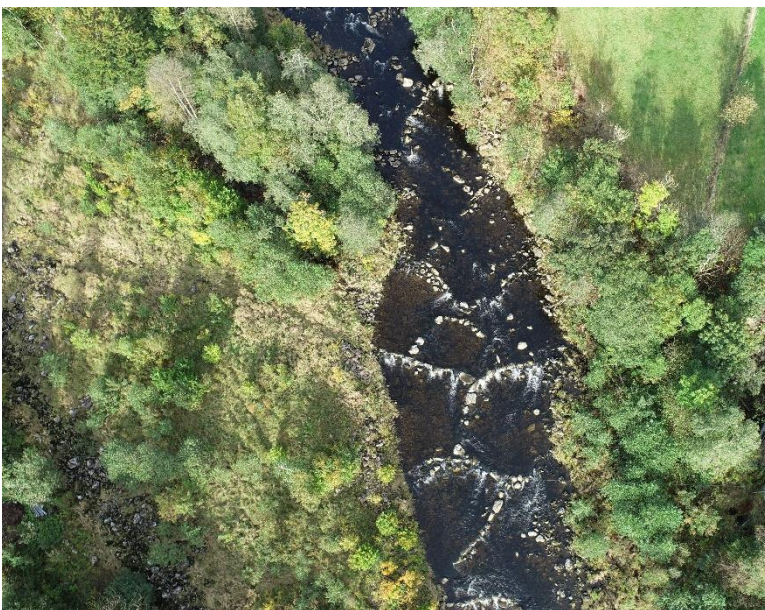


Habitatkartlegging i Samnangervassdraget i 2021



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

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

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 433

Tittel: Habitatkartlegging i Samnangervassdraget i 2021

Antall sider: 71

Dato: 06.05.2022

Forfattere: Erlend Mjelde Hanssen & Marius Kambestad

Kvalitetssikret av: Sven-Erik Gabrielsen

Bilder: Fotografier er tatt av NORCE LFI

Geografisk område: Samnanger kommune, Vestland, Norge

Oppdragsgivere: BKK (Eviny Fornybar), Statsforvalteren i Vestland og Samnanger Jeger og Fiskarlag. Kontaktpersoner hos oppdragsgivere: Sissel Hauge Mykletun, Gry Walle og Per Ove Hisdal

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

Forsidebilder: Oppe t.v.: Dronebilde av midtre del av Frølandselva ovenfor dagens vandringshinder. Oppe t.h.: Inntaksdammen til Tyssefossen kraftverk i Tysseelva. Nede t.v.: Skjulmåling i Frølandselva. Nede t.h.: Dronefoto av celleterskler i nedre del av Storelva.

Refereres som: Hanssen, E.M. & Kambestad, M. 2022. Habitatkartlegging i Samnangervassdraget i 2021. NORCE LFI Rapport nr.433.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	4
1. Bakgrunn og hensikt	5
2. Generelt om lakseproduksjon og habitatforhold	8
2.1 Gyteområder	8
2.2 Skjulforhold for ungfisk	9
2.3 Habitatflaskehals og begrensende faktorer	10
2.4 Hydromorfologiske inngrep	10
2.5 Effekter av regulering	13
3. Metoder	15
3.1 Registreringer i felt.....	15
3.1 Flaskehalsanalyse	18
3.2 Forslag til tiltak.....	19
4. Resultater	19
4.1 Grunnleggende data og segmentinndeling.....	19
4.2 Segment 1 – Tysseelva	22
4.3 Segment 2 – Storelva	28
4.4 Segment 3 – Anadrom strekning av Frølandselva.....	39
4.5 Segment 4 – Frølandselva ovenfor anadrom strekning	44
5. Oppsummering og vurdering	51
5.1 Habitatforhold.....	51
5.2 Flaskehalsanalyse	56
5.3 Inngrep	57
6. Tiltaksforslag	63
6.1 Tysseelva	63
6.2 Storelva	65
6.3 Frølandselva	69
7. Referanser	70

Sammendrag

Denne rapporten sammenstiller resultater av habitatkartlegging utført av NORCE LFI i Samnangervassdraget i Samnanger kommune sommeren og høsten 2021. Anadromt areal i Tysseelva, Storelva og Frølandselva ble kartlagt. I tillegg ble elvestrekningen ovenfor dagens vandringshinder i Frølandselva (Jarlandsfossen) kartlagt. Dette utgjorde en strekning på ca. 3.6 km, opp til neste permanente vandringshinder, et lite stykke oppstrøms Mørkhølen ved Engsetstøyle. Totalt ble det kartlagt ca.11 km elvestrekning. Vassdraget er regulert og effekter av denne reguleringen er ikke en del av foreliggende rapport.

Kartleggingen viste at hovedutfordringen for anadrom fisk i vassdraget er oppvandringsmuligheter. Dette gjelder både fisketrappen i Tyssefossen, inntaksdammen til kraftverket i Tysseelva, terskler i Storelva og fisketrappen i Frølandselva. Alle disse vandringshindrene foreslås utbedret, og det trengs nye forprosjekter eller detaljprosjekter før dette arbeidet kan gjennomføres. Videre ble det funnet at Tysseelva stedvis er gjengrodd og gjenklogget av sand i øvre del, noe som trolig delvis skyldes regulering, og det foreslås derfor tiltak for å øke skjulmulighetene for ungfisk. I Storelva foreslås det tiltak for å bedre gytemulighetene for laks og sjøørret. I Frølandselva foreslås det ingen tiltak foruten utbedring av fisketrappen i Jarlandsfossen.

