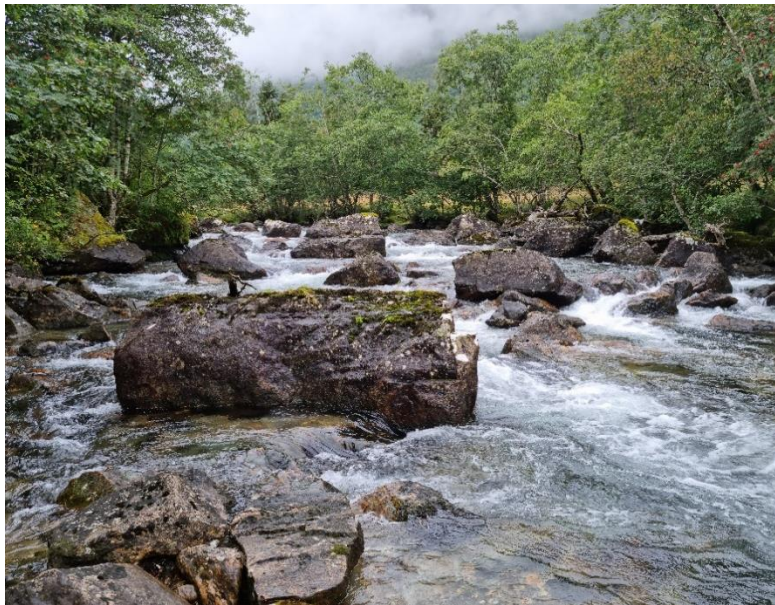


Habitatkartlegging i Innfjordelva høsten 2021



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, Tel: 56 10 70 00

LFI-rapport nr: 445

ISSN nr: ISSN-2535-6623

Tittel: Habitatkartlegging i Innfjordelva høsten 2021

Antall sider: 42

Dato: 18.05.2022

Forfattere: Erlend Mjelde Hanssen og Marius Kambestad

Kvalitetssikret av: Ulrich Pulg

Bilder: Fotografier er tatt av NORCE LFI

Geografisk område: Vassdrags-nr. 103.2Z, Rauma kommune, Møre og Romsdal, Norge

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet; tilskudd gjennom ordningen «Tilskudd til vassmiljøtiltak – generell vassforvaltning»

Emneord: Leveområder for fisk, gyteområder, flaskehals for fiskeproduksjon, habitattiltak

Forsidebilder: Oppe t.v. Dronebilde av meanderende parti i nederste del av Innfjordelva. Oppe t.h.: Skjulramme i et område med mye sand mellom substrat og lite skjul. Nede t.v.: Gyteområde på brekk i øvre del av Innfjordelva. Nede t.h.: Kvitstryksegment i øvre del av Innfjordelva.

Takk til: Vi takker Innfjordelva elveeigarlag for informasjon om vassdraget, Ståle Sæterbø hos Rauma Energi for informasjon om reguleringer og Kristin Bøe ved Veterinærinstituttet for data fra bestandsovervåking av laks og sjøørret.

Referanse

Hanssen, E.M. & Kambestad, M. 2022. Habitatkartlegging i Innfjordelva høsten 2021. NORCE, LFI-rapport 445, 42 sider, ISSN 2535-6623.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
1. Bakgrunn og hensikt	4
2. Generelt om lakseproduksjon og habitatforhold	6
2.1 Gyteområder	6
2.2 Skjulforhold for ungfisk.....	7
2.3 Habitatflaskehalsen og begrensende faktorer	7
2.4 Hydromorfologiske inngrep.....	8
2.5 Effekter av regulering	11
3. Metoder	14
3.1 Registreringer i felt	14
3.1 Flaskehalsanalyse	17
3.2 Forslag til tiltak	17
4. Resultater	18
4.1 Inndeling av elv i segmenter og grunnleggende data	18
4.2 Segment 1 – nederst.....	19
4.3 Segment 2 – øverst.....	25
5. Oppsummering og vurdering	31
5.1 Habitatforhold	31
5.2 Flaskehalsanalyse	34
5.3 Inngrep.....	35
5.4 Forslag til tiltak	37
6. Referanseliste	41

Sammendrag

Denne rapporten sammenstiller resultater av habitatkartlegging utført av NORCE LFI i Innfjordelva i Rauma kommune høsten 2021. Kartleggingen viser at mangel på skjul er den viktigste fysiske habitatflaskehalsen for laks og ørret, spesielt i nedre halvdel av elva. Skjulumangelen kan delvis skyldes naturlige forhold, men også tilførsel av sand fra en sidebakk, sediment-endringer som følge av reguleringen av nedbørsfeltet ovenfor anadrom strekning, og at det tidligere trolig har blitt fjernet stein fra elven. Det anbefales derfor ulike habitattiltak for å øke skjulmulighetene for ung og voksen laks og sjøørret i vassdraget.

1. Bakgrunn og hensikt

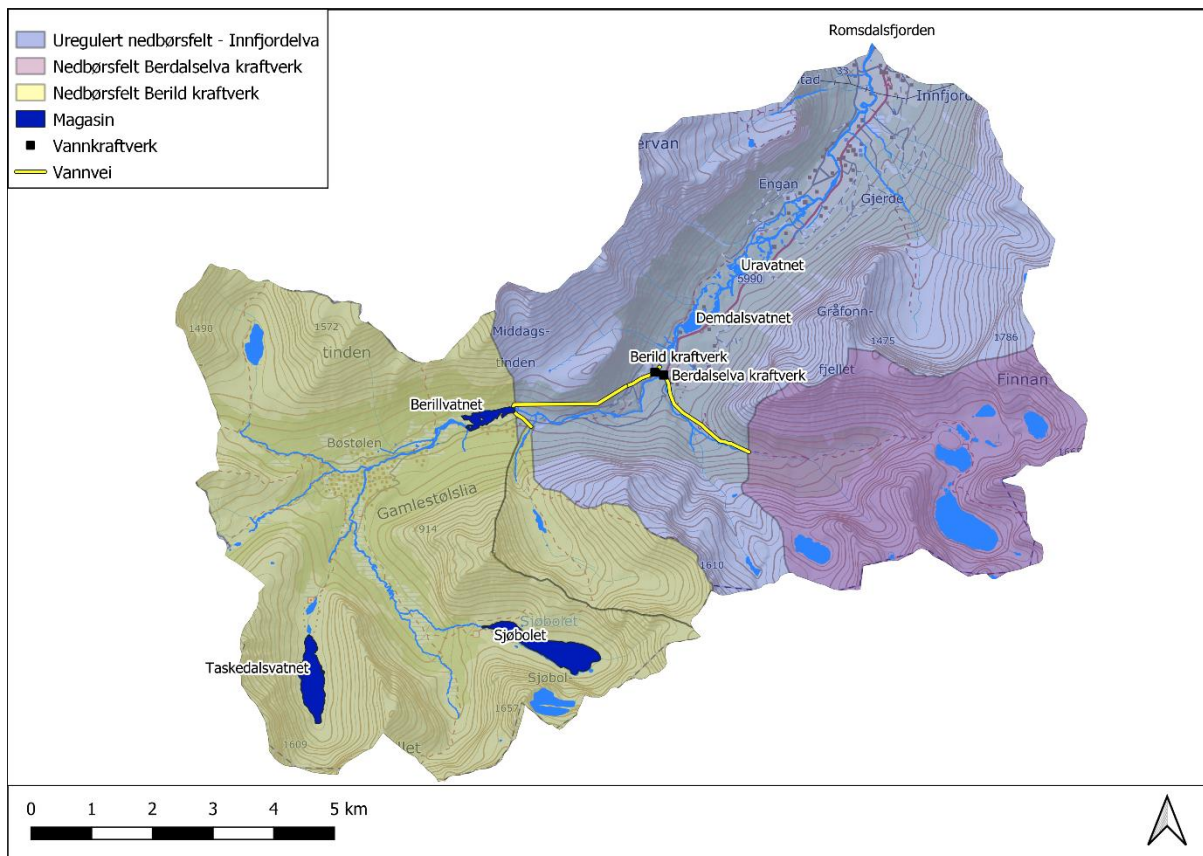
Innfjordelva ligger i Rauma kommune og renner ut i Romsdalsfjorden. Nedbørfeltet er på 104 km², med en middelvannføring ved utløp til sjø på ca. 4,8 m³/s (<http://nevina.nve.no/>). Øvre deler av nedbørfeltet består av høyfjell og skog, mens lakseførende strekning snor seg gjennom skog og landbruksområder i dalbunnen.

Vassdraget er regulert til kraftproduksjon ved at Berillvatnet, Taskedalsvatnet og Sjøbolet er demmet opp og brukes som vannmagasiner for Berild kraftverk (maks produksjon 11,3 MW, driftsvannføring 1,35-4,70 m³/s). I tillegg ligger elvekraftverket Berdalselva kraftverk i sideelven Berdalselva. Begge kraftverkene ligger oppstrøms anadrom strekning, som strekker seg fra sjøen til en ur like nedstrøms Uravatnet (**figur 1**). Reguleringsregimet ved Berild kraftverk medfører blant annet unaturlig raske vannstandsendringer nedstrøms kraftverket, men undersøkelser utført av NTNU tyder på at dette ikke medfører vesentlig risiko for stranding av fisk på anadrom strekning (Arnekleiv mfl. 2010), sannsynligvis fordi vannstandsendingene avdempes av Demdalsvatnet og Uravatnet. Noe redusert produksjon av næringsdyr som insektlarver er imidlertid sannsynlig (Arnekleiv mfl. 2010). Det er pålagt en minstevannføring på 200 l/s ut fra Berillvatnet i perioden 15. mai til 31. august, men ikke resten av året.

Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ble påvist i Innfjordelva og andre elver i Rauma-regionen på 1980-tallet. Parasitten ble forsøkt utryddet fra disse vassdragene i 1993, men ny rotenonbehandling måtte gjennomføres i 2013-2014 (Anon. 2015). Bestandene av laks og sjøørret ble bevart i levende genbank, og gjenoppbygging av bestandene har foregått ved utsettinger siden 2015. I tillegg ble det satt ut ørretyngel oppstrøms anadrom strekning i Innfjordelva allerede fra 2011 (Wist mfl. 2019).

Oppfølgingsundersøkelser utført av Veterinærinstituttet tyder på at reetableringen av fiskebestandene ikke har vært like vellykket som i flere av nabovassdragene (se f.eks. Wist mfl. 2019). Ungfiskundersøkelser i perioden 2017 til 2020 har vist at tettheten av laksunger er relativt lav (i snitt 16 årsyngel og 14 eldre laksunger per 100 m²), og at en stabilt høy andel av ungfisken stammer fra utsettinger fra genbank (Kristin Bøe, Veterinærinstituttet, pers. medd. desember 2021). Dette samsvarer med resultatene fra gytefisktellinger utført årlig siden 2019, som tyder på at gytebestandsmålet for laks ikke har vært oppnådd noen av årene. For sjøørret har tettheten av ungfisk vært svært lav (i snitt 6 årsyngel og 7 eldre ørret per 100 m²), mens mengden gytefisk har vært variabel og relativt beskjeden (< 180 kg hunnfisk, men hele vassdraget har ikke blitt undersøkt; Kristin Bøe, pers. medd.).

Det er ikke gjort noen systematisk kartlegging av habitatforhold for fisk i Innfjordelva, men økt tilslamming er tidligere nevnt som en mulig utfordring for laks og sjøørret (Wist mfl. 2019). Elveeierlaget har derfor tatt initiativ til en habitatkartlegging, som ble utført av NORCE i august 2021. Formålet med prosjektet er å vurdere om det kan gjøres restaureringstiltak eller habitattiltak som vil bedre situasjonen for laks og sjøørret i vassdraget.



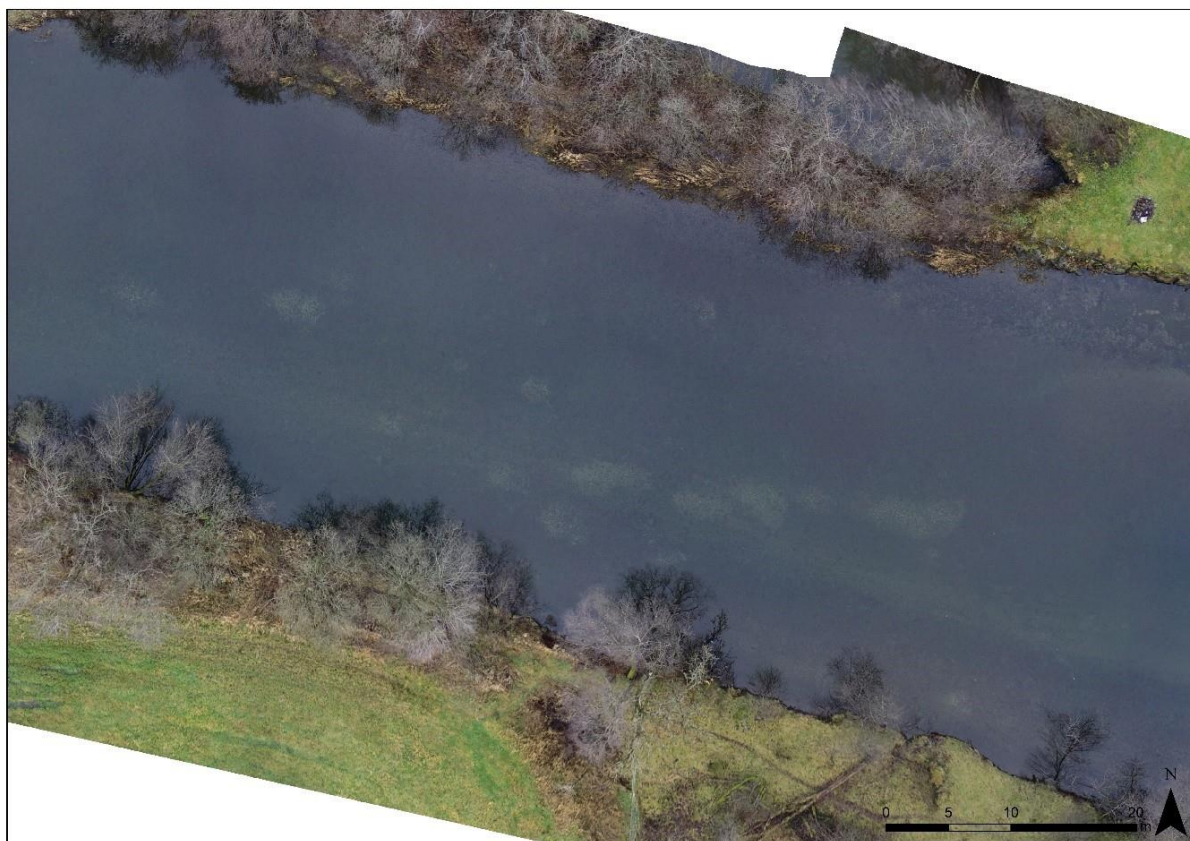
Figur 1. Nedbørfeltet til Innfjordelva. Vannkraftverk, vannveier og oppdemmede innsjøer (magasiner) er markert, og regulerte og uregulerte deler av nedbørfeltet er vist med ulike farger.

