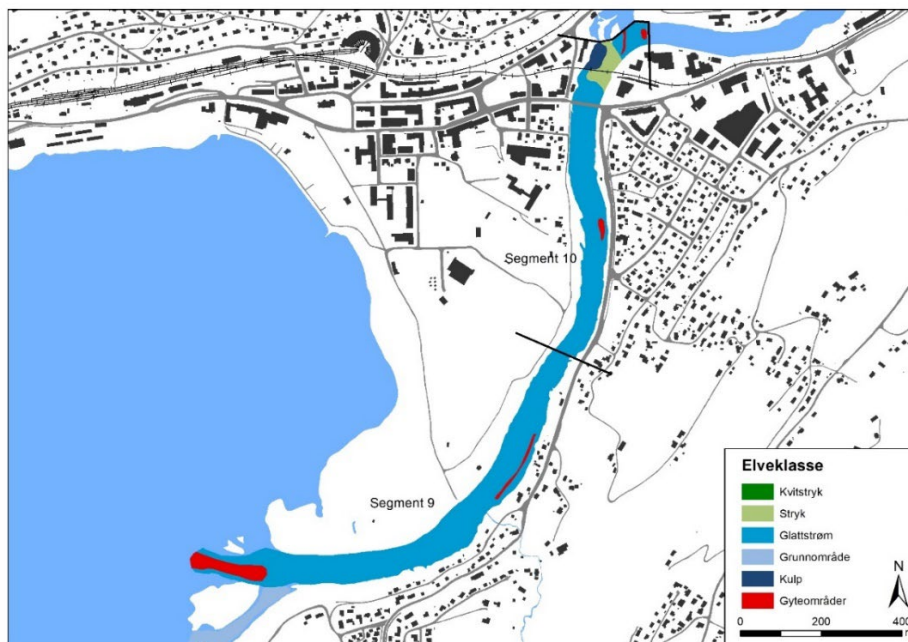
Figur 16. Størrelse og fordeling av gyteområder i de ulike segmentene i Vosso inkludert Vosso oppstrøms Vangsvatnet gitt som areal og akkumulert andel av totalt gyteareal.



Gyteområdet ved Geitle nedstrøms Tverrelva.

3.11 Vosso oppstrøms Vangsvatnet - elveklasser

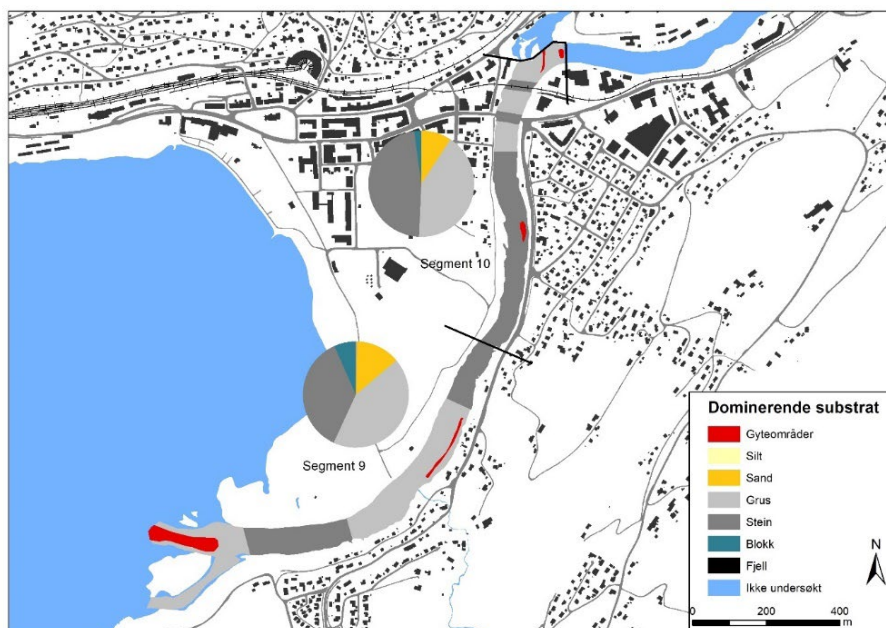
Strekningen oppstrøms Vangsvatnet ble delt inn i 2 segmenter. Strekingen er dominert av glattstrøm (90 %) som er forholdsvis dyp og sakteflytende med flat profil (**Figur 17**). I øvre del er det noe brattere og her er det innslag av noen kulper (2 %) og stryk (3 %).



Figur 17. Elveklasser og gyteområder i segment 9 og 10 oppstrøms Vangsvatnet i Vosso, kartlagt april 2020.