1. Bakgrunn og hensikt

Samnangervassdraget ligger i Samnanger kommune og består av tre elver; Storelva og Frølandselva, som begge renner inn i Frølandsvatnet, og Tysseelva, som renner ut av Frølandsvatnet til sjøen ved Tysse. Det samlede nedbørfeltet til vassdraget er på 236 km² (**Figur 1**), og ved utløpet til sjøen er naturlig middelvannføring på 27.6 m³/s (<http://nevina.nve.no/>). Av det samlede nedbørfeltet innehar Storelva et nedbørfelt på 133 km² og naturlig middelvannføring ved utløpet til innsjøen er 15.5 m³/s, mens Frølandselva har et nedbørfelt på 96.8 km² og middelvannføring ved utløpet til innsjøen er 11.6 m³/s (<http://nevina.nve.no/>).

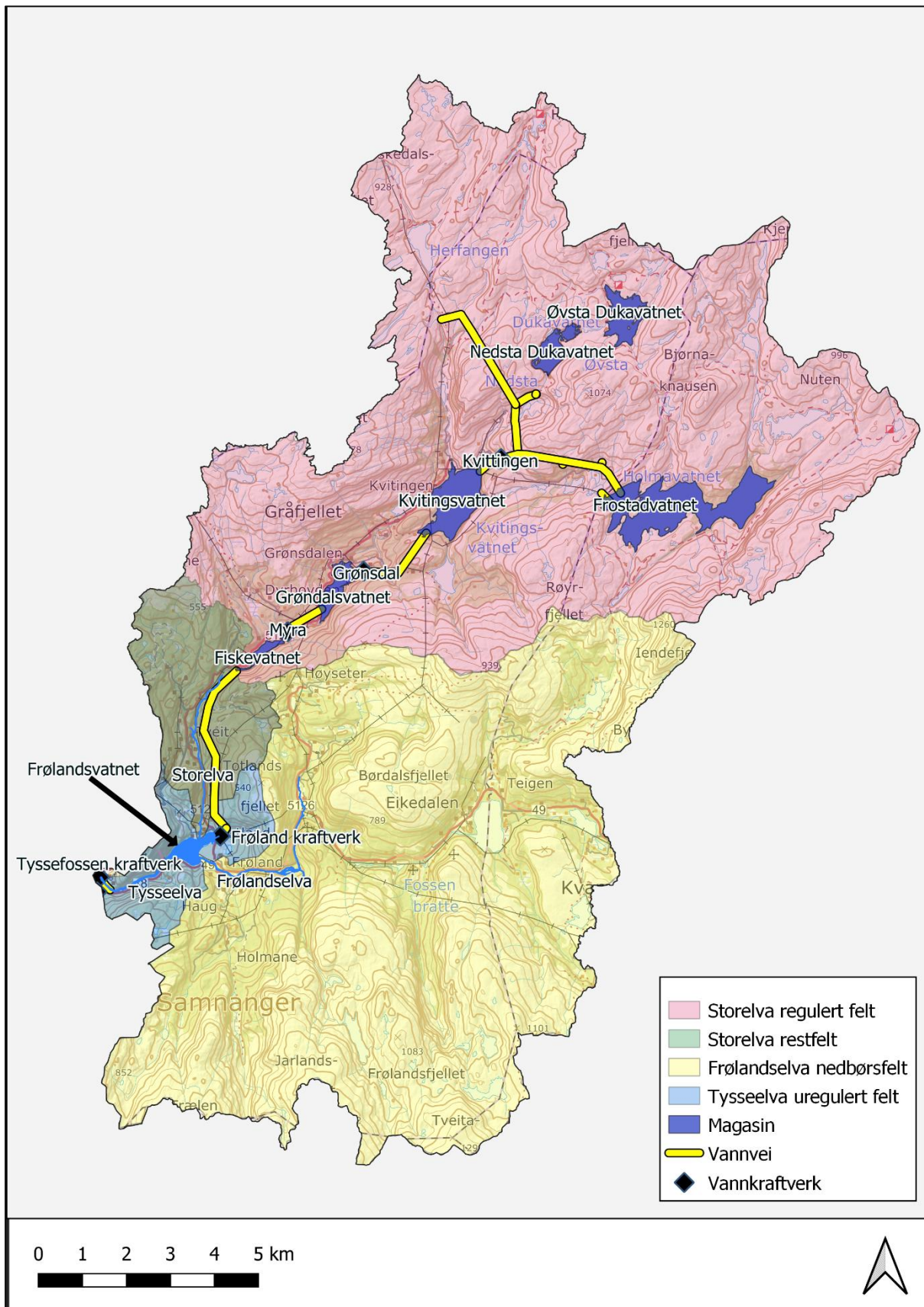
Anadrom strekning i vassdraget er ca. 7.1 km, noe som utgjør et samlet vanndekt areal på 155 613 m². Dette fordeler seg på 1.8 km i Tysseelva (59 006 m²), 1.3 km i Frølandselva (31 569 m²) og 4.0 km i Storelva (65 238 m²). Den anadrome innsjøen Frølandsvatnet har et areal på 355 088 m². Nederst i Tysseelva ble det i 1999 bygget fisketrapp i Tyssefossen og i forbindelse med utbedring av inntaksdammen til Tyssefossen kraftverk, ble det etablert en fisketrapp i 2006. I tillegg ble det i 2002 bygget trapp i Jarlandsfossen i Frølandselva (Kambestad mfl. 2016). Fisketrappen i Frølandselva virker ikke, og anadrom strekning oppgitt ovenfor er derfor fra Frølandsvatnet til Jarlandsfossen. Strekningen i Frølandselva opp til neste definitive vandringshinder i elva utgjør en strekning på ca.3.6 km og et vanndekt areal på 73 381 m². I tillegg til de to fisketrappene, er det etablert to oppvandringskulper i Storelva nedenfor Langeland (Sægrov mfl. 2011). Selv om det er observert anadrom fisk ovenfor disse oppvandringskulpene, er det usikkert hvor godt de faktisk fungerer.