2. Generelt om lakseproduksjon og habitatforhold

Laks og sjøørret har ulike krav til habitatforhold gjennom livssyklusen. En rekke studier har påpekt at den romlige fordelingen av egnede habitatforhold for ulike livsstadier kan ha stor effekt på vassdragets bærekapasitet for produksjon av smolt. 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 mfl. (2011) og er sammenfattet i Forseth & Harby (2013). Det henvises til disse for ytterligere informasjon og referanser.

2.1 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 (figur 2).



Figur 2. Eksempel på dronebilde fra Etneelva, som viser tydelige gytegroper som lysere flekker på elvebunnen. Dronefoto er et svært nyttig verktøy som kombineres med fysisk kartlegging for beskrivelse av vassdrag.

Laksen stiller strenge krav til valg av gyteplass, der bunnssubstrat, 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 graver dypere enn mindre fisk. Som en følge av dette ser en også at laksen ofte gyter på dypere områder og på grovere substrat enn det ørreten gjør, men i praksis overlapper laksen og ørreten i stor grad og gyter ofte på de samme områdene. De strenge kravene til gyteplass resulterer i at det i mange elver kun er et fåtall plasser som har egnede 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 laksunger. 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 forsvarer 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. Dette resulterer i at fordelingen av yngelen i tidlig livsfase ofte er «klumpet» i nærheten av gyteområdene. De som taper konkurransen om territorier blir fortrent (ofte nedstrøms), og vil ha dårligere overlevelsesmuligheter.

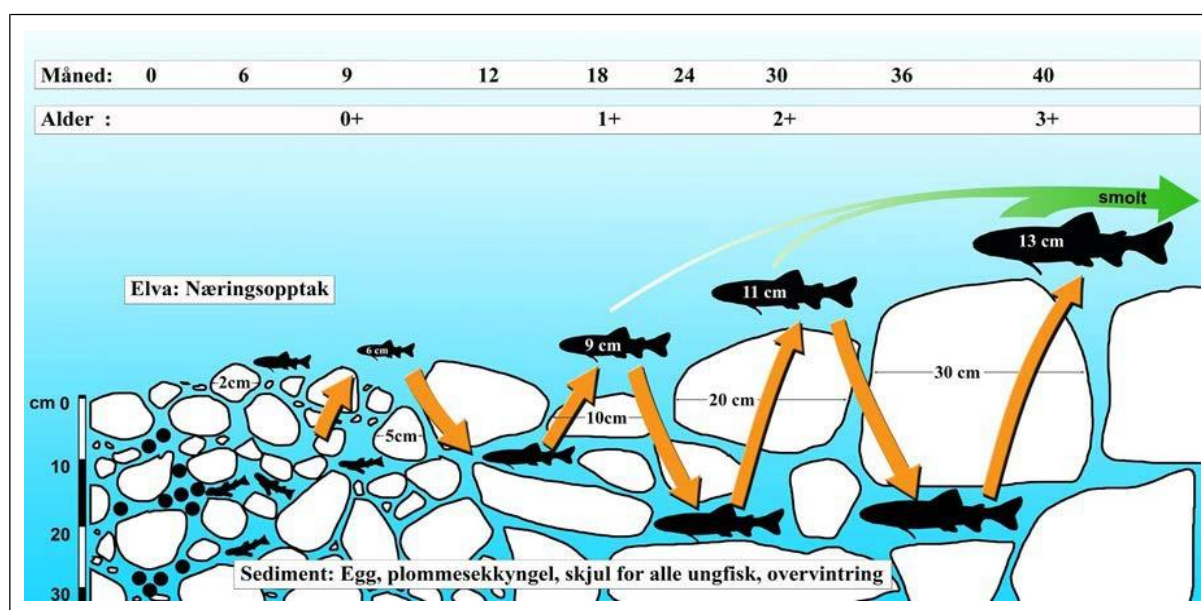
2.2 Skjulforhold for ungfisk

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 i 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 en viktig faktor for overlevelse og produksjon av ungfisk (Finstad mfl. 2009). Lakseparr finner som regel skjul i hulrom mellom steiner på elvebunnen (**figur 3**). Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnssubstratet. 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.

2.3 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 gjennom 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 områdetets potensiale for ungfiskproduksjon (bæreevnen) 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 godt fordelte gyteområder og i tillegg god tilgang til skjul, spesielt i nærheten av gyteplassene.



Figur 3. Prinsippskisse for hvordan ulike livsstadier hos ungfisk av laks og ørret benytter bunnsbstratet (skisse utviklet av Ulrich Pulg, NORCE LFI).

2.4 Hydromorfologiske inngrep

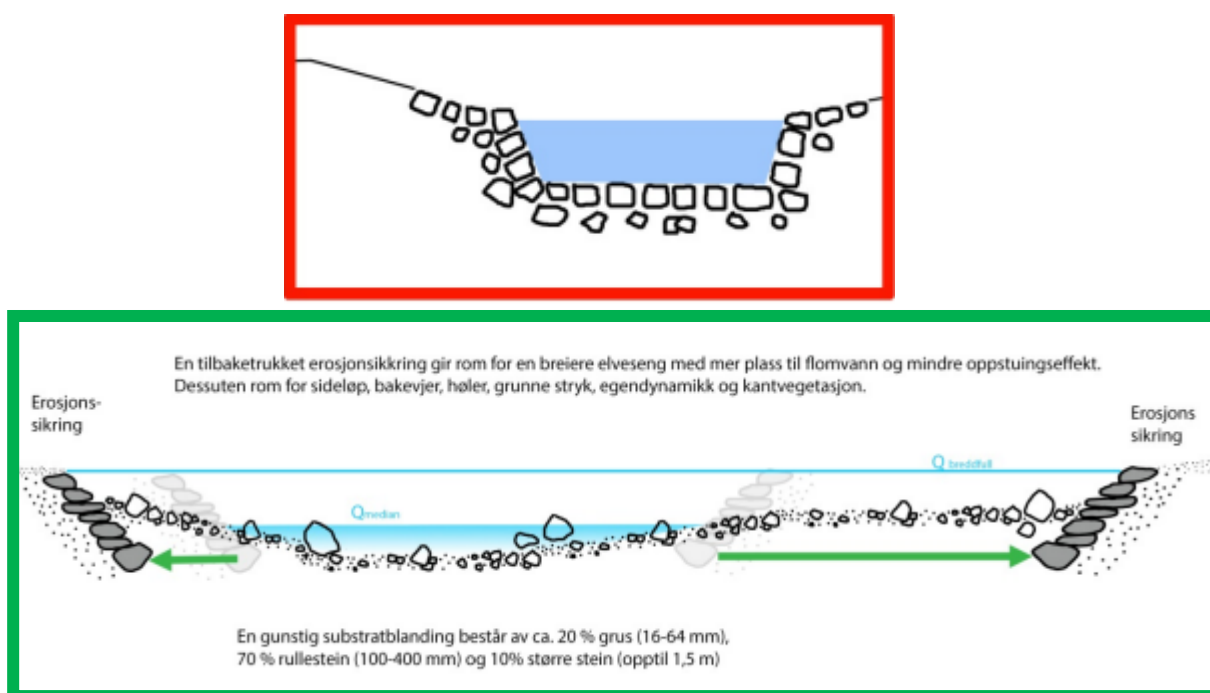
En stor andel av elver er i dag påvirket av hydromorfologiske inngrep som forringer økosystemet sammenlignet med naturtilstand. Disse kan i ulik grad påvirke habitatforholdene for fisk. Dette kan være inngrep som forbygninger, kanalisering, terskler, fjerning av kantvegetasjon og rørlegging.

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 som betong eller store steinblokker. Dette er negativt for miljøet i elven da det reduserer tilgjengelig skjul for fisk, samt endrer strømforholdene og

elvens evne til å transportere sedimenter (se Pulg mfl. 2017 for mer om dette temaet). Andre steder er elvebreddene forbygget med løs erosjonssikring av naturstein. Dette medfører langt mindre problemer enn glatt plastring, da det fortsatt vil være hulrom tilgjengelig for fisken i selve erosjonssikringen. Stedvis kan virkningen av en slik sikring isolert sett være positiv, for eksempel i elver hvor det finnes lite naturlig skjul i elvebunnen.

Erosjonssikring kan også være tilbaketrukket, slik at det fortsatt finnes en naturtypisk elvebredd innenfor sikringen (**figur 4**). Der erosjonssikring er nødvendig, er dette den beste løsningen med hensyn til variasjon i strømningsmønster, habitatdiversitet og skjul for ungfisk. En tilbaketrukket 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.



Figur 4. Illustrasjon som viser ugunstig (øverst) og gunstig (nederst) erosjonssikring i et vassdrag (hentet fra Pulg mfl. 2017).

Kanalisering og terskler

Kanalisering medfører en utretting av elveløpet, ved at svinger (meandre) rettes ut eller at sideløp stenges av. Dette fører til en reduksjon i fiskeproduserende elveareal. I tillegg til at vanddekt areal blir mindre reduseres også habitatvariasjonen, hvilket kan medføre forringelse av det resterende elvearealets habitatkvalitet. Fallet per meter elvestrekning økes, og dermed også elvens evne til å transportere sedimenter. I kanaliserte elver er det i tillegg ofte bygget terskler, for å redusere risiko for erosjon, for å øke vanddekket areal eller for å skape standplasser for voksen fisk. Selv om terskler ofte øker produksjonsarealet for laksefisk, kan de også redusere habitatkvalitet for ungfisk, og i tillegg kan de forhindre naturlig sedimenttransport.

De viktigste effektene av kanalisering på det akvatiske miljøet er dermed tap av areal, endringer i strømforhold og endringer i substratsammensetning. Tap av habitat går både på areal og på redusert kvalitet av ulike leveområder, som at naturlige kulp-stryk-sekvenser ødelegges, at elven avskjæres fra flomsletter og kantvegetasjonen, 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 gjenåpnes for på den måten å øke produksjonsarealet. Alternativt kan det gjøres habitattiltak for å restaurere gyteområder eller bedre substratsammensetning innenfor det kanaliserte elveløpet.

Kantvegetasjon

Kantvegetasjon i vassdrag er gjerne definert som det naturlige og viltvoksende planteliv som dekker sonen fra vannkanten og opp til flomsikkert land. Kantvegetasjon har stor betydning for natur og miljø langs elva. Den er et viktig leveområde for dyreliv både på land og i vann, og er et verdifullt landskapselement. I tillegg kan kantvegetasjon motvirke erosjon langs elvebredden og har en naturlig flomdempende effekt. Sedimenter og overflødig næringsalter filtreres ut gjennom kantvegetasjonen (Martin 1999), hvilket reduserer jordbruksrelatert forurensning ut i nærliggende fjordsystemer. For fisken i vassdraget er kantvegetasjon viktig da den gir skjul og skygge langs elvebredden, og næring i form av insekter og andre evertebrater som er assosiert med vegetasjonstypen i området. Døde trær som ramler ut i elven skaper også gode skjuleplasser for små og store laksefisk.

Det finnes flere årsaker til at kantvegetasjon blir fjernet, deriblant landbruksvirksomhet, veibygging, flomkontrolltiltak, forbygninger og vedhogst. Vannressursloven krever imidlertid at det skal tas vare på en vegetasjonssone langs vassdraget (NVE mfl. 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, kan denne restaureres gjennom passiv revegetering fra naturlig frøbank, eller ved planting av naturlig forekommende vegetasjonstyper. Man kan reetablere kantvegetasjon ved å ta små trær fra nærliggende områder og plante disse med røtter, eller ved å kjøpe stedegne tresorter fra forhandler. 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 er etablert en rekke teknikker for å etablere vegetasjon og erosjonsvern av trær, særlig i lavlandselver, blant annet ved hjelp av faskiner. En nærmere beskrivelse finnes i Vassdragshåndboka (Fergus mfl. 2010).

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. Etablering og skjøtsel av kantvegetasjon med unge trær og busker på plastring er også et alternativ.

Rørlegging og kulverter

Krysningspunkter mellom veg og vassdrag er sårbare punkter for erosjon. Elver og bekker blir ofte lagt i rør eller annen type kulvert ved slike krysningspunkt. Kulverter kan være utformet eller plassert slik at de fungerer som et vandringshinder for fisk. Årsakene kan være for lite vanddyb i kulverten, for stor helning, 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 produsere sjøørret eller laks.

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, kvist og annet som driver nedover bekkene. Rister bør derfor vedlikeholdes og renses regelmessig, særlig i og før fiskens vandringsperiode. Dette vil også redusere fare for oversvømmelse.

I tillegg til å være potensielle vandringshindre, kan kulverter redusere habitatkvalitet, spesielt dersom bunnen av kulverten støpes i betong. I tillegg økes ofte vannhastigheten gjennom en kulvert fordi den er en innsnevring i forhold til elvas naturlige bredde. Dette kan i sin tur gi økt erosjon umiddelbart nedstrøms kulverten (Furniss et al. 1991). Gyteområder for fisk nedstrøms en kulvert vil derfor være utsatt.