3.12 Vosso oppstrøms Vangsvatnet - substrat

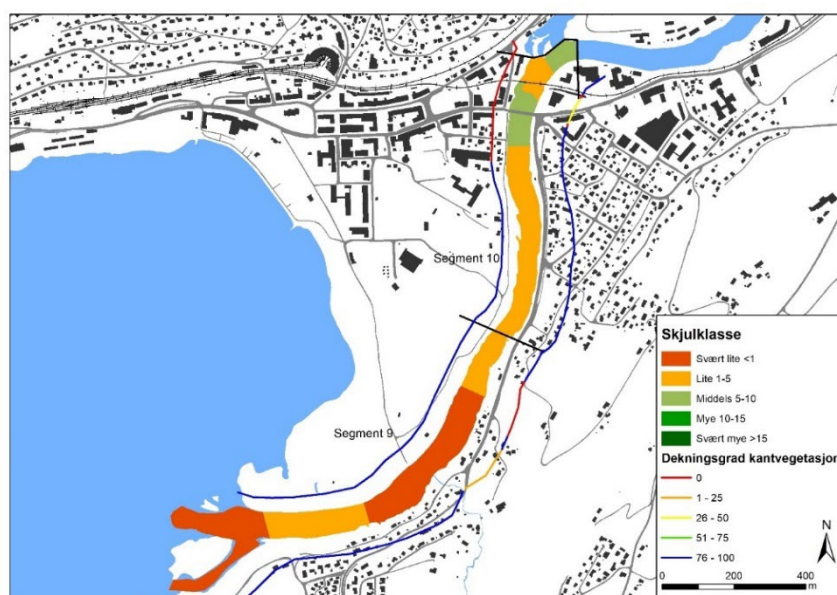
Sammensetningen av bunnssubstratet fra Vangsvatnet og opp til samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva (segment 9 og 10) er vist i (**Figur 18**). Substratet på elvestrekningen er i stor grad dominert av grus (42 %) og stein (40 %). Det er en god del sand med en andel på 12 %, mens blokk utgjør 5 %. Substratsammensetningen gjenspeiler i stor grad det relativt slake gradientforholdet.



Figur 18. Dominerende bunnsubstrat og gyteområder i segment 9 og 10 oppstrøms Vangsvatnet i Vosso, kartlagt april 2020.

3.13 Vosso oppstrøms Vangsvatnet - skjul og kantvegetasjon

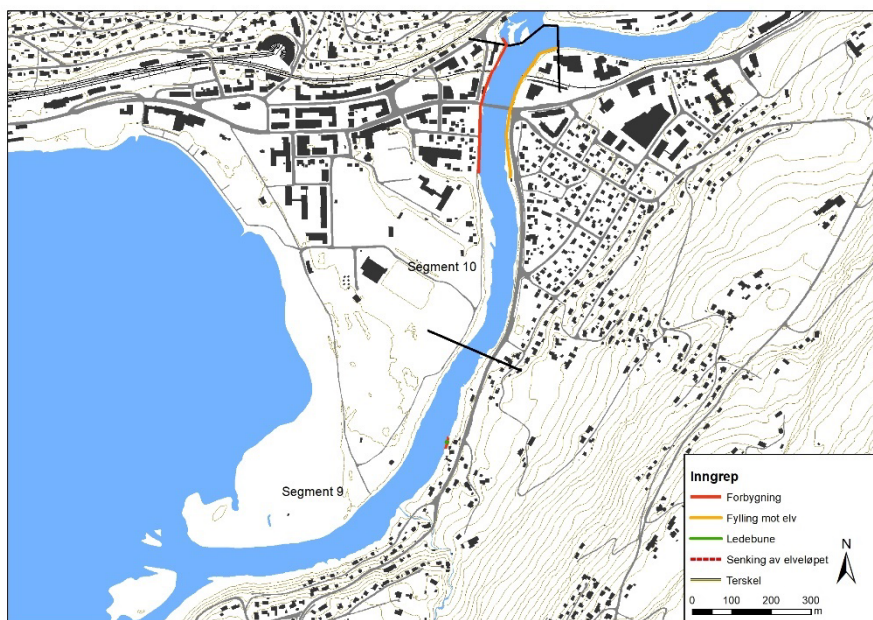
Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 19**, og viser at hele 98 % av elvearealet på strekningen fra Vangsvatnet og opp til samløpet har lite til svært lite skjul for ungfisk, mens kun 2 % av elvearealet har middels til mye skjul. 80 % av kantvegetasjonen har en dekningsgrad der halvparten eller mer av kantvegetasjonen er intakt, mens 20 % har en dekningsgrad der 50 % eller mer av kantvegetasjonen var fjernet (**Figur 19**). Det er stort sett på grunn av bebyggelse og urbanisering at kantvegetasjonen er fjernet.



Figur 19. Skjulforhold og dekningsgrad av kantvegetasjon i segment 9 og 10 oppstrøms Vangsvatnet i Vosso, kartlagt april 2020.

3.14 Oppstrøms Vangsvatnet - fysiske inngrep

Det ble registrert forbygninger i elvekanten og fyllinger ned mot elva øverst i segment 10 (Voss sentrum) (**Figur 20**). Totalt utgjør forbygningene 10 % av elvekantenes lengde, og fyllinger ned mot elva utgjør 10 %. Det ble ikke registrert ledebuner. Det aller meste av forbygningene og fyllingene er tilknyttet Voss sentrum.