Vassdraget er regulert i form av fem kraftverk driftet av Eviny; Kvitingen, Grønsdal, Myra, Frøland og Tyssefossen (**Figur 1**). Det første vannkraftverket stod ferdig allerede i 1912. Den samlede årsproduksjonen for disse kraftverkene ligger på ca. 500 GWh (<https://www.eviny.no>). I Storelva er det Frøland kraftverk, med maksimal slukeevne på 22 m³/s, som har størst påvirkning på anadrom strekning ved at hele den lakseførende strekningen får redusert vanntilførsel. Elva har en minstevassføring på 500 l/s målt ved Langeland fra 1. mai til 1. oktober, og 200 l/s fra 2.oktober til 30. april ([Manøvreringsreglement 2018](#)). I Tysseelva føres vann inn i Tyssefossen kraftverk og reduserer vanntilførselen på de nederste 340 m av elven. Tyssefossen kraftverk har maks slukeevne på 18 m³/s mellom 1. oktober og 30. juni, og 12 m³/s mellom 1.juli og 30.september. Det er krav om minstevannføringsslipp forbi inntaksdammen på 1 m³/s fra 16. oktober til 31. mai, og 3 m³/s fra 1. juni til 15. oktober (<https://www.nve.no>). I tillegg er vannføringsregimet i elva endret fra naturtilstanden, ved at det magasinerte vannet lenger oppe i nedbørfeltet slippes på andre tidspunkt enn hva som ville forekommet naturlig. Frølandselva er varig vernet, og påvirkes derfor ikke av vannkraftregulering.

Fra 1993 til 2007 ble det i snitt tatt 676 laks i Tysseelva (ssb.no), men en meget stor andel av dette var oppdrettslaks (Kambestad mfl. 2016). Fra 2008 har Samnangervassdraget vært stengt for fiske. Gytefisktellinger i perioden 2007 til 2016 har generelt vist lav gytebestand (Kambestad mfl. 2020). Siden 2018 har NORCE LFI gjennomført årlige gytefisktellinger i vassdraget. Laksebestanden har alle år foruten 2018 vært under gytebestandsmålet (<https://www.vitenskapsradet.no>), og i 2021 ble det samlet for hele vassdraget observert 17 sjøaure og 41 laks under gytefisktelling (NORCE LFI, upubliserte resultater). For laks tilsvarer dette en gytebestand godt under gytebestandsmålet i vassdraget. Det er i samme periode også observert svært lite sjøørret. De lave observasjonene av laks

gjør at Vitenskapelig råd for lakseforvaltning i sin rapport som kom ut i 2021 karakteriserte bestandstilstanden etter kvalitetsnorm som «Svært dårlig» (VRL 2021).

Grunnet den dårlige tilstanden til fiskebestandene i vassdraget, er det etter initiativ fra Samnanger Jeger og Fiskarlag ytret ønske om å undersøke inngrep og habitatforhold for laks og sjøaure i vassdraget. Formålet er å kartlegge og kvantifisere habitatkvalitet og menneskelige inngrep, og deretter foreslå restaurerings- eller habitatforbedrende tiltak som kan øke fiskeproduksjonen. Samnangervassdraget ble kartlagt sommeren og høsten 2021, og resultater med tiltaksforslag presenteres i denne rapporten.