Kulverter kan utbedres ved å erstatte betongbunn med naturlig substrat, oppbygging av en «sats-kulp» for fisk like nedstrøms, og montering av ulike former for terskler eller andre strukturer som bremser vannet og letter oppvandring for fisk. Valg av tiltak avhenger av situasjonen og må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

2.5 Effekter av regulering

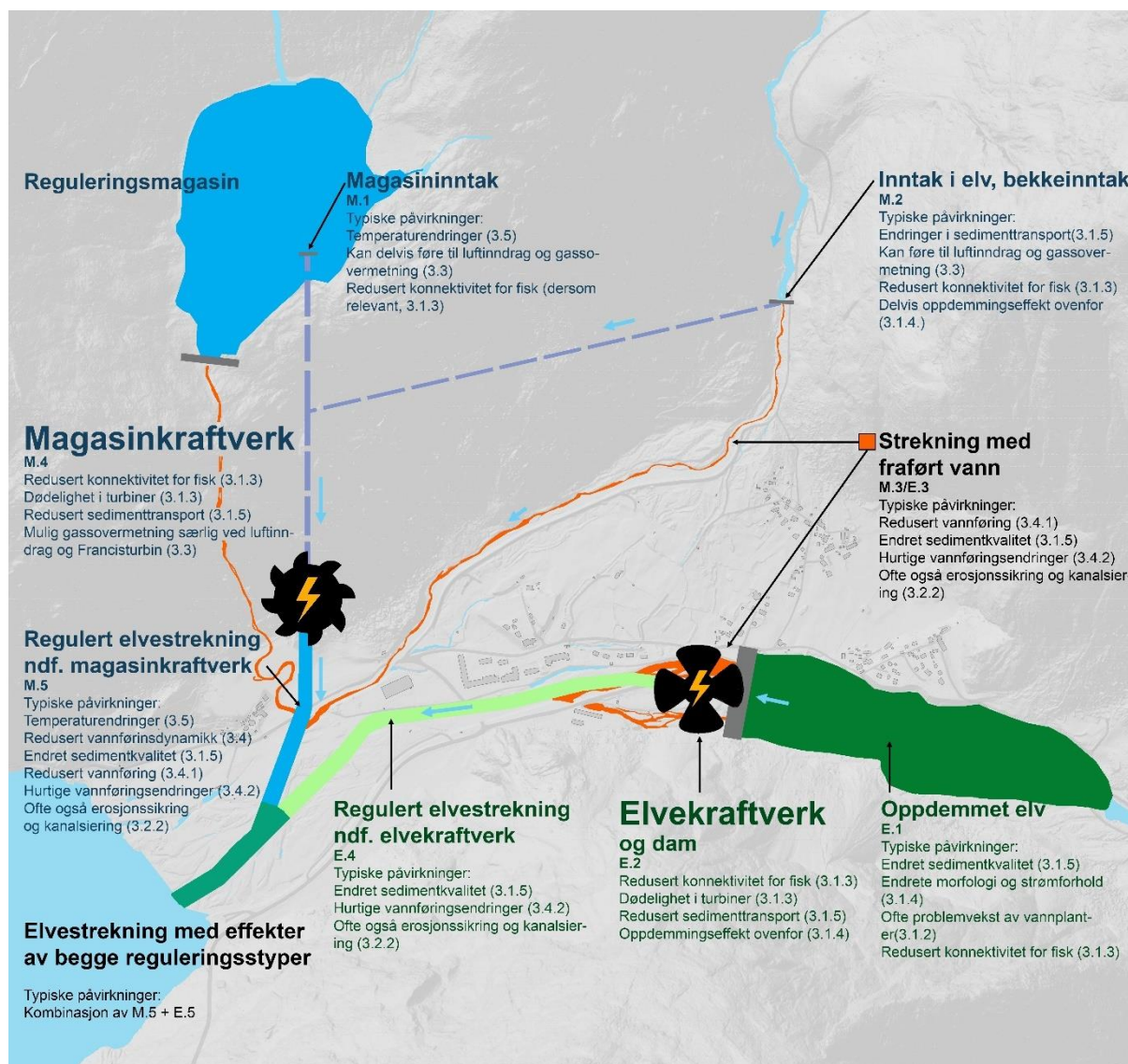
Mange norske vassdrag er regulert til vannkraftformål, og dette påvirker levevilkårene for fisk og andre vassdragstilknyttede organismer. En kort oppsummering av mulige effekter på laksefisk er gitt under – for en mer omfattende omtale henviser vi til Pulg mfl. (2020b) og Forseth & Harby (2013).

Elvekraftverk

Elvekraftverk genererer kraft ved å lede vann fra en elv inn i en turbin via rør eller tunnel. Elvestrekningen mellom vanninntaket og kraftverket får da redusert vannføring så lenge

kraftverket er i drift, noe som blant annet kan medføre redusert vanddekket areal, endrede isforhold, stranding av fiskens gytegroper, unaturlig raske vannstandsendringer og endret substratsammensetning (**figur 5**). Også nedstrøms kraftverket kan fisk bli negativt påvirket, spesielt dersom plutselige reduksjoner i driftsvannføring gjennom kraftverket medfører raske vannstandsreduksjoner i elven nedenfor. I tillegg kan utløpet fra kraftverket i en del tilfeller ha stor tiltrekningskraft på fisken, som dermed kan bli forsinket i sin vandring oppover elven. Inntaksdammen kan også utgjøre et vandringshinder for fisk, samt fungere som en sedimentfelle som hindrer naturlig transport av grus og stein nedover elven, mens nedvandrende fisk kan havne i turbinene og dø.

Virkingen av et elvekraftverk varierer ut fra lokale forhold og kraftverkets driftsbetingelser, der ytterpunktet på den ene siden er neglisjerbare virkninger, og på andre siden utryddelse av akvatisk liv i tilfeller der elver tørrlegges helt. Slipp av sesongtilpasset minstevannføring, sedimentforvaltning, omløpsventil for å hindre plutselige vannstandsreduksjoner og fiskevandringstiltak forbi kraftverksinstallasjoner er blant de aktuelle avbøtende tiltakene.



Figur 5. Skjematisk fremstilling av ulike miljøeffekter av vannkraftverk (fra Pulg mfl. 2020b).

Magasinkraftverk

Der kraftproduksjonen i et elvekraftverk er prisgitt elvens naturlige variasjoner i tilsig, kan man i et magasinkraftverk fordele tilsiget jevnere utover året ved å spare på vannet i oppdemmede innsjøer. På strekningen fra vanninntak til kraftverk er de økologiske virkningene stort sett de samme som for elvekraftverk, men nedstrøms magasinkraftverk er virkningene på økosystemet ofte langt større enn nedstrøms elvekraftverk. Den naturlige vannføringsdynamikken uteblir i stor grad - blant annet reduseres vanligvis flomtoppene - noe som igjen kan føre til tilslamming og gjenklogging av substratet i elvebunnen. Med vanninntak i høytliggende innsjøer vil vanntemperaturen nedstrøms kraftverket også ofte bli betydelig endret, noe som kan redusere fiskens vekst. I tillegg er gassovermetning et betydelig problem i en del regulerte vassdrag, spesielt nedstrøms kraftverk som benytter bekkeinntak i tillegg til inntak i magasin.

Også for magasinkraftverk varierer effektene på fisk og andre elvelevende organismer mye fra vassdrag til vassdrag. Miljøbasert tilpasning av vannføring, sedimentforvaltning og vandringsløsninger er vanlige avbøtende tiltak, men også fysiske tiltak for å tilpasse fiskehabitatet til det unaturlige vannføringsregimet er mye brukt i vassdrag med magasinkraftverk.

Andre typer regulering

Vann tas også ut av vassdrag til andre formål enn vannkraft, som drikkevann, jordbruk og industri. De fleste settefiskanlegg henter også ferskvann fra elver eller innsjøer. Virkningen av disse typene vannuttak er i hovedsak redusert vannføring, i tillegg til at inntaksdammene kan utgjøre sedimentfeller og vandringshindre for fisk.

3. Metoder

3.1 Registreringer i felt

Habitatkartleggingen av Innfjordelva ble utført 30. august 2021. Hele anadrom strekning, med sideløp og forgreininger, ble kartlagt fra sjøen til naturlig vandringshinder. Kartleggingen ble gjennomført med utgangspunkt i metodene beskrevet i Forseth & Harby (2013). I tillegg ble det registrert fysiske inngrep og vandringshindre (temporære og permanente). Vandringshindre ble deretter kategorisert som naturlige eller kunstige (menneskeskapte). Anadrom strekning i en elv vil være fra sjøen til naturlig permanent vandringshinder (i kart bare oppgitt som «naturlig vandringshinder»). Arbeidet ble utført ved at to personer iført snorkleutstyr eller vadere gjorde observasjoner over og under vann, mens ulike parametere ble notert 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, da de gir god oversikt i store vassdrag og bedre oppmåling av størrelsen på gyteområder. Dronekartlegging ble gjennomført med en DJI Phantom 4 RTK og dronebilder ble prosessert med «structure from motion» applikasjon (Agisoft Metashape). Med dette programmet ble det laget georefererte ortofoto av kartlagte elvestrekninger. Alle droneoperasjoner ble utført i henhold til forskriftene for fjernstyrte flysystemer som definert av Luftfartstilsynet.

I det følgende beskrives parametere som ble registrert under kartleggingen:

Elveklasser (også kalt mesohabitat) ble kartlagt etter metode beskrevet av Borsányi mfl. (2004), og ytterligere beskrevet i Forseth & Harby (2013). Metoden baserer seg på en klassifisering etter fire kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og vanddyb. 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 vanddyb over 0,7 m som dypt. Ved kartleggingen har man prøvd å få frem de overordnede habitattypene og skiftninger i disse. For å unngå uhensiktsmessig detaljeringsgrad er det ikke delt inn i elveklasse-segmenter kortere enn elvens bredde. Grenseverdiene for vanddyb 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 kvitstryk (E+F) (se **tabell 1**).

Substrat ble klassifisert innenfor hvert elveklasseselement ved visuell estimering av dekningsgraden (% av overflatearealet av elvebunnen) av ulike substratkategorier: Mudder (organisk finsediment), sand (< 1 mm), grus (1-64 mm), stein (64-384 mm), blokk (> 384 mm) og fast fjell. I habitatkartene i resultat-kapittelet presenteres substratforholdene ved at den dominerende substratkategorien vises for hvert elvesegment.

Tabell 1. Kriterier for klassifisering av elveklasser basert på fysiske karakterer, etter Borsányi mfl. (2004). Tabellen er hentet fra Forseth & Harby (2013).

Kriterier	Overflatestruktur	Helningsgradient	Vannhastighet	Vanddybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt/Småriller	Bratt	Hurtig	Dyp	A
			Grunn		
			Sakte		Dyp
		Grunn			
		Moderat		Hurtig	Dyp
			Grunn	Dyp	B2
	Sakte		Dyp	C	
	Turbulent, brutt/ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
				Grunn	F
			Sakte	Dyp	
				Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	G1
				Grunn	G2
			Sakte	Dyp	
Grunn				H	

Skjulforhold for ungfisk ble målt ved å utføre skjulmålinger på utvalgte steder. Dette gjøres ved å telle hvor mange steder en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en stålramme på 0,25 m² (**figur 6**).



Figur 6. 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 har 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 (t.v.), og i substrat med stein/blokk som gir mye skjul (t.h.).

Størrelsen på hulrommene bestemmes ut fra 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 være så representative som mulig med tanke på substratsammensetningen innenfor et område, foretas skjulmålinger i transekt på tilfeldige punkt i elven innenfor et område med forholdsvis like substratforhold. Antall transekter innenfor et område varierte ut fra substratforholdenes heterogenitet. I hvert transekt ble det gjort målinger på ett punkt i den delen av elveleiet som

er tørrlagt ved lav vannføring, ett punkt på grunt vann nær bredden, og ett punkt nær midten av elveleiet. Vektet skjul (S) for hvert punkt ble deretter beregnet ut fra følgende formel (etter Forseth & Harby 2013):

$$S = S1 + S2 * 2 + S3 * 3$$

Gjennomsnittlige verdier for vektet skjul innenfor et elvesegment ble brukt til å klassifisere skjulforholdene som følger: **svært lite** < 1 ≤ **lite** < 5 ≤ **middels** < 10 ≤ **mye** < 15 ≤ **svært mye**.

Gyteområder ble kartlagt basert på visuelle observasjoner av habitatforhold og erfaringsmessig kjennskap til laksens krav til gytehabitat. De viktigste kriteriene vil være substratsammensetning, 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. Areal av små gyteområder måles i felt. Areal av store gyteområder beregnes i ArcGIS, basert på skisser tegnet på kart under kartlegging, avmerking med GPS og dronelfoto. Det er imidlertid ikke praktisk mulig å vurdere eksakt hvilke områder fisken faktisk vil kunne benytte som gyteområder. Registrerte gyteområder 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 klassifiseres som gyteområder. 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 2**).

Tabell 2. 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	Stor (> 500 m)	Lite	Lite	Moderat
	Moderat (200-500 m)	Lite	Moderat	Mye
	Liten (< 200 m)	Moderat	Mye	Mye

Fysiske inngrep som erosjonssikring, utretting av elveløp, terskler/buner, kunstige vandringshindre, inngrep i elvebunnen og redusert kantvegetasjon ble registrert og kartfestet. For hvert segment og for hele kartlagt strekning ble prosentmessig andel av elven med erosjonssikring og redusert kantvegetasjon beregnet. Glissen kantvegetasjon teller som 50 % redusert i denne beregningen. Gamle flyfoto fra <https://norgebilder.no>, registrerte sikringstiltak i [NVEs Temakart](#), detaljerte terrengdata fra <https://hoydedata.no> og informasjon fra elveeierlaget er benyttet som supplerende datagrunnlag for å vurdere omfang av fysiske inngrep i og langs elven.

3.1 Flaskehalsanalyse

Basert på kartleggingen av skjul og gyteområder, har vi gjort en vurdering av antatt produktivitet i vassdraget, og hvorvidt gyteområder eller skjul er begrensende faktorer (flaskehals) for produksjon av laksefisk. Vurderingen er gjort med utgangspunkt i klassifiseringssystemet i Forseth & Harby (2013), som er gjengitt i **tabell 3**.

Hydrologiske flaskehals eller andre reguleringseffekter er i hovedsak ikke vurdert i denne rapporten, fordi det ikke foreligger vannføringsmålinger og temperaturmålinger som er nødvendige for å gjøre denne type vurderinger. I tilfeller der reguleringen sannsynligvis har medført endringer i fysisk habitat for fisk, er dette likevel omtalt.

Tabell 3. System for klassifisering av habitatflaskehals og antatt produksjonspotensial ut fra mengden 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)

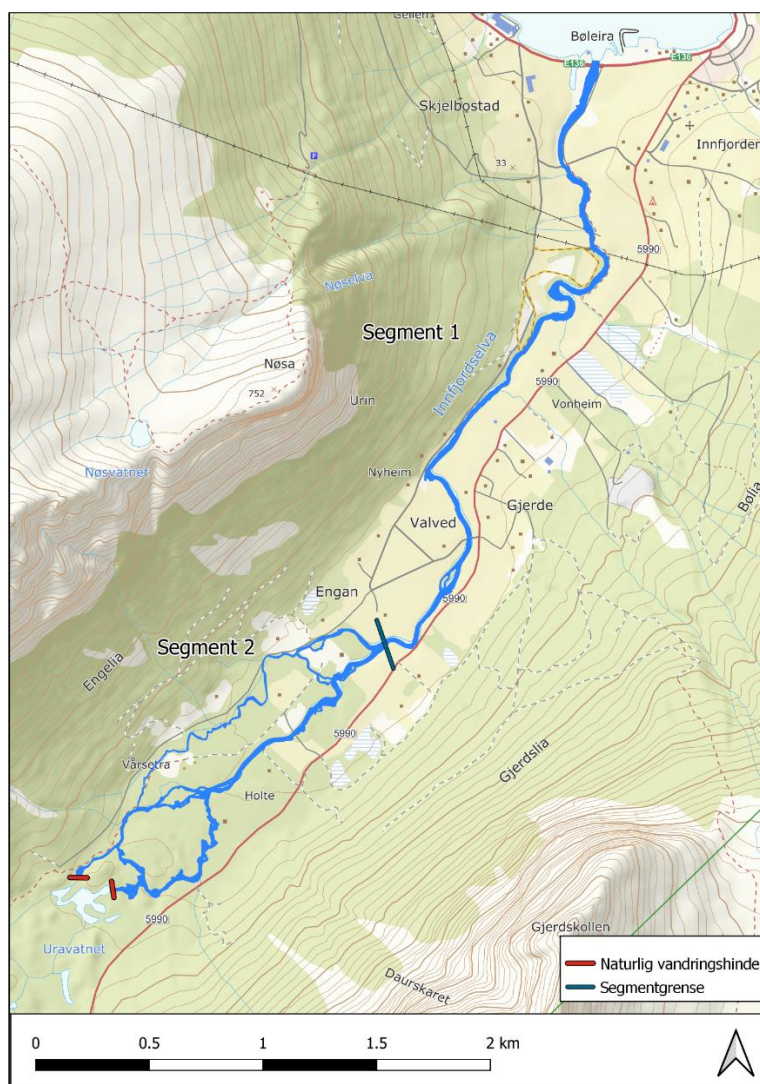
3.2 Forslag til tiltak

Basert på resultatene av kartlegging av habitatforhold og inngrep, er det utarbeidet en liste med forslåtte tiltak i prioritert rekkefølge. Tiltakene er i hovedsak ment å øke produksjonen av laks og sjørørret, men vil også bedre vassdragets økologiske tilstand og begunstige andre organismer i økosystemet i og langs elven. For små tiltak angis et grovt kostnadsestimat, men for store og teknisk krevende tiltak må det normalt utarbeides en detaljert tiltaksplan og innhentes tilbud av entreprenør. Forslag til tiltak følger prinsipper i veilederne «Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» (Pulg mfl. 2018), «Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak» (Pulg mfl. 2017), «Håndbok for miljødesign i regulerte laksevasdrag» (Forseth & Harby 2013) og erfaringer gjort i det pågående NVE-prosjektet "Flom og miljø i et endret klima" (Pulg mfl. 2020a).