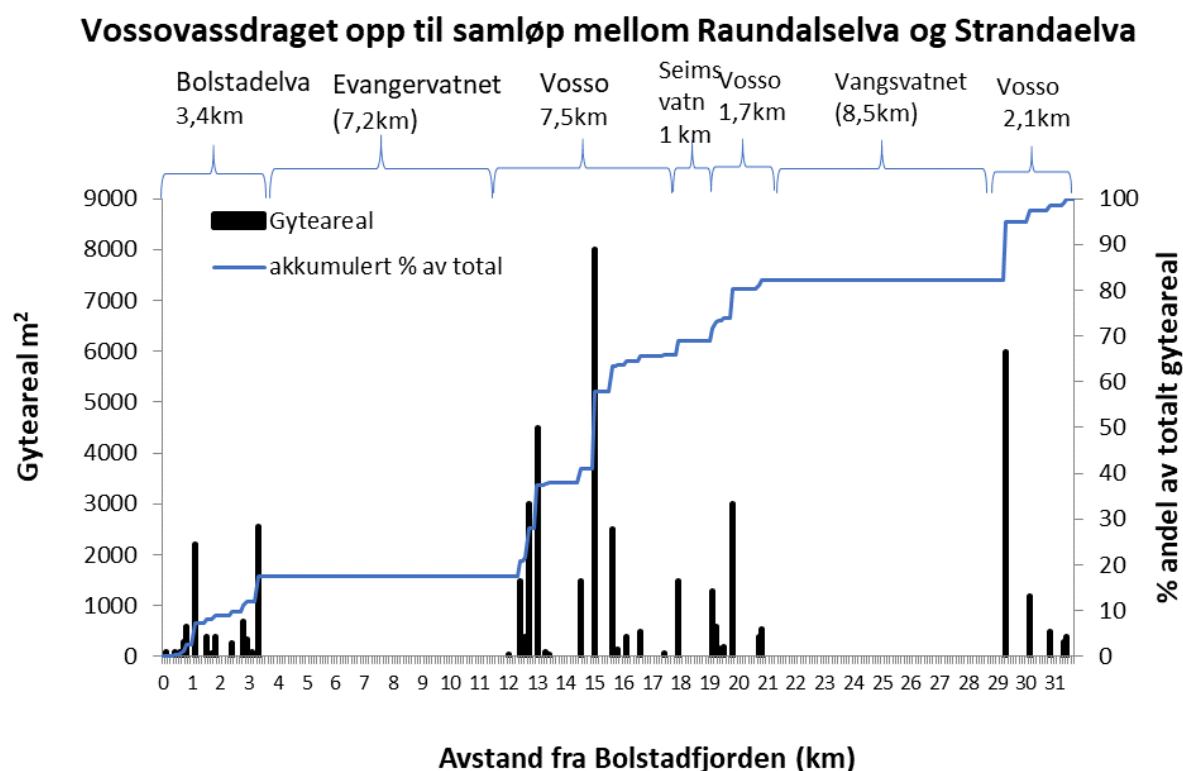
Figur 20 . Fysiske inngrep registrert oppstrøms Vangsvatnet i Vosso i segment 9 og 10, kartlagt april 2020.



Fysiske inngrep grunnet urbanisering.

3.15 Gyteområder for hele vassdraget

En oversikt over samtlige kartlagte gyteområder i Vossovassdraget, er vist i **Figur 3 - Figur 20**. I **Figur 21** er også arealer og fordeling av gyteområdene for hele Vossovassdraget illustrert som avstand fra utløp Bolstadfjorden. Totalt registrert mengde gyteareal fra sjøen og opp til samløpet er ca. 47 000 m². Dette utgjør 4,8 % av totalt elveareal og tilsvarer en moderat mengde gyteareal (**Tabell 4**). Fordeling av gyteområdene i hele vassdraget samt arealberegninger som viser at det er mye gytemuligheter i 56 % av totalt elveareal, moderat i 22 % og lite i 23 %, tilsier at det er mye gytemuligheter i Vossovassdraget. Tilgangen til gyting er derfor vurdert til ikke å være en flaskehals for fiskeproduksjonen i Vossovassdraget. Vurderingen styrkes av at det ble observert gyteområder i alle segment og at det trolig ligger flere spredte små gyteflekker i tillegg til våre observerte gyteområder.