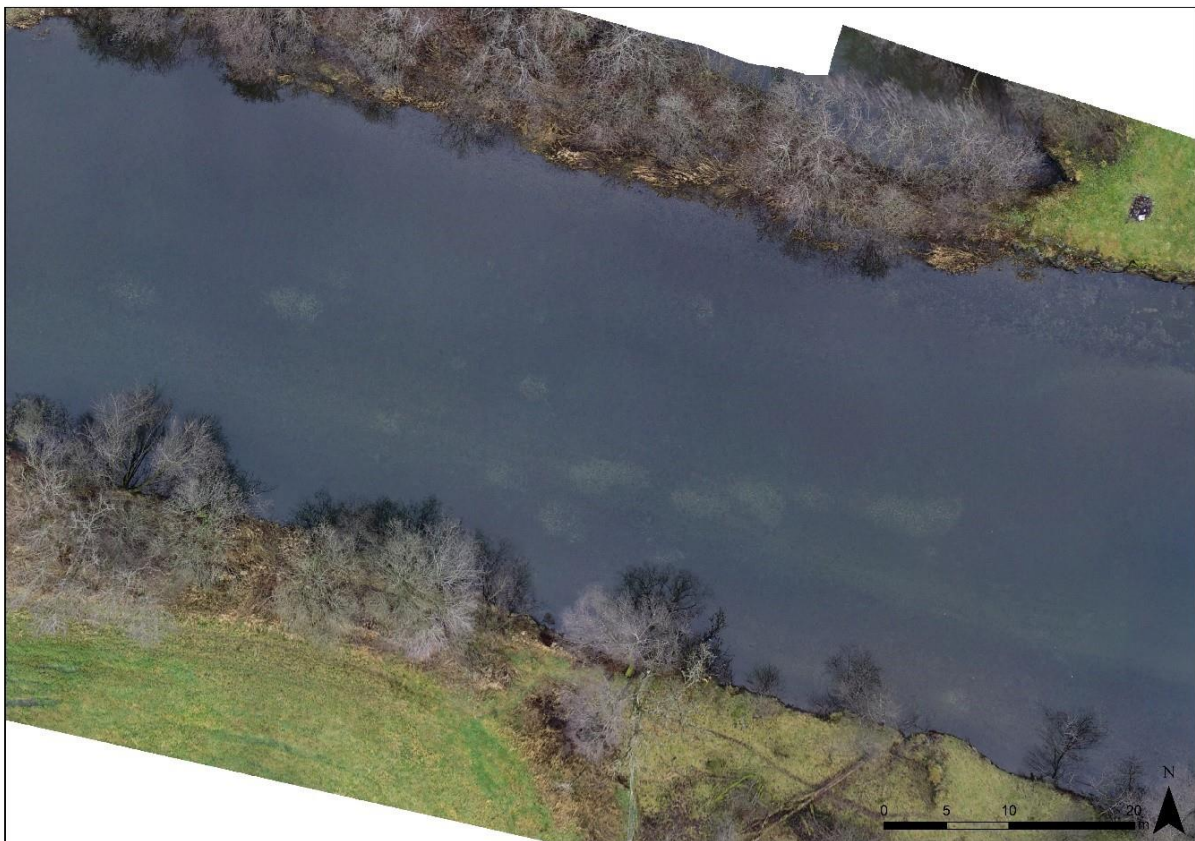
Figur 1. Nedbørfeltet til Samnangervassdraget. Vannkraftverk (Kvitingen, Grøndal, Myra, Frøland og Tyssefossen), vannveier og oppdemmede innsjøer (magasiner) er markert, og regulerte og uregulerte deler av nedbørfeltet er vist med ulike farger.

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. Sammenfatningen nedenfor er delvis hentet fra Gabrielsen mfl. 2020.

2.1 Gyteområder

Laksen gyter ved at eggene graves porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver ut gytegroper, 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.

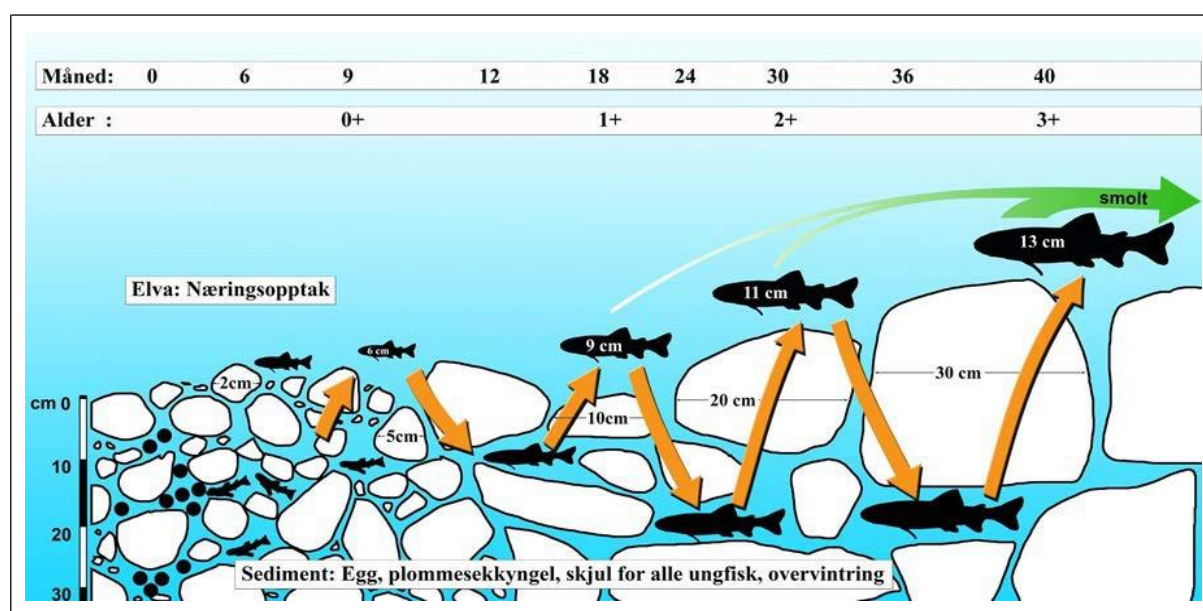
Laksen stiller strenge krav til valg av gyteplass, der bunnsstrat, vanddyp og vannhastighet synes å være de viktigste fysiske faktorene. Typisk finnes gyteområdene på forholdsvis grunne deler av elven (0,3-0,7 m, men også dypere) hvor elvebunnen består av grus og små stein, og på partier med akselererende 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. Det strenge kravet til valg av gyteplass resulterer i at det i mange tilfeller kun er et fåtall plasser i elven 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.