4. Resultater

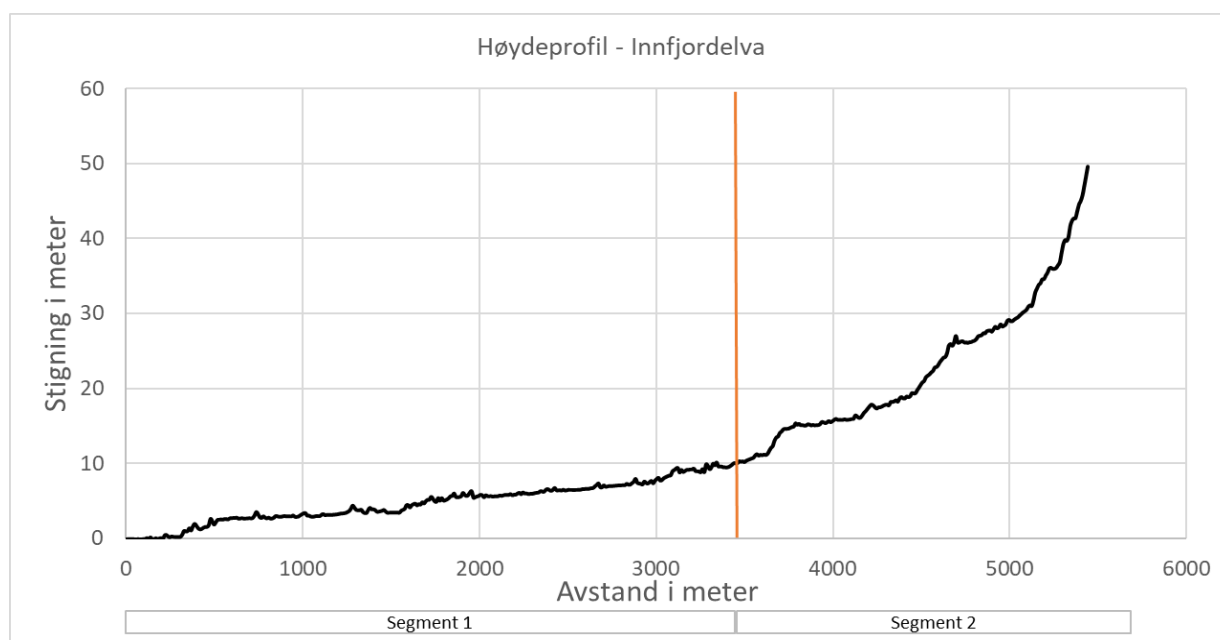
4.1 Inndeling av elv i segmenter og grunnleggende data

Kartleggingen av Innfjordelva omfattet en elvestrekning på ca. 9,5 km (inklusive sideløp og forgreininger), fra ura nedstrøms Uravatnet ned til sjøen. Elva ble delt inn i to segmenter som vist i **figur 7**. Den kartlagte elvestrekningen utgjør ifølge digitalisert vannflate et anadromt elveareal på 149 234 m² ved breddfull elv.



Figur 7. Den kartlagte strekningen av Innfjordelva delt opp i segmenter.

De to segmentene har ulik morfologisk elvetyppologi, hvor øvre del (segment 2) kan karakteriseres som «variert stryk» med flere sideløp (**figur 7**) og moderat fallgradient på 2,1 %, mens nedre del er «kulp-stryk type» med lav fallgradient på 0,3 % (jf. Pulg mfl. 2018) (**figur 8**). Samlet har elvens anadrome strekning en fallgradient på 1,0 %.



Figur 8. Høydeprofil for Innfjordelva med segmentgrense illustrert ved rød linje, hvor segment 1 er nedre del, mens segment 2 er øvre del. Høydeprofilen er i segment 2 beregnet i det sørligste løpet til det sørligste vandringshinderet. Data hentet fra hoydedata.no.

4.2 Segment 1 – nederst

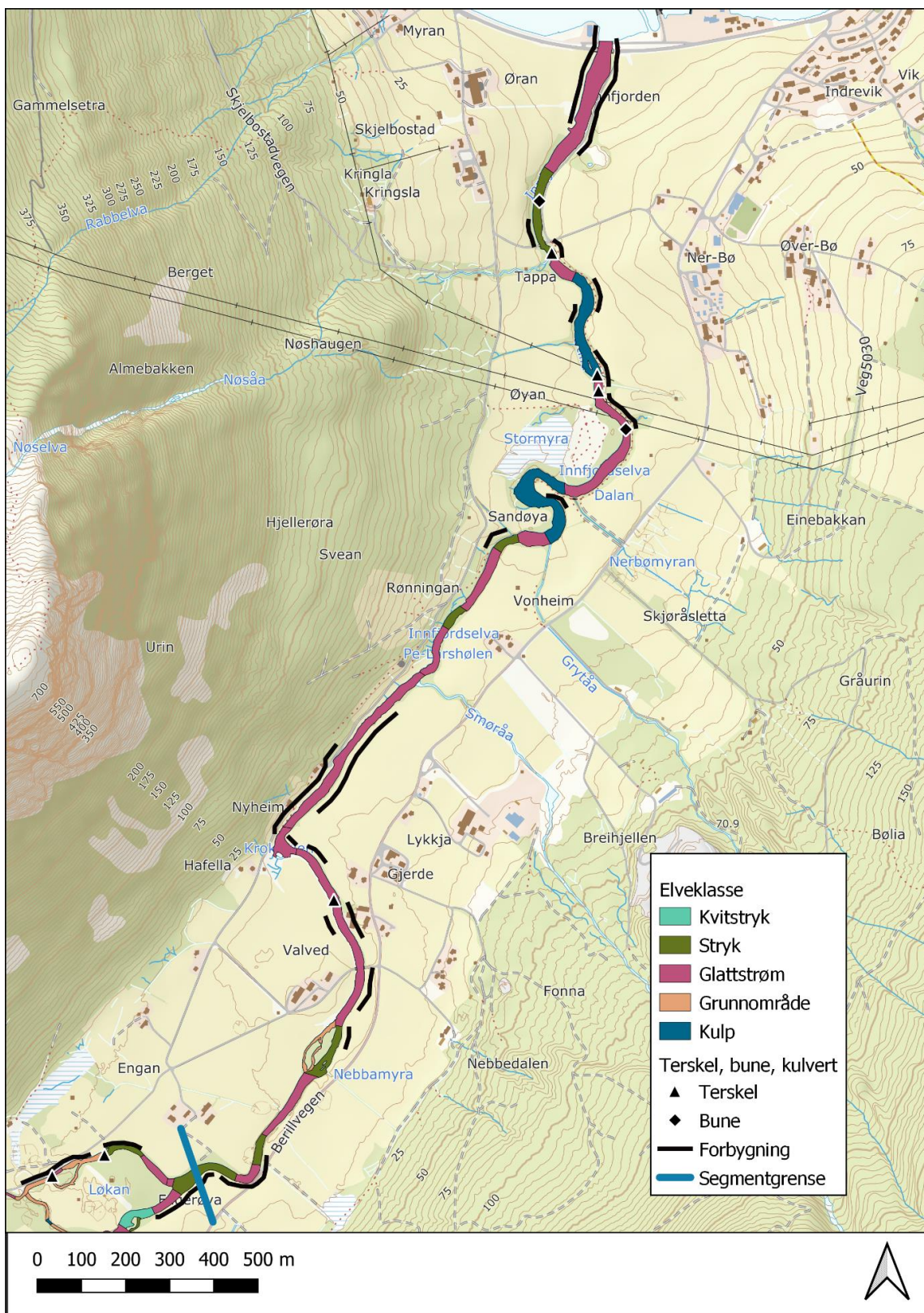
Segment 1 strekker seg fra sjøen til Engan (se **figur 7** i kapittel 4.1), og har en lengde på ca. 3,4 km. Elva renner her i hovedsak i ett løp, og svinger seg gjennom slakt terreng dominert av jordbruk. Den slake helningen gjenspeiles også i habitatet, som er preget av relativt finkornet substrat og homogene habitattyper. Den kartlagte elvestrekningen i dette segmentet utgjør ifølge digitalisert vannflate et anadromt elveareal på 79 025 m² ved breddfull elv.

Elveklasse

Den dominerende elveklassen i segment 1 er glattstrøm (64%), men det er også spredte parti av stryk (17 %) og kulp (17%) (**figur 9** og **10**).

Fysiske inngrep

Omtrent 30 % av elvestrekningen er forbygd med bakkemurer/erosjonssikringer, spesielt i elvens yttersvinger (se **figur 9**). Kun ved Nyheim og nær utløpet til sjø ble det registrert lange, sammenhengende forbygninger, men gamle forbygninger er ofte lett å overse, og det reelle omfanget av elveforbygninger langs nedre del av Innfjordelva kan derfor være større enn vist i **figur 9**. Videre er det fire terskler og to buner i segmentet, som alle framstår som stort sett uproblematisk inngrep med tanke på fiskeproduksjon og habitat. Den nest nederste bunen ser ut til å bidra til gunstig vannhastighet og dermed gode gyteforhold på et lite felt under strømledningen ved Stormyra. Det gjøres oppmerksom på at man bør være forsiktig med å bygge terskler i elver med så lav fallgradient som nedre del av Innfjordelva, fordi oppdemmede områder oppstrøms terskler kan få redusert vannhastighet og økt andel sand i substratet.



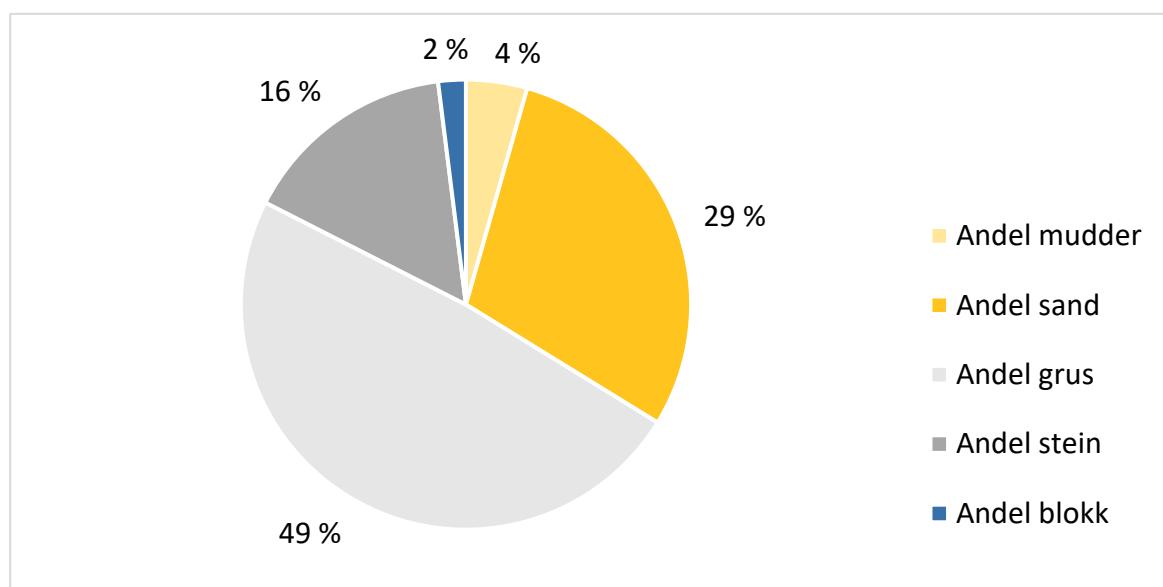
Figur 9. Elveklasser og fysiske inngrep i segment 1 (nederst).



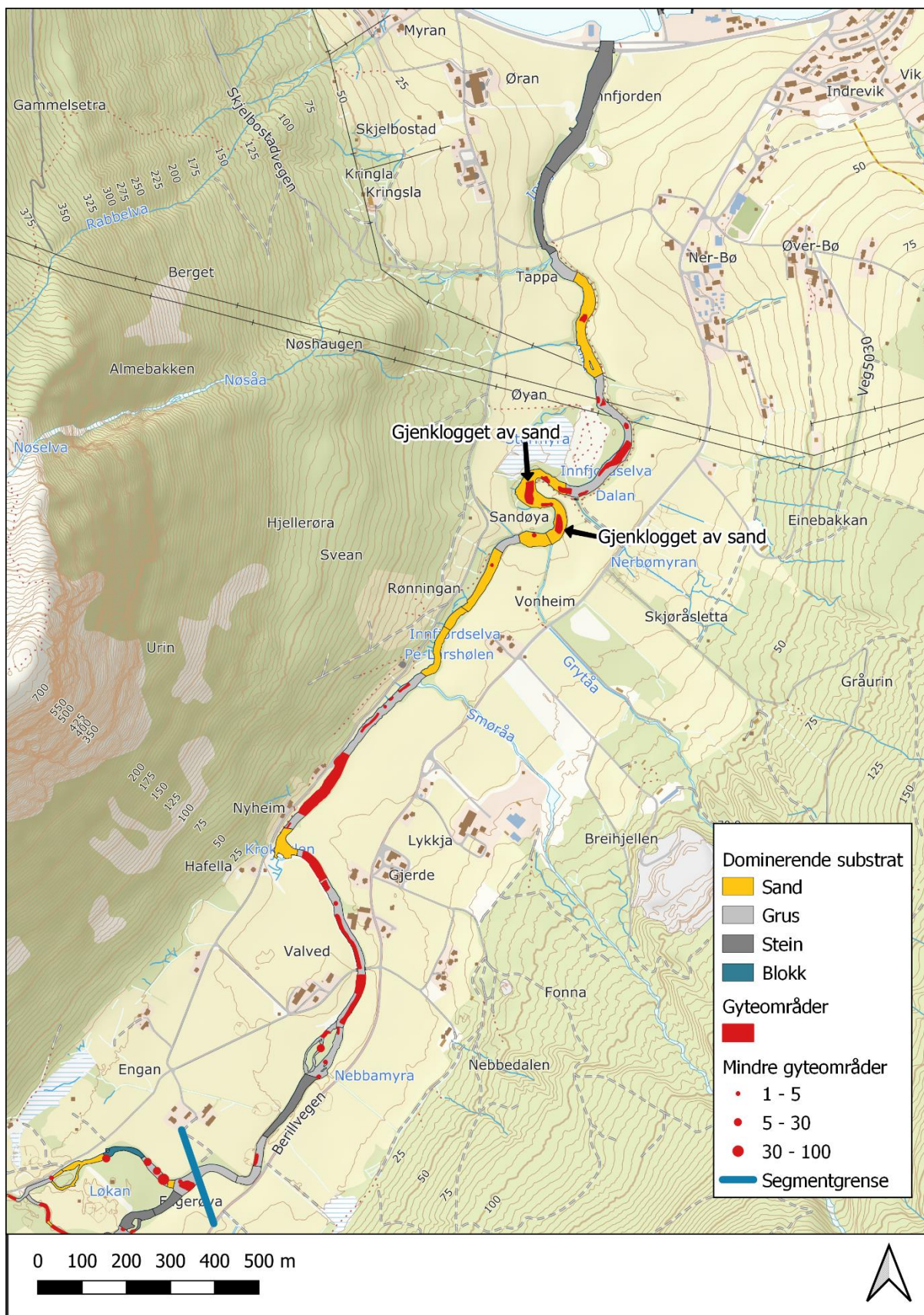
Figur 10. Eksempler på elveklasser i segment 1. Øverst: Glattstrøm (venstre) og stryk med erosjonssikring (høyre). Nederst: Stryk med terskel (venstre) og kulp (høyre).