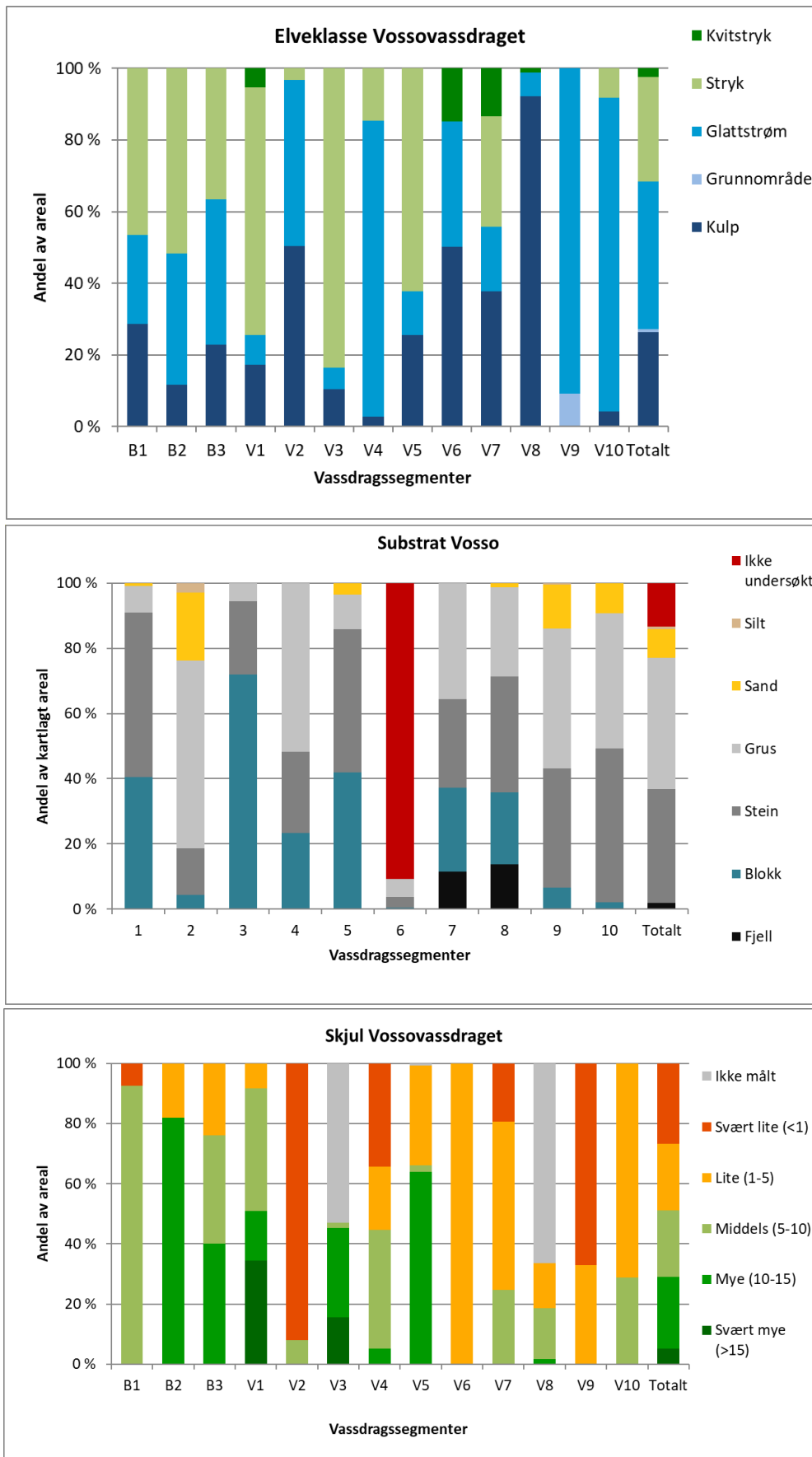
Figur 21. Størrelse og fordeling av gyteområder i Vosso fra Bolstadfjorden til samløpet mellom Raundalselva og Strandaelva vist som areal og akkumulert andel av totalt gyteareal i de ulike vassdragsavsnittene.

Tabell 4. Oppsummering av arealer og vurdering av gyteforhold i hele Vossovassdraget. 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 - Bolstad	59 467	600	1,01	Moderat
2 – Bolstad	113 761	3 760	3,31	Mye
3 – Bolstad	63 493	3 900	6,14	Mye
1 – Vosso	70588	50	0,07	Lite
2 – Vosso	153 884	9 500	6,17	Mye
3 – Vosso	69 235	50	0,07	Lite
4 – Vosso	77 073	12 080	15,67	Mye
5 – Vosso	58 347	1 050	1,80	Moderat
6 – Vosso	86 364	1 580	1,83	Lite
7 – Vosso	51 437	2 270	4,41	Mye
8 – Vosso	40 267	3 950	9,81	Moderat
9 – Vosso	93 042	7 200	7,74	Mye
10 – Vosso	54 657	1 200	2,20	Moderat
Totalt	991 615	47 190	4,76	Mye

3.16 Oppsummering av elveklasser, substrat og skjul i Vossovassdraget.

Fordeling av de enkelte elve-, substrat- og skjulclassene i hele Vossovassdraget, er gitt i **Figur 22**. De hydromorfologiske forskjellene mellom segmentene skyldes i stor grad ulike fallgradianter. Bolstadelva er generelt brattere enn Vosso og har generelt en høyere andel strykpartier med mer blokk og skjul for ungfisk i elvebunnen. 87 % av elvebunnen i Bolstadelva består av stein og blokk, mens denne andelen i Vosso er 48 %. Videre har Vosso mye mer grus med et innslag på 32 % av totalarealet, mens i Bolstad er grusandelen på 12 %. Forskjellene i substratsammensetningen i elvebunnen fører til et bedre skjultilbud for ungfisk i Bolstadelva enn i Vosso. 50 % av arealet i Bolstad har mye skjul for ungfisk, mens tilsvarende i Vosso er 13 %.



Figur 22. Fordeling av ulike elve-, substrat- og skjulklasser basert på andelen de utgjør av elvearealet i de ulike segmentene i hele Vossovassdraget.