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

2.3 Habitatflaskehalsar 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 høye 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 området sine potensialer 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 gyteområder som er godt fordelt innad i elven og som i tillegg har god tilgang til skjulområder, spesielt i nærheten av gyteplassene.

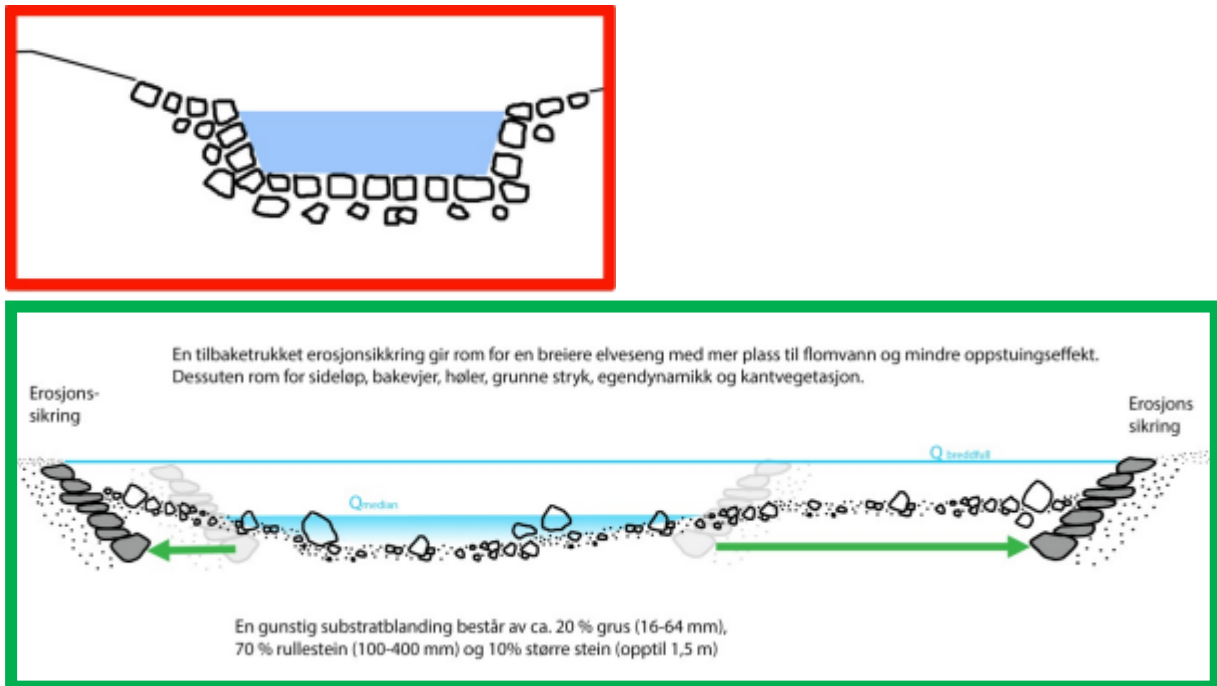
2.4 Hydromorfologiske inngrep

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.

2.4.1 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 en glatt plastring, da det fortsatt vil være hulrom tilgjengelig for fisken i selve erosjonssikringen. Stedvis kan virkningen av en slik sikring være positiv i elver hvor det finnes lite skjul i elvebunnen (f.eks. elver med stor andel sand/grus i elvebunnen).

Erosjonssikring kan også være tilbaketrukket, slik at det fortsatt finnes en naturtypisk elvebredd innenfor sikringen (**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).

2.4.2 Kanalisering og terskler

Kanalisering medfører en utretting av elveløpet, slik at svinger (meandre) rettes ut eller at sideløp stenges av, og totalt vanddekt areal blir redusert. 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 voksenfisk. Selv om terskler i en del tilfeller øker produksjonsarealet for laksefisk, vil de også ofte 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.

2.4.3 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 overfløydige 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 stedeagne 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 lavlandsever, 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.

2.4.4 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 vanddyp 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 «satskulp» 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.