Substrat og gyteområder

Bunnssubstratet i segment 1 består i hovedsak av grus (49 %), sand (29 %) og stein (16 %), med innslag av mudder og blokk (figur 11).



Figur 11. Substratfordeling i segment 1 av Innfjordelva.



Figur 12. Dominerende substrat og gyteområder i segment 1 i Innfjordelva. Mindre gyteområder oppgitt i m².

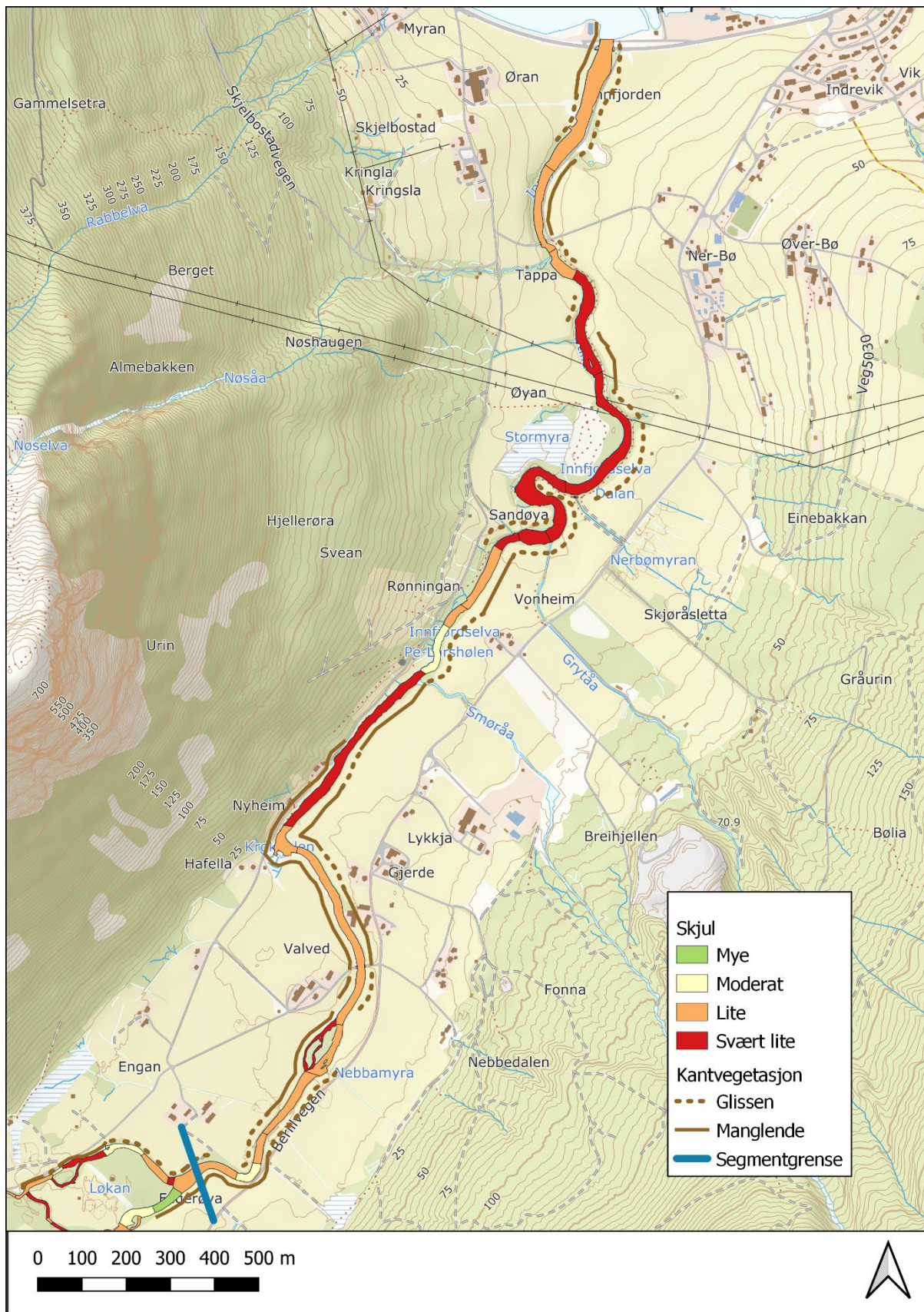
Øvre del av segmentet, fra Fagerøya til Pe-Larshølen, er i hovedsak dominert av grus. Det roligste partiet i elva, fra Pe-Larshølen til Tappa, preges av mye sand og stilleflytende vann, mens strekningen nederst mot sjøen domineres av stein (**figur 12**). De store mengdene grus gjør at det er forholdsvis mange og store potensielle gyteområder (se f.eks. **figur 13**), men i midtre del av segmentet er gyteområdene til dels gjenklogget av sand. To av de største gyteområdene som i stor grad er gjenklogget av sand er fremhevet i **figur 12**. Totalt ble det registrert 11 677 m² gyteareal i segment 1, noe som utgjør ca. 15 % av totalt elveareal i segmentet.



Figur 13. Gyteområde hvor bunnssubstratet består nesten utelukkende av grus. Gyteforholdene er gode, men det er lite skjul for både ungfisk og voksen fisk.

Skjul og kantvegetasjon

Gjennomsnittlig vektet skjul i segmentet ligger på 2,1 (lite), og som **figur 14** viser er det generelt kategoriene «svært lite» og «lite» som er dominerende skjulkategorier. Mangelen på skjul blir ytterligere forsterket ved at ca. 45 % av elvebredden mangler kantvegetasjon, i hovedsak langs jordbruksarealer, veier og bebyggelse (**figur 15**).



Figur 14. Skulkategori og kantvegetasjon i segment 1.



Figur 15. Eksempel på elvestrekning med lite kantvegetasjon i segment 1 av Innfjordelva.

4.3 Segment 2 – øverst

Segment 2 strekker seg fra Løkan til de to vandringshindrene i ura nedenfor Uravatnet (se **figur 16** og **17**), og har en samlet lengde (inkludert sideløp) på 5,5 km. Elva preges i dette segmentet av en rekke sideløp, variert habitat og lite inngrep. De kartlagte elvestrekningene i dette segmentet utgjør ifølge digitalisert vannflate et anadromt elveareal på 70 209 m² ved breddfull elv.

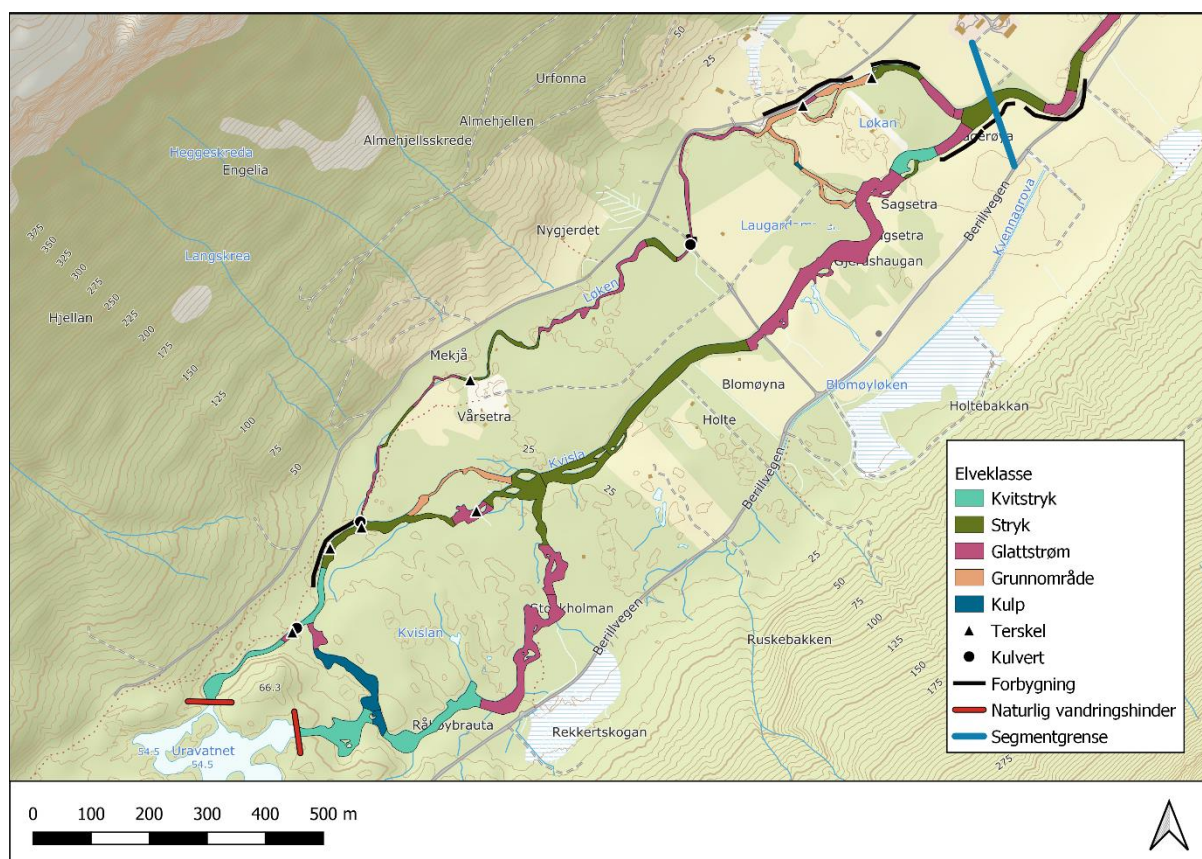
Elveklasse

Den dominerende elveklassen i segment 2 er glattstrøm (41%), men andelen stryk (28 %) og kvitstryk (18%) er også høy. Like nedstrøms vandringshindrene ligger en relativt stor kulp kalt Svarthølen, som utgjør 5 % av elvearealet i segment 2. I det lange og relativt smale nordlige sideløpet ble det registrert flere grunnområder, og sammen med et par andre sideløp langs hovedløpet utgjør denne habitattypen 8 % av arealet (**figur 16**).

Fysiske inngrep

Det er få fysiske inngrep i segmentet, og kun 4 % av elvestrekningen er forbygd med erosjonssikringer. Ved innløpet til det lengste sideløpet i nord er det en terskel som sørger for at vannet stues opp og dermed ledes inn gjennom en kulvert til sideløpet. Dette er trolig et

tiltak utført i forbindelse med erosjonssikringen like oppstrøms, da denne erosjonssikringen sannsynligvis har stengt av det opprinnelige sideløpet (se **figur 16** og **17**). Videre er det to terskler nederst i det lange sideløpet. I tillegg er det ca. 250 meter oppstrøms sideløpet en terskel bestående av en metallkonstruksjon som fungerer som sedimentbasseng og dermed negativt påvirker fiskens habitat ved å redusere skjul og oppvekstområder (**figur 18**).



Figur 16. Elveklasser og fysiske inngrep i segment 2.



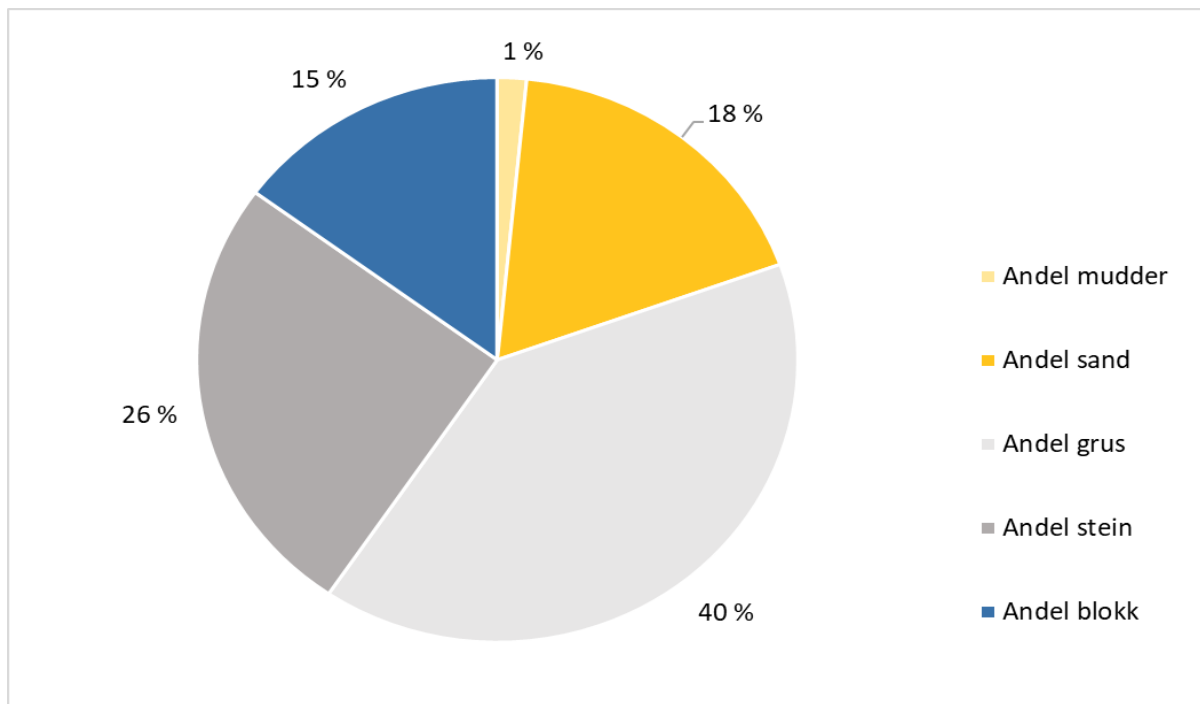
Figur 17. Øverst: Innløp til det lange sideløpet nord i segment 2 gjennom kulvert (venstre) og erosjonssikring like oppstrøms den samme kulverten (høyre). Nederst: Vandringshinder i det nordligste elveløpet (venstre) og vandringshinder i det sørligste elveløpet (høyre).