4. Samlet vurdering av mulige flaskehalsar og begrensende faktorer

Samlet sett viser kartleggingen at det forekommer gyting av laks i hele Vossovassdraget. Imidlertid er det flere steder lite hulrom i elvebunnen og dermed dårlige skjulforhold for eldre ungfisk i flere av de undersøkte områdene. Dypere områder (store dype høler) kan kanskje være en faktor som i seg selv virker som skjul for ungfisk (NORCE LFI, egne observasjoner). Betydningen av dette er usikker og vektlegges ikke i denne vurderingen. Ut ifra kartleggingen av skjul og gyteområder har vi gjort en vurdering av antatte produksjonsforhold og hvorvidt gyteområder og skjul er begrensende faktorer og flaskehalsar for produksjon av laks. Vurderingen er gjort med utgangspunkt i klassifiseringssystemet fra «håndboka» og er gjengitt i **Tabell 5** og i **Tabell 6**.

Tabell 5. System for klassifisering av habitatflaskehalsar 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 en del av segmentene, mens tilgangen til gytemuligheter er begrensende i noen få områder (**Tabell 6**). En samlet vurdering tilsier at det er moderate produksjonsforhold med tanke på gyte- og skjulmuligheter i Vossovassdraget og at tilgangen til skjul trolig er den faktor som påvirker produksjonen mest negativt. Det gjøres oppmerksom på at dype områder og annen vannvegetasjon kan virke som skjul for ungfisk, og at observerte forbygninger langsmed elvekanten også kan danne skjul for ungfisk. Vannvegetasjon kan også fungere som skjul for ungfisk og bidra med økt mattilgang (Velle et al. 2014).

Tabell 6. Klassifisering og kort beskrivelse av gyteforhold og skjul/habitat for parr, antatt potensial for smoltproduksjon og sannsynlig flaskehals for produksjon på de ulike segmentene i kartlagt del av Vossovassdraget.

Segment	Gytehabitat	Skjul og habitat for parr	Antatt potensial for smoltproduksjon	Sannsynlig flaskehals
1 - Bolstad	Moderat	Moderat	Moderat	Gyting + skjul
2 – Bolstad	Mye	Mye	Høy	Ingen
3 – Bolstad	Mye	Moderat	Høy	Skjul
1 – Vosso	Lite	Mye	Moderat	Gyting
2 – Vosso	Mye	Lite	Moderat	Skjul
3 – Vosso	Lite	Mye	Moderat	Gyting
4 – Vosso	Mye	Lite	Moderat	Skjul
5 – Vosso	Moderat	Mye	Høy	Gyte
6 – Vosso	Lite	Ikke målt	Lav	Gyting (skjul)
7 – Vosso	Mye	Lite	Moderat	Skjul
8 – Vosso	Moderat	Moderat	Moderat	Gyting + skjul
9 – Vosso	Mye	Lite	Moderat	Skjul
10 – Vosso	Moderat	Lite	Lav	Gyting + skjul

4.1 Estimert smoltproduksjon basert på habitatkvalitet

Av de totalt 13 segmentene kartlagt i Vossovassdraget ble 3 kategorisert som å ha høyt potensial for smoltproduksjon (24 % av elvearealet), 8 segment hadde moderat (62 % av elvearealet) og 3 hadde lavt antatt potensial for smoltproduksjon (14 % av elvearealet) (**Tabell 6**). Basert på denne analysen og kunnskap fra andre vassdrag angående produksjonen av smolt, er det mulig å sette opp en teoretisk forventet smoltproduksjon i den kartlagte delen av Vosso.

Ugedal et al. (2014) gir en oversikt over antatt smoltproduksjon basert på feller som fanger all eller det meste av den utvandrende smolten i mindre elver. Den klart høyeste gjennomsnittlige smoltproduksjonen ble funnet i Imsa (15,5 smolt pr. 100 m²), mens mer moderate tettheter ble funnet i Daleelva i Vestland, Vaksdal (5,5 pr. 100 m²), Vardneselva i Troms (2,9 pr. 100 m²) og Halselva i Finnmark (4,0 pr. 100 m²). For samtlige av elvene er det et kjennetegn at smoltproduksjonen varierer mye mellom år. I Daleelva fanger fella inn smolt som vandrer ut fra et restfelt med et areal på ca. 3,4 ha. Den gjennomsnittlige smoltproduksjonen er funnet å være 5,5 smolt pr. 100 m², men varierer fra 2,9 til 8,2 smolt pr. 100 over en periode på 8 år.

I større vassdrag hvor en ikke kan bruke heldekkende feller, er det gjort estimater ved å elfiske og merke presmolt før smoltutvandringen og deretter bruke innslaget av merket og umerket smolt i feller (smoltskruer eller ulike typer ruser) satt ut under smoltutgangen. Ved bruk av denne metodikken har Ugedal et al. (2014) referert til presmolttettheter beregnet i Suldalslågen (2,7 pr. 100 m²), Flåmselva (6,0 pr. 100 m²), Eira (3,6 pr. 100 m²), Orkla (6,5 pr. 100 m²), Stjørdalselva (3,4 pr. 100 m²) og Altaelva (14,9 pr. 100 m²). I tillegg har vi ved bruk av samme metodikk estimert en smoltproduksjon for hele Daleelva, Vestland som varierer fra 9-13 smolt pr. 100 m² over en fireårsperiode (LFI upubliserte data).