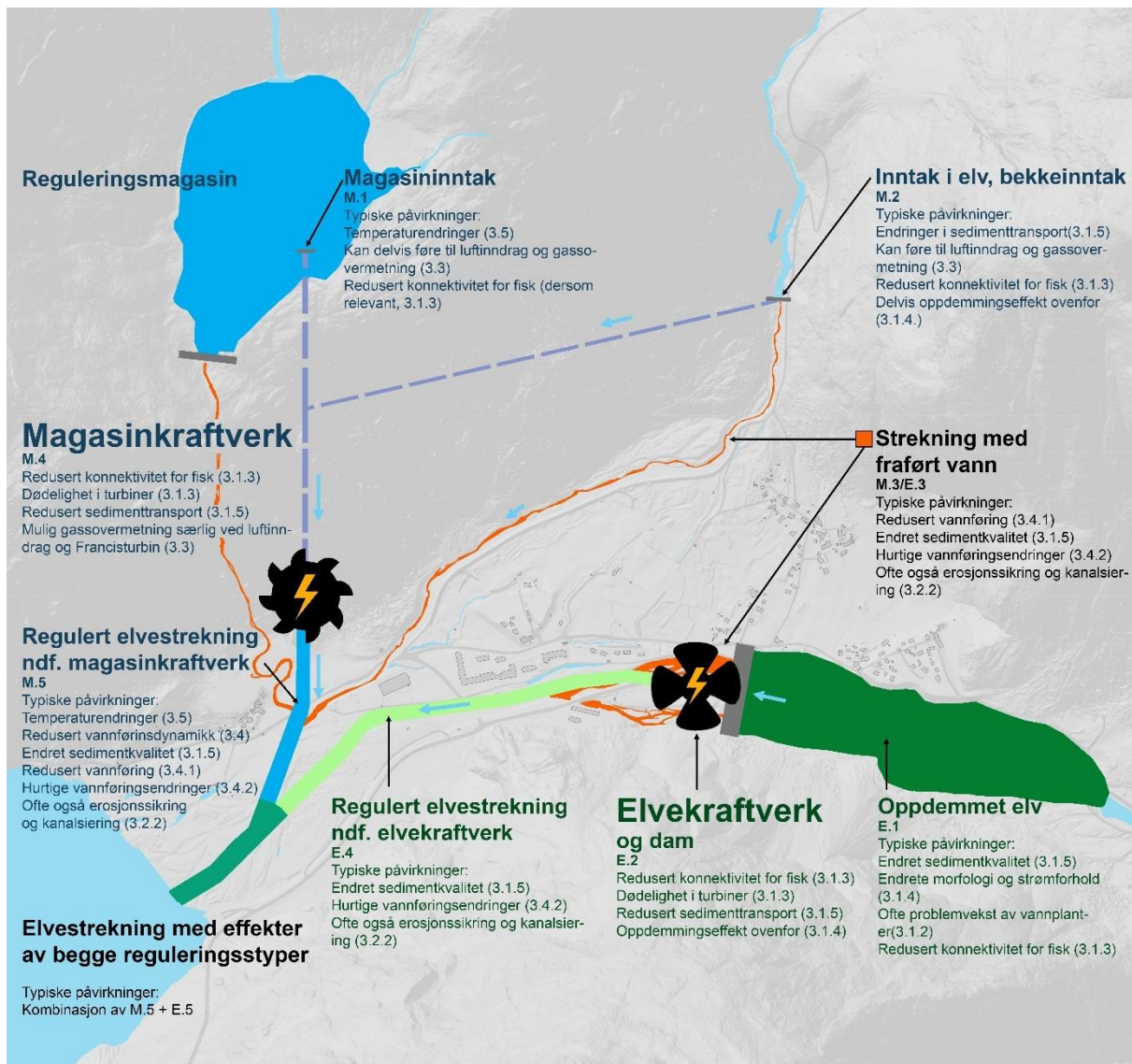
2.5 Effekter av regulering

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).

2.5.1 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 vanndekket 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 fiskevandringsløsninger forbi kraftverksinstallasjoner er blant de aktuelle avbøtende tiltakene.



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

2.5.2 Magasinkraftverk

Der kraftproduksjonen i et elvekraftverk er priggitt 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.

2.5.3 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 Frølandselva og Tysseelva ble gjennomført den 11. og 12. august, mens Storelva ble kartlagt den 29. september 2021. Hele anadrom strekning, med sideløp og forgreininger, ble kartlagt fra sjøen (eller innsjøen, Frølandsvatnet) til permanent vandringshinder. I tillegg ble strekningen ovenfor anadrom strekning i Frølandselva, fram til neste vandringshinder i elva, kartlagt. Kartleggingen ble gjennomført med utgangspunkt i metodene beskrevet i Forseth & Harby (2013). I tillegg ble det registrert fysiske inngrep og vandringshindre (temporære og permanente). Arbeidet ble utført ved at to personer iført snorkleutstyr, tørrdrakt eller vadere gjorde observasjoner over og under vann, mens en av disse personene noterte ulike habitatparametere på skjema og kart. Det ble brukt GPS for å stedfeste ulike interessepunkter, og i tillegg ble hele vassdraget fotografert med drone. Dronebilder komplimenterer den fysiske kartleggingen, da de gir god oversikt i store vassdrag og bedre oppmåling av størrelsen på gyteområder. Dronebildene er også gunstige for bruk ved senere tiltaksplanlegging. Dronekartlegging ble gjennomført med en DJI Phantom 4 RTK og dronebilder ble prosessert og georeferert med «structure from motion» applikasjon (Agisoft Metashape). 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 vandndyp. 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 man prøvd å få frem de overordnede habitattypene og skiftninger i disse. For å unngå uhensiktsmessig detaljeringsgrad er det ikke delt inn i elveklasse-segementer kortere enn elvens bredde. 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 kvitstryk (E+F) (se **Tabell 1**).