Figur 18. Terskel i det nordlige sideløpet som fungerer som sedimentbasseng og dermed har en oppstuingseffekt på sedimenter.

Substrat og gyteområder

Bunnssubstratet i segment 2 er dominert av grus (40 %), men har også relativt jevn fordeling av sand (18 %), stein (26 %) og blokk (15 %) (**figur 19**). Det er spesielt i øvre halvdel av segmentet at substratet domineres av grovere masser som stein og blokk, mens det nordlige sideløpet med roligere partier domineres av sand (**figur 20 og 21**).

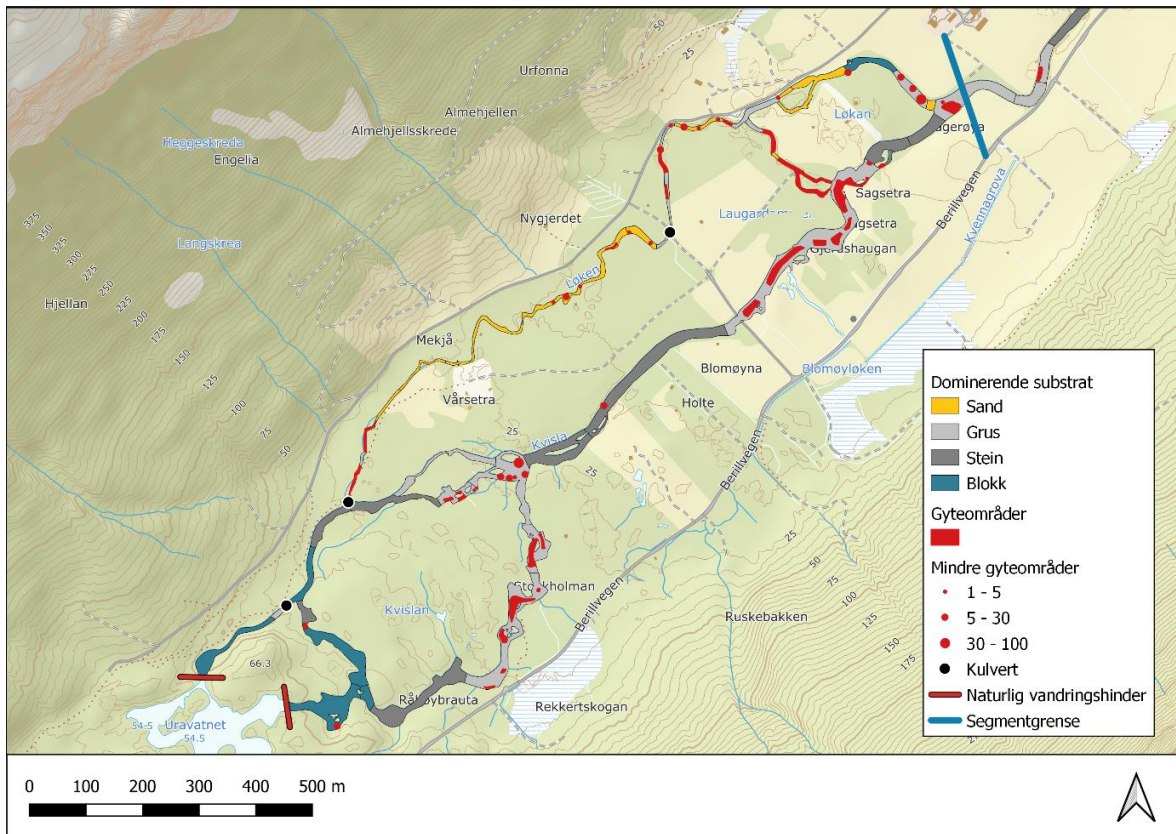


Figur 19. Substratfordeling i segment 2 av Innfjordelva.

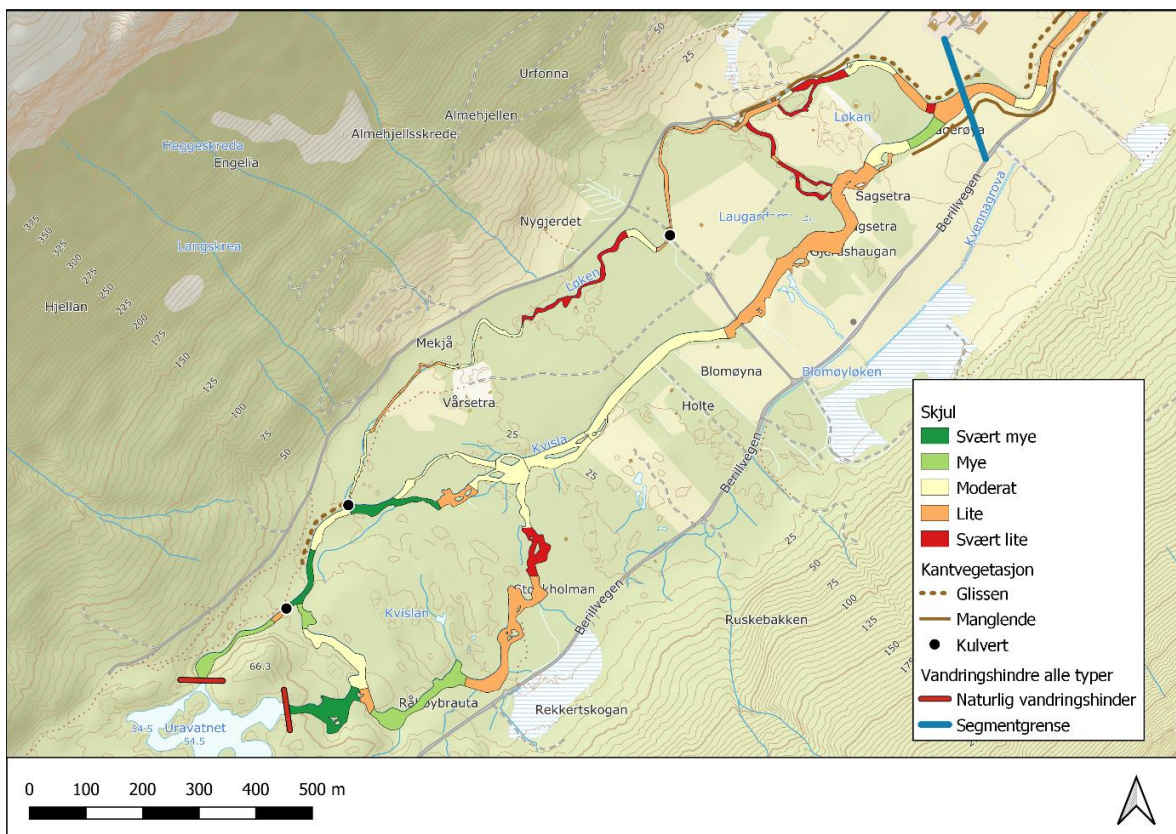
Foruten de helt øverste delene av elven, er gyteområdene godt fordelt over hele segmentet (**figur 21**). Totalt ble det registrert 7 061 m² gyteareal i segment 2, noe som utgjør ca. 10 % av totalt elveareal i segmentet. Nær alle de ulike elveløpene har betydelige og velegnede gyteområder. Gytegrusen er i liten grad gjenklogget av sand, med unntak av i de flate partiene i det nordligste sideløpet (**figur 20**).



Figur 20. Venstre: Rolig parti i det nordligste sideløpet i segment 2, dominert av sand. Høyre: Eksempel på velegnet gyteområde i det sørligste løpet, nær Sagsetra.



Figur 21. Dominerende substrat og potensielle gyteområder i segment 2 i Innfjordelva. Mindre gyteområder oppgitt i m².



Figur 22. Skjul og kantvegetasjon i segment 2.

Skjul og kantvegetasjon

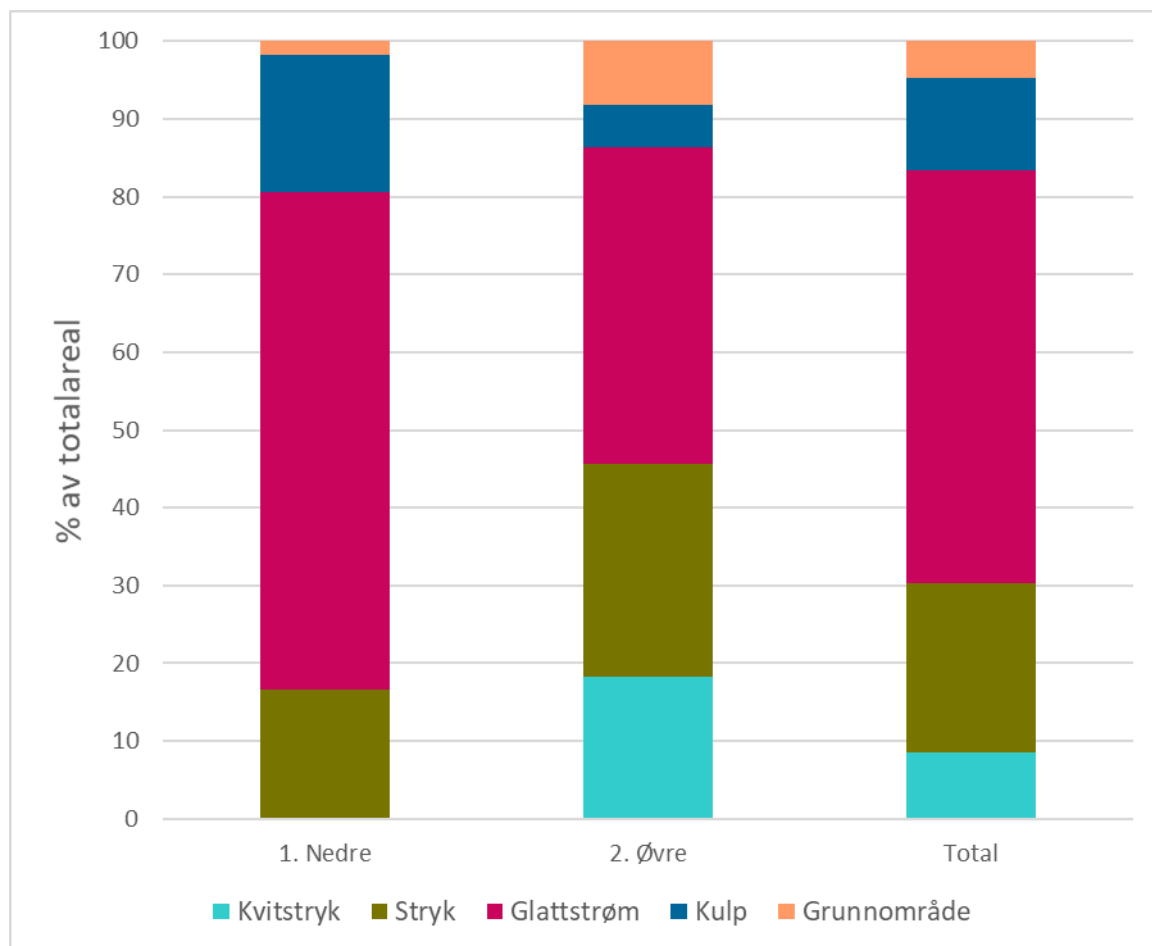
Gjennomsnittlig vektet skjul i segmentet ligger på 6,4 (moderat), og som **figur 22** viser er det mer skjul i øvre halvdel av segmentet, enn i nedre. I det lange nordlige sideløpet er det i snitt «lite» skjul. Generelt var dekningsgraden av kantvegetasjon langs elvebredden meget god, og kun 0,5 % av elvebredden manglet kantvegetasjon.

5. Oppsummering og vurdering

5.1 Habitatforhold

Elveklasser

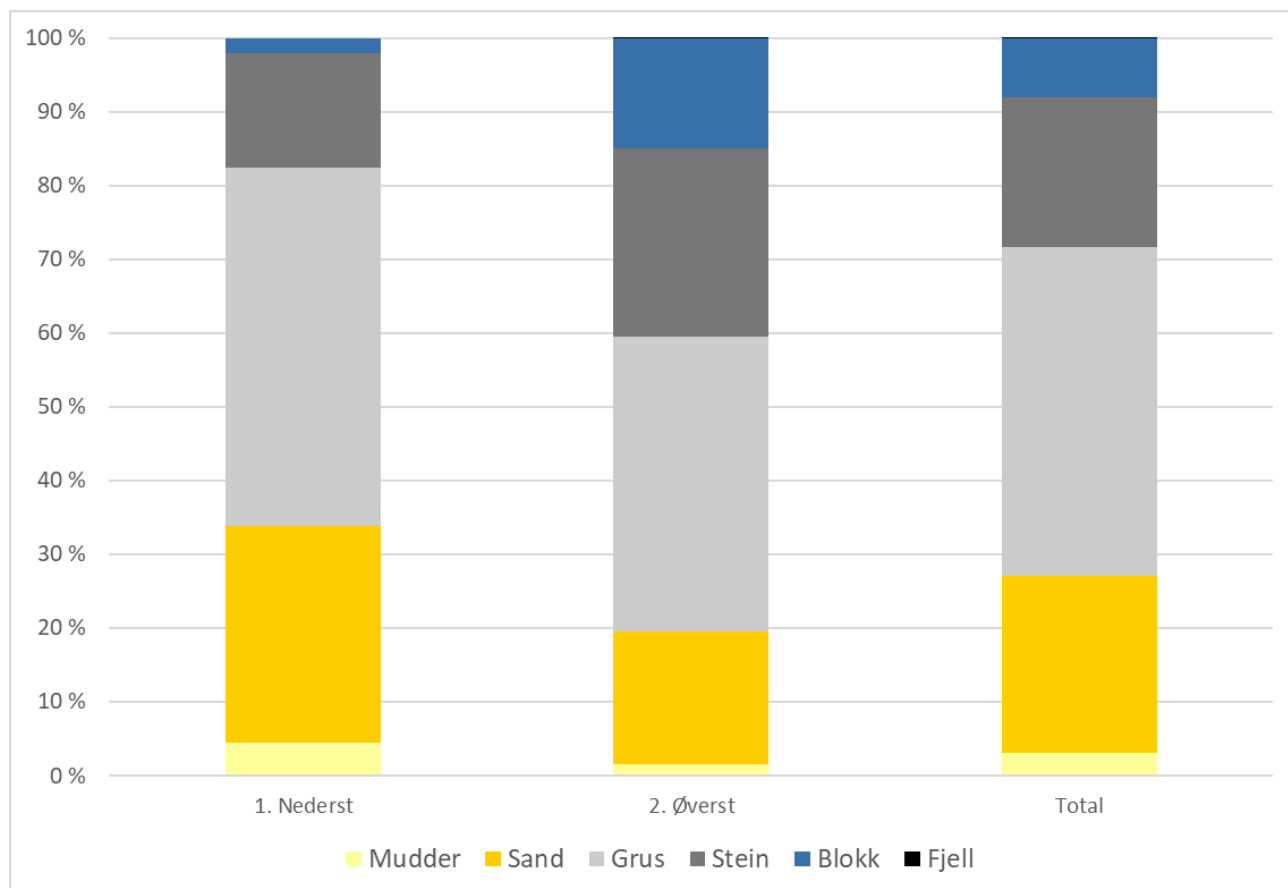
På grunn av den lave fallgradienten (1 %) er Innfjordelva dominert av glattstrøm, og over halvparten av alt habitatet består av denne elveklassen. Selv om det både i segment 1 og 2 er glattstrøm som er den vanligste elveklassen, så er andelen lavere (13 prosentpoeng) i øvre del sammenlignet med nedre del. Dette skyldes at fallgradienten i segment 2 (2,1 %) er betydelig brattere enn i segment 1 (0,3 %). Øverst og nederst i elva er det generelt mer turbulente elveklasser som stryk og kvitstryk, mens det mellom glattstrømmene er noen kulper, og de smalere sideløpene har hyppigere innslag av grunnområder. Samlet er fordelingen av elveklasser i elva 53 % glattstrøm, 22 % stryk, 12 % kulp, 8 % kvitstryk og 5 % grunnområder (**figur 23**). Det gjøres oppmerksom på at fordelingen av elveklasser varierer med vannføringen.