Ut fra en mer teoretisk tilnærming med utgangspunkt i gytebestandsmålet, har Hindar m.fl. (2007) beregnet potensialet for smoltproduksjon i norske vassdrag. Dette gir en forventet smoltproduksjon i Suldalslågen på 4,9 smolt pr. 100 m², og tilsvarende for Flåmselva (3,6 smolt pr. 100 m²), Eira (4,5 smolt pr. 100 m²), Orkla (7,0 smolt pr. 100 m²), Stjørdalselva (3,3 smolt pr. 100 m²) og Alta 8,2 smolt pr. 100. Dette viser at en tilnærming basert på gytebestandsmål i de fleste elvene ikke avviker veldig mye fra estimatene og tilhørende variasjon for tettheter av presmolt en får ved å benytte fangst/gjenfangst estimat.

Med disse bakgrunnsdataene og erfaringene fra andre vassdrag, er det i **Tabell 7** vist en teoretisk forventet smoltproduksjon i forhold til habitatkvalitet for kartlagt del av Vossovassdraget. Habitatkvalitet med lavt antatt potensial er satt til å være 2-4 smolt pr. 100 m², moderat til 5-8 smolt pr. 100 m² og høyt til å være 9-13 smolt pr. 100 m². I «Miljødesignhåndboka» er lav oppgitt å være 2 og høy oppgitt å være 13 (Forseth & Harby (2013). Basert på disse forutsetningene er produksjonen av laksesmolt anslått til å være fra 54 800 - 85 500 for den delen av vassdraget som her er kartlagt. Dette gir en antatt tetthet av laksesmolt fra 5,5 – 8,6 pr. 100 m². I Bolstadelva er produksjonen av smolt ut fra samme forutsetninger anslått å variere fra 18 926 – 27 800 smolt, mens tilsvarende variasjon i Vosso nedstrøms Vangsvatnet er fra 30 103 – 48 038 smolt og Vosso oppstrøms Vangsvatnet fra 5 745 – 9 630 smolt. Basert på denne tilnærmingen blir det relativt sett produsert flest smolt pr. 100 m² i Bolstadelva (fra 8,0 til 11,7 smolt) og minst oppstrøms Vangsvatnet (fra 3,9 til 6,5 smolt). Tilsvarende er det antatt at smoltproduksjonen i Vosso varierer fra 5,0 til 7,9 pr. 100 m².

Tabell 7. Antatt produksjon av laksesmolt basert på analysen av kvalitet (gyteområder og skjul) i de ulike segmentene på den kartlagte delen av Vossovassdraget. Rød farge på segment angir lav forventet smoltproduksjon som varierer fra 2 til 4 smolt pr. 100 m², oransje farge fra 5 til 8 smolt og grønn farge angir høy forventet smoltproduksjon fra 9 til 13 smolt pr. 100 m². I tillegg oppgis antall smolt pr. 100 m² for Bolstadelva, Vosso nedstrøms og oppstrøms Vangsvatnet.

Segment	Antall smolt (min – max)
Bolstad segment 1	2 973 – 4 757
Bolstad segment 2	10238 – 14 789
Bolstad segment 3	5 714 – 8 254
Sum Bolstad	18 926 – 27 800
Antall smolt pr. 100 m ²	8,0 – 11,7
Vosso Segment 1	3 529 – 5 647
Vosso Segment 2	7 694 – 12 311
Vosso Segment 3	3 462 – 5 539
Vosso Segment 4	3 854 – 6 166
Vosso Segment 5	5 251 – 7 585
Vosso Segment 6	1 727 – 3 455
Vosso Segment 7	2 572 – 4 115
Vosso Segment 8	2 013 – 3 221
Sum Vosso nedstrøms Vangsvatnet	30 103 – 48 038
Antall smolt pr. 100 m ²	5,0 – 7,9
Vosso Segment 9	4 652 – 7 443
Vosso Segment 10	1 093 – 2 185
Sum Vosso oppstrøms Vangsvatnet	5 745 – 9 630
Antall smolt pr. 100 m ²	3,9 – 6,5
Totalt	54 774 – 85 468
Antall smolt pr. 100 m ²	5,5 – 8,6

I dette anslaget er det ikke tatt høyde for at det også produseres smolt i innsjøene. Det er kjent fra tidligere at laksen også bruker innsjøene som leveområde i både Vossovassdraget (Haraldstad et al. 1983) og i flere andre laksevassdrag både på Vestlandet (Barlaup & Gabrielsen 2002; Gabrielsen & Barlaup 2002), og andre steder i Norge (Halvorsen & Jørgensen 1996, Halvorsen & Svenning 2000, Lura 2002). Selv om produksjonen av laks pr. arealenheter vil være lavere i innsjøene sammenliknet med elvestrekningene, utgjør Evangervatnet, Vangsvatnet og Seimsvatnet til sammen et så stort areal (11 222 494 m²) at de totalt sett kan utgjøre et betydelig bidrag til vassdragets produksjon av laksesmolt. En skal heller ikke se bort fra at Bolstadfjorden med sitt ferskvannsmiljø kan bidra til produksjon av laksesmolt. I tillegg produseres det laksesmolt i Teigdalselva og delene av Strandaelva og Raundalselva som ikke er kartlagt (oppstrøms samløpet). Det er derfor rimelig å anta at det reelle potensialet for smoltproduksjon i hele Vossovassdraget er i øvre del, eller høyere enn intervallet som er gitt i **Tabell 7**. Dette samsvarer også godt med Hindar et al. (2007) som utfra et forventet gytebestandsmål på 2 egg pr. m² fant at den potensielle smoltproduksjonen for hele Vossovassdraget vil være 74 593 fordelt på 63 956 smolt produsert på elvestrekningene og 10 637 tilknyttet innsjøarealene.