Tabell 1. Kriterier for klassifisering av elveklasser basert på fysiske karakterer, etter Borsányi mfl. (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	
				Grunn	
			Hurtig	Dyp	B1
				Grunn	B2
	Sakte	Dyp	C		
		Grunn	D		
	Turbulent, brutt/ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
			Grunn	F	
		Moderat	Sakte	Dyp	
				Grunn	
Hurtig			Dyp	G1	
			Grunn	G2	
Sakte	Dyp				
	Grunn	H			

Substrat ble klassifisert innenfor hvert elveklassesegment 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.

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**). 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):

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

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 målt minst tre skjulmålinger innenfor hvert mesohabitatområde.



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, 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 på visuelle observasjoner av habitatforhold og erfaringsmessig kjennskap til laksens krav til gytehabitat, samt observasjoner av gytegroper under gytefisketelling om høsten. De viktigste kriteriene vil være substratsammensetning, vannhastighet og vanddyb. 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 dronefoto. 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 3**).

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

		Mengde av gytehabitat som % av elveareal		
		Lite (<1 %)	Moderat (1-10 %)	Mye (>10 %)
Avstand mellom gytehabitat	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 den kartlagte strekningen ble prosentmessig andel av elven med erosjonssikring og redusert kantvegetasjon beregnet. Glissen kantvegetasjon teller som 50 % redusert i denne beregningen. Gamle flyfoto fra norgebilder.no, registrerte sikringstiltak i NVEs Temakart, detaljerte terrengdata fra hoydedata.no og informasjon fra elveeierlaget er benyttet som supplerende datagrunnlag for å vurdere omfang av fysiske inngrep i og langs elven.

Basert på topografisk kart med laserscanning (www.hoydedata.no), ble elvestrekningene sjekket for å undersøke om erosjonssikringer eller forbygninger kan ha stengt av sideløp eller betraktelig redusert elvearealet. I tillegg kan man ved å se på historiske flyfoto (eldste for vassdraget er fra 1965) og sammenligne med dagens tilstand, oppdage inngrep i nyere tid.

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 4**.

Tabell 4. System for klassifisering av habitatflaskehals og antatt produktivitet 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)

Hydrologiske flaskehals eller andre reguleringseffekter er i hovedsak ikke vurdert i denne rapporten, da hensikten med kartleggingen er å se på habitatforhold og fysiske inngrep. Hydrologiske effekter blir likevel inkludert dersom det ble oppdaget forhold ved det fysiske habitatet som sannsynligvis er påvirket av reguleringen.