Figur 23. Prosentvis fordeling av elveklasser i nedre del (segment 1), øvre del (segment 2) og totalt for hele Innfjordelva.

Substrat

Substratsammensetningen i vassdraget er preget av den lave fallgradienten, som gjør at finkornede masser som grus og sand lett sedimenterer og blir dominerende i elvebunnen. I de turbulente områdene øverst og nederst i elva er substratet mer grovkornet og dominert av stein og blokk. Totalt for hele elven er substratfordelingen 45 % grus, 24 % sand, 20 % stein, 8 % blokk og 3 % mudder (**figur 24**).



Figur 24. Substratfordeling i segment 1 og 2, samt totalt i Innfjordelva.

Skjul

Det er lite skjul i vassdraget, og spesielt i segment 1 er dette tydelig, hvor gjennomsnittlig skjulverdi er 2.1 (kategori = lite). I kombinasjon med at 52 % av elvebredden mangler kantvegetasjon, gjør dette at ungfisken har få plasser å gjemme seg, noe som reduserer elvens produksjonspotensiale for laks og ørret. I segment 2 er det mer skjul, (6.4, kategori=moderat), men i det nordlige sideløpet har man lignende habitatforhold som i segment 1. Forskjellen mellom disse to områdene (sideløp og segment 1) er graden av kantvegetasjon. Som man kan se i **figur 25** kan døde trær og greiner skape skjul på områder hvor det ellers er lite skjul i substratet.



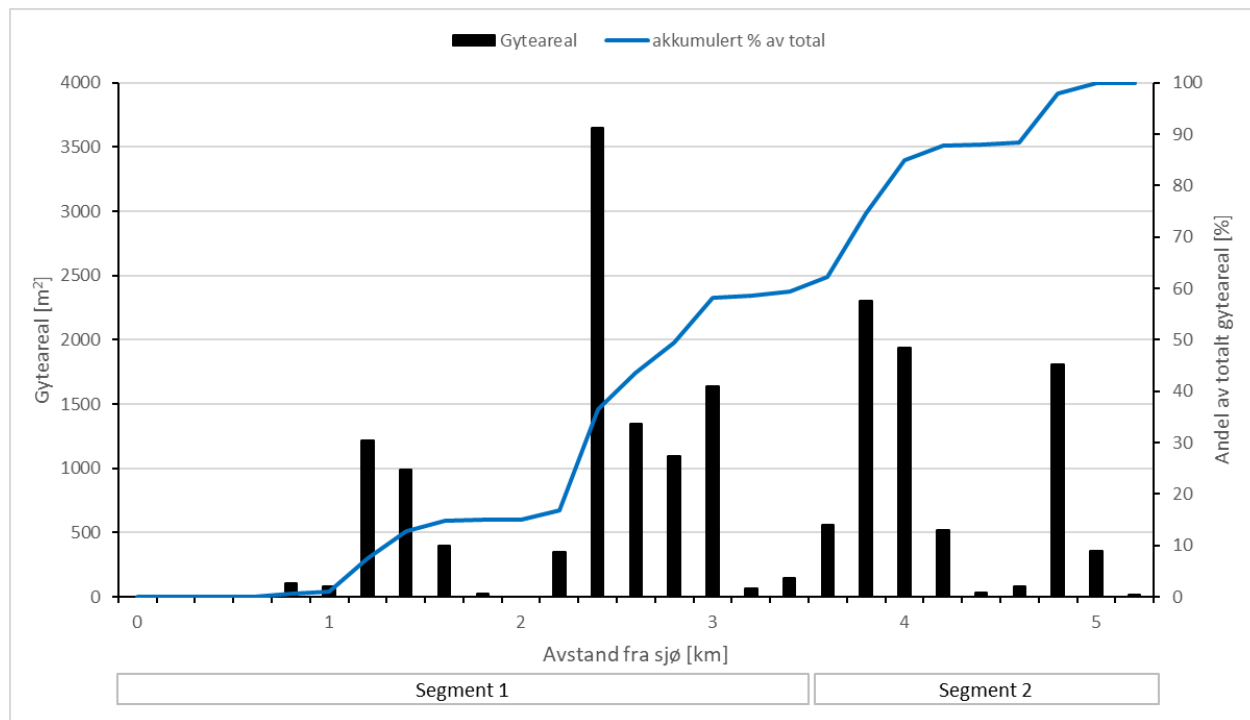
Figur 25. Fra det nordlige sideløpet i segment 2: Svært lite skjul grunnet sandbunn, men døde trær og greiner fra tett kantvegetasjon skaper likevel skjulmuligheter for ung og voksen fisk.

Gyteområder

Figur 26 viser at den romlige fordelingen av gyteplasser i Innfjordelva er veldig god. Det er jevnt fordelte gyteområder langs nesten hele anadrom strekning, foruten den nederste kilometeren. I de øverste 4 kilometerne ligger også gyteområdene svært tett. Både segment 1 (nedre) og segment 2 (øvre) har mange og relativt store gyteområder, henholdsvis 14.8 % og 10.1 % av elvearealet. Totalt ble det registrert 18 738 m² med potensielle gytearealer i elva, noe som utgjør 12.6 % av elvearealet. Dette klassifiseres som «mye gyteareal» (jf. Forseth & Harby 2013). Erfaringsmessig er reell utstrekning av egnede gytearealer også noe større enn det som registreres i felt.

En del av gyteområdene i nedre del av elven er delvis gjenklogget av sand, noe som kan gi økt eggdødelighet dersom fisken likevel velger å gyte på disse områdene. Dersom en ser bort fra de gjenkloggede områdene er samlet areal av velegnede gyteområder i elven likevel stort, med god romlig fordeling av gyteplasser.

De registrerte gyteområdene overlapper i stor grad med områder hvor det ble registrert gyteaktivitet under gytegroptellingene i 2004 og 2005 (Arnekleiv mfl. 2010); kun et fåtall gytegroper ble da registrert utenfor gyteområdene vist i **figur 12** og **figur 21**. På en del av de potensielle gyteområdene ble det under tellingene i 2004 og 2005 registrert liten eller ingen gyteaktivitet. Spesielt i øvre del av elven ble det observert svært få gytegroper (Arnekleiv mfl. 2010), noe som sannsynligvis skyldes små gytebestander av laks og sjøørret.



Figur 26. Fordeling av gyteplasser i innfjordelva vist som registrert gyteareal (søyler) og akkumulert andel av totalt gyteareal (linje) med økende avstand fra sjø.

5.2 Flaskehalsanalyse

Både nedre (segment 1) og øvre del (segment 2) av Innfjordelva havner i kategorien «*mye gytehabitat*», hvilket dermed også blir vurderingen for hele elven sett under ett (**tabell 4**). Skjulverdiene tilsvarer «*lite skjul*» i segment 1 og «*middels skjul*» i segment 2, og «*lite skjul*» totalt sett. Dette viser at habitatflaskehalsen for fiskeproduksjon i vassdraget er mangelen på skjul, og at dette vil være den bestandsregulerende habitatfaktoren for laks og ørret. Spesielt vil skjul være bestandsregulerende i segment 1, hvor det er lite til svært lite skjul i stort sett alle habitater. Resultatene tilsier at produktiviteten i segment 1 er «*moderat*», hvilket tilsvarer en teoretisk smoltproduksjon på 5-9 smolt per 100 m², og «*høy*» i segment 2 (7-13 smolt per 100 m², jf. Forseth & Harby 2013). Samlet vurdering for hele elven er «*moderat*» produktivitet.

Tabell 4 Gytehabitat, skjul og habitatflaskehals i segmentene i Innfjordelva, samt samlet for hele elva.

Segment	Lengde [km]	Areal [m ²]	Gyteplasser [m ²]	Gytehabitat [%]	Gytehabitat avstand	Skjul	Flaskehals
1-nedre	4	79025	11677	14.78	liten	mye	2.1
2-øvre	5.5	70209	7061	10.06	liten	mye	6.4
Samlet	9.5	149234	18738	12.56	liten	mye	4.1

5.3 Inngrep

Kantvegetasjon

Det var stor forskjell i dekningsgrad av kantvegetasjon langs elvebredden mellom segment 1 og 2 (**tabell 5**). Samlet sett var kantvegetasjonen langs Innfjordelva redusert med ca. 22%. Som vist i **figur 31** kan røtter langs elvebredden, og døde trær og greiner som legger seg på elvebunnen, skape skjul for både ung og voksen fisk. Det er dermed ekstra ugunstig at disse elementene mangler langs mye av elvens nedre del, der mangel på skjul i elvebunnen er den åpenbare habitatflaskehalsen for laks og ørret. Andre fordeler med intakt kantvegetasjon kan leses i avsnitt 2.4.3.

Tabell 5. Lengde og andel intakt kantvegetasjon for de to segmentene i Innfjordelva, samt samlet for hele elva.

Segment	Lengde	Kantlengde	Manglende kantvegetasjon	
	[km]	[km]	[km]	[%]
1-nedre	4	8	3.61	45
2-øvre	5.5	11	0.48	4
Samlet	9.5	19	4	22

Endret substratsammensetning

Det nederste segmentet i elva var dominert av finkornet substrat, samtidig som det var relativt mye erosjonssikringer langs elvebredden. Det er mulig at en del av disse erosjonssikringene er bygget med stein fra elven, og at det tidligere har vært noe mer heterogen substratsammensetning i disse områdene, hvor det nå i all hovedsak er grus og sand.

Elveeierlaget har påpekt at andelen finstoff i substratet har økt i nyere tid, men det foreligger ikke eldre data som kan sammenlignes med registreringene fra vår kartlegging. En økning i sedimentering av sand virker imidlertid sannsynlig, ettersom magasinering av vann i tre innsjøer oppstrøms Berild kraftverk høyst sannsynlig vil redusere størrelsen på flommene som renner gjennom anadrom del av Innfjordelva. Lavere flomtopper reduserer elvens evne til å transportere sedimenter, og kan over tid medføre økt andel sand, gjenklogging av hulrom og økt vekst av mose på elvebunnen. Økte tilførsler av sand er også en mulig forklaring på en slik utvikling, og flyfoto fra ulike år (www.norgebilder.no) sannsynliggjør at sidebekken Smøråa tar med seg en del sand fra sandtaket og/eller næringsområdet mellom Gjerde og Vonheim (se f.eks. **figur 12** for Smøråas posisjon). De gjenkloggede gyteområdene ligger i hovedsak nedstrøms punktet hvor Smøråa renner ut i Innfjordelva. Det er ikke mulig å vurdere hvorvidt det er driften av Berild kraftverk eller økt tilførsel av sand fra Smøråa som er hovedårsaken til gjenklogging av gyteområdene i nedre del av Innfjordelva, men kombinasjonen av de to faktorene er høyst sannsynlig ugunstig. Økt sandtilførsel som følge av endret arealbruk (jordbruk, hogst, anleggsvirksomhet) andre steder i nedbørfeltet er også en mulig årsak, uten at vi har undersøkt dette nærmere.

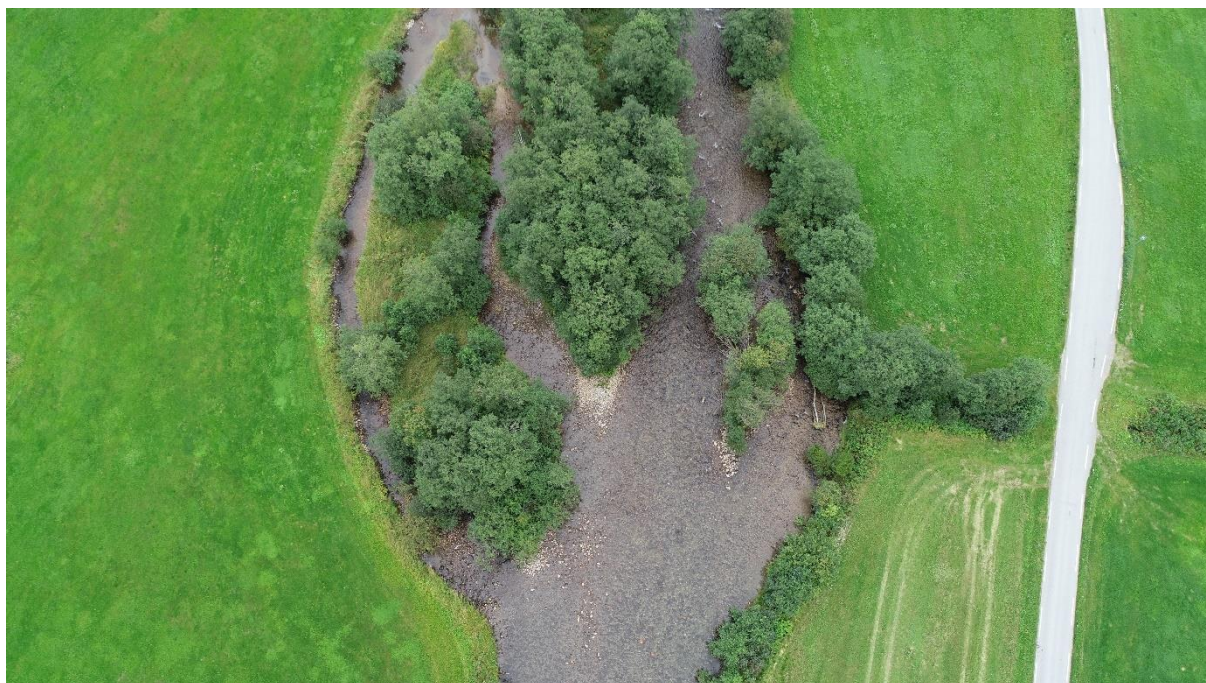
Erosjonssikring

Forbygninger eller erosjonssikringer ble registrert i begge segmentene, men var klart størst i omfang i nederste segment (**tabell 6**). Forbygningene bestod hovedsakelig av løse steinblokker, som gir mer skjul for fisk enn slette plastringer.