5. Forslag til aktuelle tiltak og oppfølgende undersøkelser

Basert på resultatene fra denne kartleggingen og analyser av flaskehals, finnes det flere aktuelle tiltak for å bedre forholdene for lakseproduksjon i Vossovassdraget. Mangel på skjul i elvebunnen fremstår som den flaskehalsen som har antatt mest negativ påvirkning på produksjonen av ungfisk i hele elva. Aktuelle tiltak for å bøte på dette er såkalt «ripping», eller å legge ut stein- og blokkgrupper samt å danne strømsettere og ledebuner for å danne hydromorfologisk variasjon.

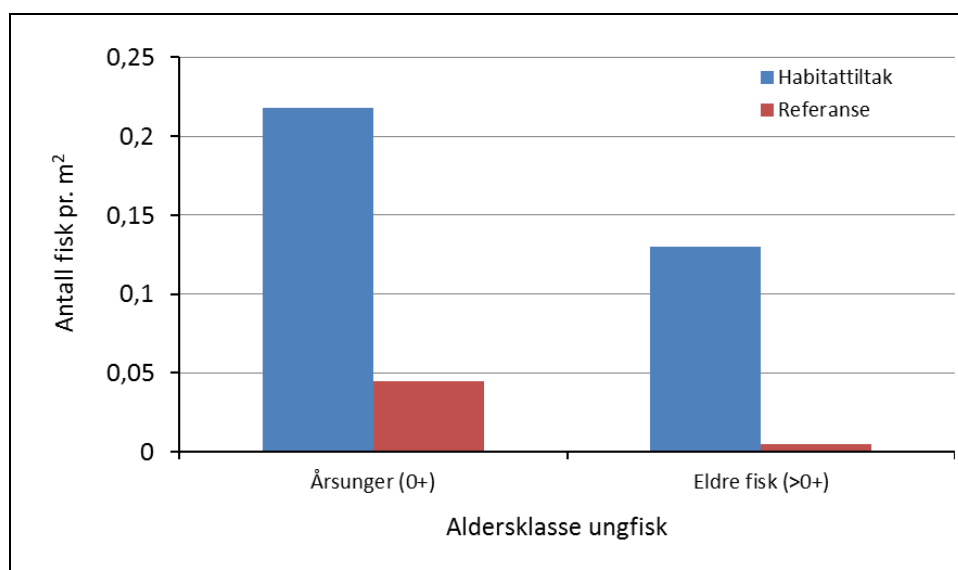


En teleripper kan brukes for å løsne opp hardpakket elvebunn, slik at det blir mer skjul for ungfisk.

Ved Vassenden øverst i Bolstadelva er ripping et aktuelt tiltak for å øke gyte- og skjulmuligheter. Utlegging av steingrupper og blokker er aktuelt på nedre del av strekningen fra Voss sentrum og ned til Vangsvatnet. På denne strekningen er det mye gyteareal tilgjengelig, men tilgangen til skjul for ungfisk er begrensende. 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. 2011). 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 23**).



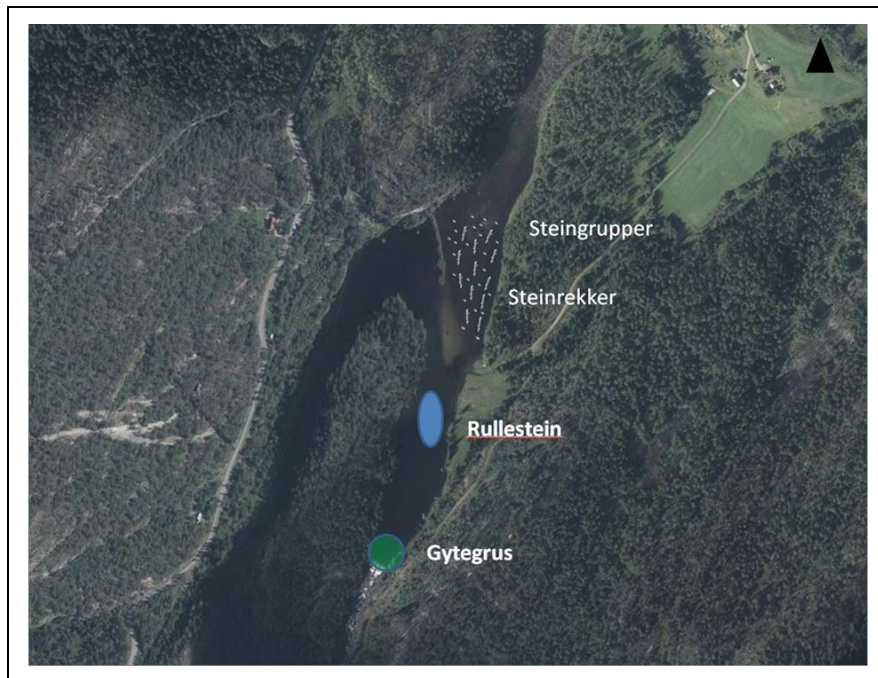
Blokker festet i elvebunnen samt ledebune/strømsetter øverst i bildet med gyteområde i glattstrømmen til høyre for ledebunen.