På topografisk kart basert på laserscanning av terrenget langs vassdraget (<https://hoydedata.no>) er det ikke tydelige tegn til at erosjonssikringene har avstengt store sideløp eller redusert elvearealet betydelig, men gamle inngrep er ofte ikke synlige på slike kart. En kort strekning ved Nebbamyra skiller seg ut fra resten av segment 1, og gir et hint om at forbygninger over tid likevel kan ha endret elvens karakter. Elven deler seg her i flere løp (**figur 27**), og det er sannsynlig at også andre deler av segment 1 ville sett slik ut dersom elveløpet ikke var låst av forbygninger i yttersvingene. Slike forgreininger gir mer variert fiskehabitat, naturlige elvebredder med skjul i røtter og falne trær, samt større oppvekstareal for laks og ørret.

Tabell 6. Lengde og andel forbygning samlet og for hvert segment i Innfjordelva.

Segment	Lengde [km]	Kantlengde [km]	Erosjonssikring [km]	[%]
1-nedre	4	8	2.1	25.8
2-øvre	5.5	11	0.5	4.5
Samlet	9.5	19	2.6	13.4



Figur 27. Ved Nebbamyra deler elven seg i flere løp. Sannsynligvis var det flere slike områder i nedre del av Innfjordelva før elveløpet ble låst av forbygninger langs elvebreddene.

5.4 Forslag til tiltak

Det er i nedre del av elven det er mest aktuelt å gjøre tiltak for fisk, da øvre del har gode habitatforhold og er tilnærmet lik naturtilstanden. I nedre del av elven er skjul den begrensende habitatfaktoren, og de fleste tiltaksforslagene vil rette seg mot dette. Foreslåtte tiltaksområder er markert i **figur 28**. Dette er kun ment som veiledende forslag for tiltak. En grundigere detaljplanlegging av tiltak på hvert enkelt område anbefales før gjennomføring.

Steinutlegg

Stein som gir skjul

For å øke skjulmulighetene for ungfisken foreslås steinutlegg i segment 1. Det anbefales å legge ut rullestein i størrelse 20-60 cm diameter samt enkelte større steinblokker (75-150 cm). Stein plasseres i klynger på 2-3 steinblokker omgitt av mindre rullestein langs land eller midt i elven, i langsgående steinrygger midt i elven, som skråstilte buner ut fra land, eller i dunger langs land. Ettersom hovedformålet er å skape skjul for ungfisk, er det viktig at steinene havner i flere lag oppå hverandre – enkeltstein liggende på sand skaper ikke hulrom. Se Pulg mfl. (2018) og Forseth & Harby (2013) for ytterligere beskrivelser og eksempler på utførte tiltak.

Områder som ligger like nedstrøms gyteområder, og som har lite skjul, bør prioriteres. Aktuelle områder er markert i **figur 28**.

Stein på gyteområder

For å skape variasjon i strømbilde og substrat på gytearealer i segment 1, hvor substratet nesten utelukkende består av grus og sand, kan man legge ut store steinblokker (75-150 cm diameter) spredt over gyteområdene. Dette anbefales spesielt for de store gyteområdene fra Nebbamyra til og med Nyheim og det store gyteområdet ved Dalan (se **figur 28**).

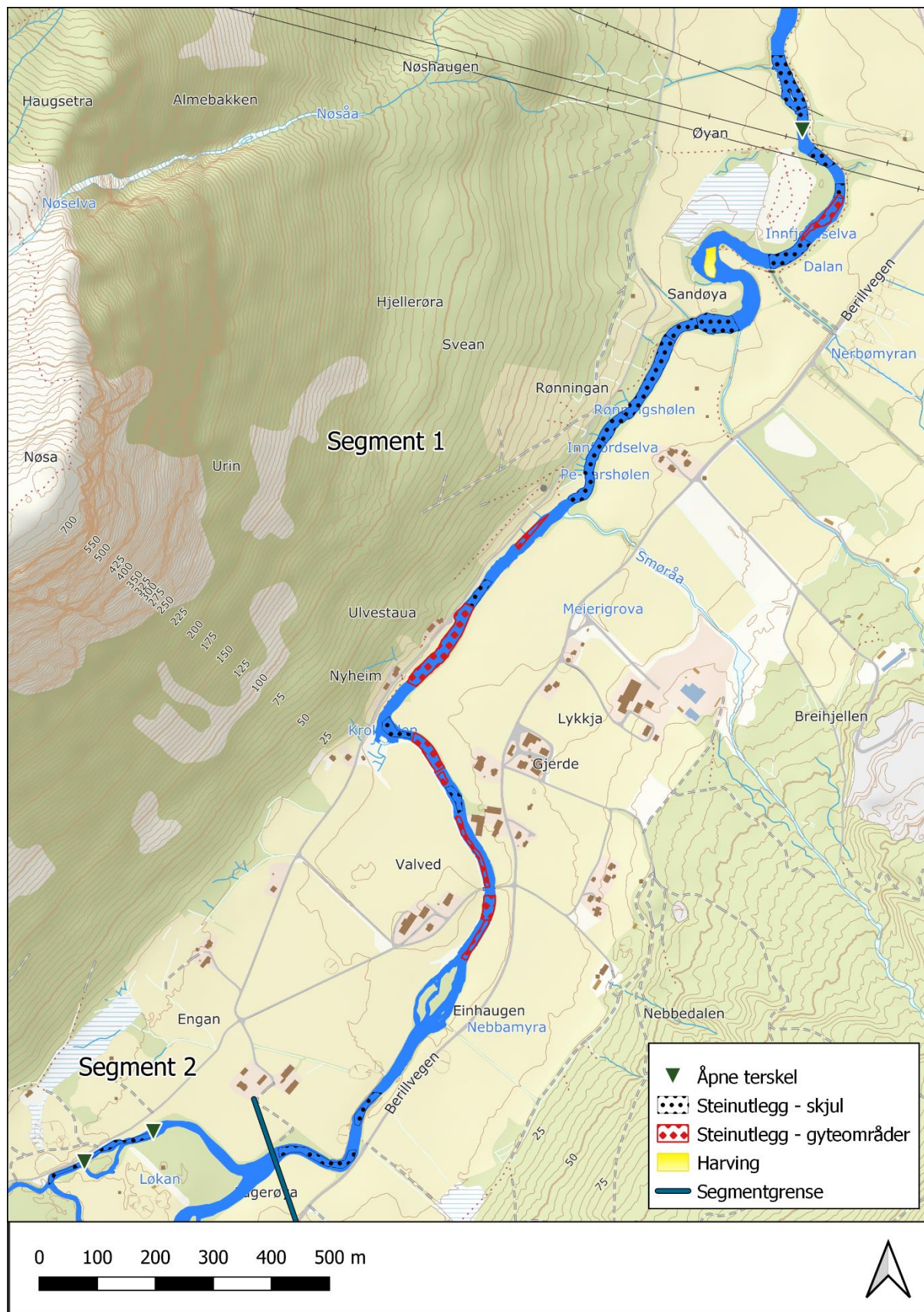
Utlegg av trær

I tillegg til steinutlegg bør det også vurderes å legge ut trær langs land, da dette gir mye skjul for både ungfisk og voksen fisk. Trær kan rotveltes på stedet, eller hogges og fraktes til elven. I sistnevnte tilfelle bør trærne festes til land for å unngå at de flyter nedover og skaper propper ved broer eller andre utfordringer. Trærne bør ligge på langs av strømmretningen. Tiltaket kan relativt enkelt utføres på dugnad eller til lave kostnader, og anbefales i segment 1 på alle områder med lav vannhastighet. Se Pulg mfl. (2018) for eksempler på utførte tiltak.

Reetablering av kantvegetasjon

Reetablering av kantvegetasjon er et enkelt og effektivt tiltak for å øke skjul for ung og voksen fisk, i tillegg at det kan fungere flomdempende og øke næringstilgangen i elva i form av insekter og lignende som faller fra trærne. Det anbefales derfor å revegetere mest mulig kantvegetasjon, i et bredest mulig belte, hvor kantvegetasjon mangler. Den enkleste veien til målet er passiv revegetering, ved at man unngår hogst, slått og beiting i et belte på f.eks. 5 m fra elvebredden. Dette er i utgangspunktet et gratis tiltak, men i noen tilfeller må det settes

opp gjerder for å avskjære beitedyr fra kantvegetasjonssonen. Alternativt kan man plante stedeagne trær, eksempelvis svartor, gråor og selje.



Figur 28. Kart med områder for aktuelle tiltak i Innfjordelva.

Harving/ripping

I gyteområdene i segment 1 som er markert «gjenklogget av sand» (**figur 12**) er det aktuelt med harving eller ripping av substratet. Dette utføres for å fjerne finsedimenter og løse opp bunns substrat, og slik øke grusens egnethet for gyting. I tillegg økes skjul og hulrom for både fiskeyngel og bunndyr. Harving kan utføres ved bruk av gravemaskin og vanlig grabb. Teknikken går ut på å omfordere 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/grus blir tilgjengelig for fisk og bunndyr. Ripping følger samme prinsipp som 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.



Figur 29. Deler av gyteområdet hvor det foreslås å harve eller rippe substratet. Grusen er gjenklogget av sand, med en del mosevekst. Den enslige steinen i bildet illustrerer hvordan stein kan brukes til å skape gunstig variasjon i strøm- og substratforhold.

Vi foreslår at harving utføres på en testflate på det nederste av de to nevnte gyteområdene (se **figur 28**). Dette er et stort gyteområde, der det meste av det potensielle gytearealet har høyt innslag av sand i grusen, og i tillegg vokser det en del teppemose som binder substratet ytterligere sammen (**figur 29**). Et område på 200-300 m² harves i første omgang (eventuelt

brukes ripper dersom dette fungerer bedre), men dersom resultatet ser bra ut kan området utvides. Etter harving legges det ut steinblokker med diameter ca. 1 m her og der, samt små steingrupper av 30-40 cm stein i tilknytning til disse. Steinutlegget vil gi mer heterogene strømforhold, som vil forhindre at sand sedimenterer over hele gyteområdet i årene fremover. Arbeidet må utføres i perioden juni-september, på et tidspunkt der vannføringen er høy nok til at sand og mudder føres bort fra tiltaksområdet med strømmen. Tiltaket kan utføres av én gravemaskin i løpet av noen få timer, fortrinnsvis med en fiskebiolog til stede som rådgiver.

Redusere nedslamming

For å minimere fremtidig nedslamming av elvebunnen, bør det undersøkes hva som er kilden til sanden som føres ut i Innfjordelva via sidebekken Smøråa. Tiltak for å redusere tilsig av sand via denne bekken bør iverksettes, eksempelvis utbedring av eksisterende massebasseng.

Det anbefales å åpne den øverste av de to tersklene ved Stormyra, samt to terskler i det nordlige sideløpet ved Løkan i segment 2, for å minimere sedimentering av sand oppstrøms tersklene.

I tillegg anbefaler vi at det undersøkes hvorvidt det er mulig og hensiktsmessig å slippe større spyleflommer gjennom vassdraget år om annet, ved å justere driften av Berild kraftverk og tilhørende magasiner.

Grusutlegg

Det er generelt store gyteområder i vassdraget, og behovet for grusutlegg er lite. Om man skulle prioritere et slikt tiltak, måtte det være for å prøve å spre produksjonen av ungfisk til så store deler av elva som mulig. Det er i så fall et aktuelt område ved terskelen (se **figur 18** kapittel 4.3) i det nordligste løpet før vandringshinder. I dag ligger det en blanding av finsedimenter og store steiner/blokker i bassenget ovenfor terskelen. Ved å legge ut grus på et areal på ca 30-40 m² (10 m³), kan man teste ut om grusen vil legge seg her og bli et velfungerende gyteområde, eller om det vil bli spylt ut ved første flom. Dette tiltaket kan gjennomføres, men har lav prioritet.

Etablering av vannføringsmåler

For å muliggjøre vurderinger av reguleringenes effekt på fiskebestandene, eksempelvis endret vannføring i tørre perioder sommer og vinter eller reduserte flommer, anbefaler vi at det opprettes en målestasjon for vannføring på anadrom strekning.

6. Referanseliste

- Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. 2011. Atlantic Salmon Ecology. Wiley- Blackwell, 467 s.
- Anon. 2015. Status for norske laksebestander i 2015. Rapport fra vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 8, 300 s.
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Koksvik, J. & Alfredsen, A. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Innfjordelva, Rauma kommune, 2004-2009. NTNU, Zoologisk rapport 2010-4.
- 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.
- 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.
- 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. Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J.). Wiley-Blackwell.
- Fergus, T., Høseth, K.A. & Sæterbø, E. (eds.) 2010. Vassdragshåndboka. Tapir Akademisk Forlag, Trondheim.
- Finstad, A.G., Einum, S., Ugedal, O. & Forseth, T. 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.
- 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, Statsforvalteren (da Fylkesmannen) og Fylkeskommunen Rogaland (2010): Inngrep i vatn og vassdrag – ei rettleiing. Brosjyre 20, tilgjengelig fra: <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-rogaland/dokument-fmro/miljo/informasjonskriv/inngrep-i-vatn-og-vassdrag---ei-rettleiing.pdf>
- Pulg, U., Barlaup, B., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.-E., Stranzl, S., Espedal, E.O., Lehmann, G.B., Wiers, T., Skår, B., Normann, E., Fjeldstad, H.-P. & Kroglund, F. 2018. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. NORCE LFI, rapport 296, 195 s.
- Pulg, U., Hauer, C., Floedl, P., Skoglund, H., Postler, C., Stranzl, S., Espedal, E.O. & Velle, G. 2020a. Flom og miljø i et endret klima. Verktøy til en naturbasert klimatilpasning. Statusrapport 2020. NORCE LFI, rapport 381, 53 s.

- Pulg, U., Skoglund, H. & Velle, G. 2020b. Utredningsmetoder og tiltak for bedring og restaurering av fysisk vannmiljø. Forslag til veileder for kraftregulerte elver. NORCE LFI, rapport 366, 54 s.
- Pulg, U., Stranzl, S. & Olsen, E. 2017. Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak. Uni Research LFI, notat 3/2017.
- Wist, A.N., Bjøru, B., Sollien, V.P. & Skjøstad, M.B. 2019. Reetableringsprosjektet i Raumaregionen. Årsrapport 2018. Veterinærinstituttet, rapport 21-2019, 49 s.