Figur 23. Gjennomsnittlige tettheter av årsunger (0+) og eldre fisk (>0+) pr. m² for samtlige områder med habitattiltak og referanseområder i Teigdalselva i årene 2015, 2016 og 2017.

Et annet eksempel er fra 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 24**). Av de tre habitattiltakene gjennomført i Ekso, er tiltaket med å legge ut blokkgrupper/blokkrekker aktuelt i Vosso (**Figur 25**). Evalueringen av tiltaket med

steingrupper, har vist en betydelig økt smoltproduksjon i det habitatjusterte området (LFI upubliserte data).



Figur 24. Oversikt over tiltak som ble gjennomført høsten 2016 i Ekso.



Figur 25. Prinsippskisse for habitattiltak (miljødesign) ved bruk av steingrupper og steinrekker på Fetet i restfeltet i Ekso. En viktig egenskap ved dette tiltaket er at hulrommene har vist seg å bli opprettholdt over tid og ikke sedimentere igjen. Denne formen for tiltak kan også være aktuelt i Vosso 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 Vosso.

Det gjøres oppmerksom på at tiltakene kan endre hydromorfologisk utforming av elva og dermed også endre det estetiske inntrykket man får av selve elva, 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. En kan eksempelvis velge å utføre tiltak i dypere parti (mindre synlig) og fokusere på å utføre tiltak der en allerede har inngrep i vassdraget, for eksempel langs og utenfor forbygninger. I flere av de undersøkte segmentene, er det lite skjul uten at vi foreslår habitattiltak. Årsaken til dette, er at vi har vurdert strekningen til å ha en naturlig hydromorfologisk tilstand uten nevneverdig påvirkninger fra mennesker, dvs. nær den opprinnelige naturtilstanden. Vi anbefaler av den grunn ikke å utforme habitattiltak her.

Før aktuelle tiltak gjennomføres, bør det utarbeides en tiltaksplan for å utrede aktuelle tiltak, beskrive gjennomføring av aktuelle tiltaksalternativer, samt gjøre en vurdering av hvordan aktuelle tiltak vil bli påvirket av flom og erosjon. Videre bør det gjøres undersøkelser av vanddekt areal ved ulike vannføringer i relasjon til kartlagte gyte- og oppvekstområder.

6. Referanser

Barlaup, B.T. & Gabrielsen, S-E. 2002. Vossovassdraget – Fisk. I: Kalking i vann og vassdrag. Resultatkontroll av større prosjekter 2001. Direktoratet for naturforvaltning. Notat 2002-1.

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.

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.

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>

Gabrielsen, S.-E. & Stranzl, S. 2016. Forslag til habitattiltak etter fjerning av terskelen på fetet i Ekso. LFI Notat mai 2016.

Gabrielsen, S.E., Barlaup, B.T., Halvorsen, G.A., Sandven, O.R., Wiers, T., Lehmann, G.B., Skoglund, H., Skår, B. & Vollset, K.W. 2011. «LIV – Livet i vassdragene» - Langsiktige undersøkelser av laks og aure i Teigdalselva i perioden 2006-2011. LFI-Rapport 189.

Gabrielsen, S.-E. & Skår, B. 2019. Habitattiltak i Teigdalselva. Sluttrapport 2018. «Bra miljøvalg». LFI Rapport nr. 323.

Gabrielsen, S-E. & Barlaup, B.T. 2002. Flekke-Guddalsvassdraget – Fisk. I: Kalking i vann og vassdrag. Resultatkontroll av større prosjekter 2001. Direktoratet for naturforvaltning. Notat 2002-1.

Halvorsen, M. & Jørgensen, L. 1996. Lake use by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and other salmonids in northern Norway. *Ecology of Freshwater Fish* 5: 28-36.

Halvorsen, M. & Svenning, M.-A. 2000. Growth of Atlantic salmon parr in fluvial and lacustrine habitats. *Journal of Fish Biology* 57: 145-160.

Haraldstad, Ø., Ballestad, M., Gravem, F.R., Hindar, K., Jonsson, B., Matzow, D., Schei, T.A., Synnes, K. & Sættem, L.M. 1983. Vossoprosjektet. Ferskvannøkologisk forskning i Vossevassdraget 1972-1982. Zoologisk institutt, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 11-1983.

Hindar, K. Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA rapport nr. 226. 78 s.

Lura, H. 2002. Laksesmoltproduksjon i Fotlandsvatnet i Bjerkreimsvassdraget. Ambio Miljørådgivning. Rapport nr. 10009.

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.

Ugedal, O., Kroglund, f., Barlaup, B.T. & Lamberg, A. 2014. Smolt – en kunnskapsoppsummering. Utgiver: Miljødirektoratet. Rapport M 136 - 2014.

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.

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