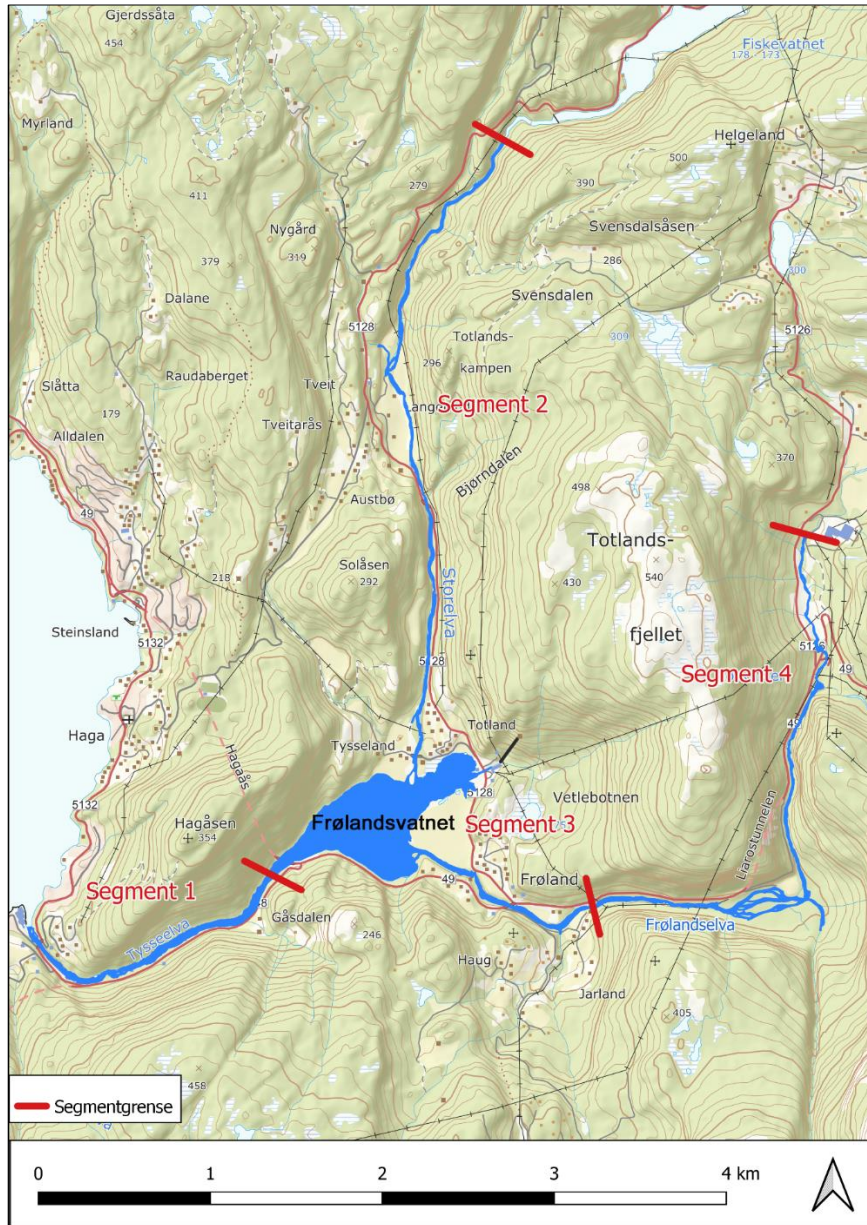
3.2 Forslag til tiltak

Basert på resultatene av kartlegging av habitatforhold og fysiske inngrep, er det utarbeidet en liste med foreslåtte tiltak i prioritert rekkefølge. Tiltakene er i hovedsak ment å øke produksjonen av laks og sjøørret, men en del tiltak 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 anbud 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 laksevassdrag» (Forseth & Harby 2013) og erfaringer gjort i NVE-prosjektet "Flom og miljø i et endret klima" (Pulg mfl. 2020a).

4. Resultater

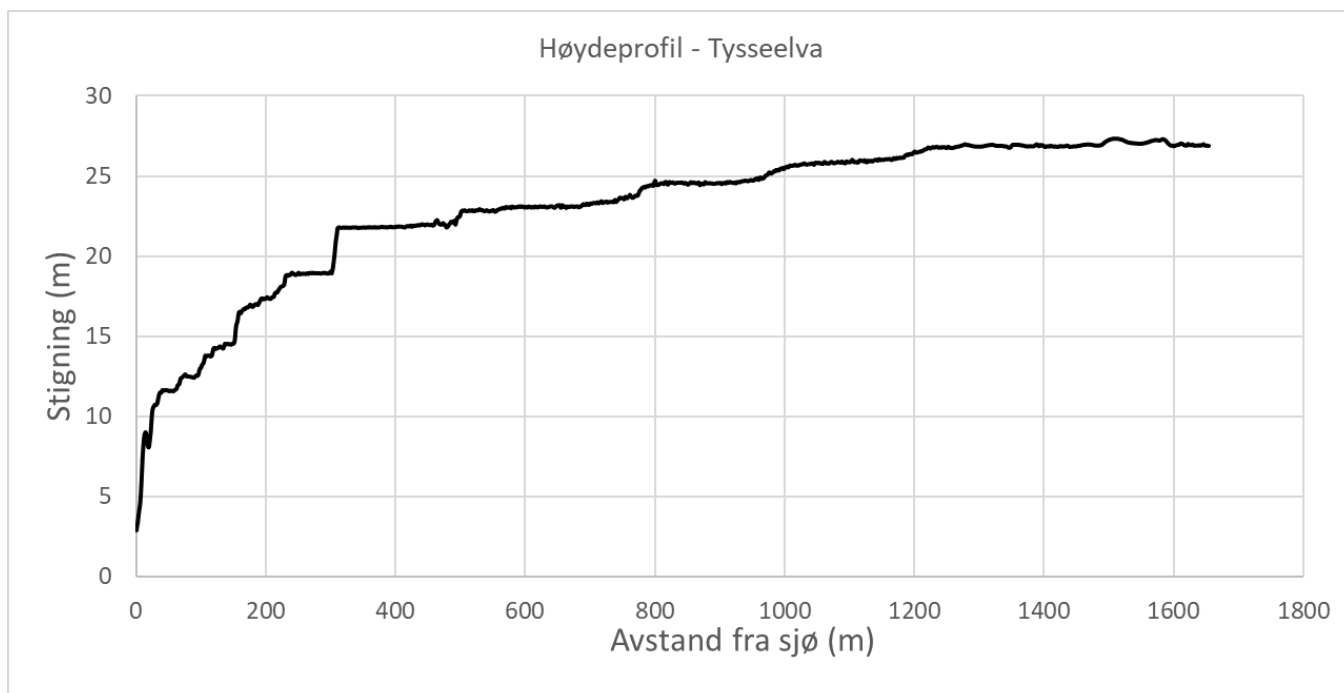
4.1 Grunnleggende data og segmentinndeling

Kartleggingen av Samnangervassdraget omfattet totalt en elvestrekning på ca. 12 km (inklusive sideløp og forgreininger i Frølandselva). Fire av disse 12 kilometerne var ovenfor Jarlandsfoss, som i dag er anadromt vandringshinder i Frølandselva. Vassdraget ble delt inn i fire segmenter som vist i **Figur 7**. Segment 1 er Tysseelva, segment 2 er Storelva, segment 3 er nåværende anadrom strekning i Frølandselva og segment 4 er strekning ovenfor anadrom strekning til neste vandringshinder i Frølandselva. De kartlagte elvestrekningene utgjør ifølge digitalisert vannflate et elveareal på 229 194 m².



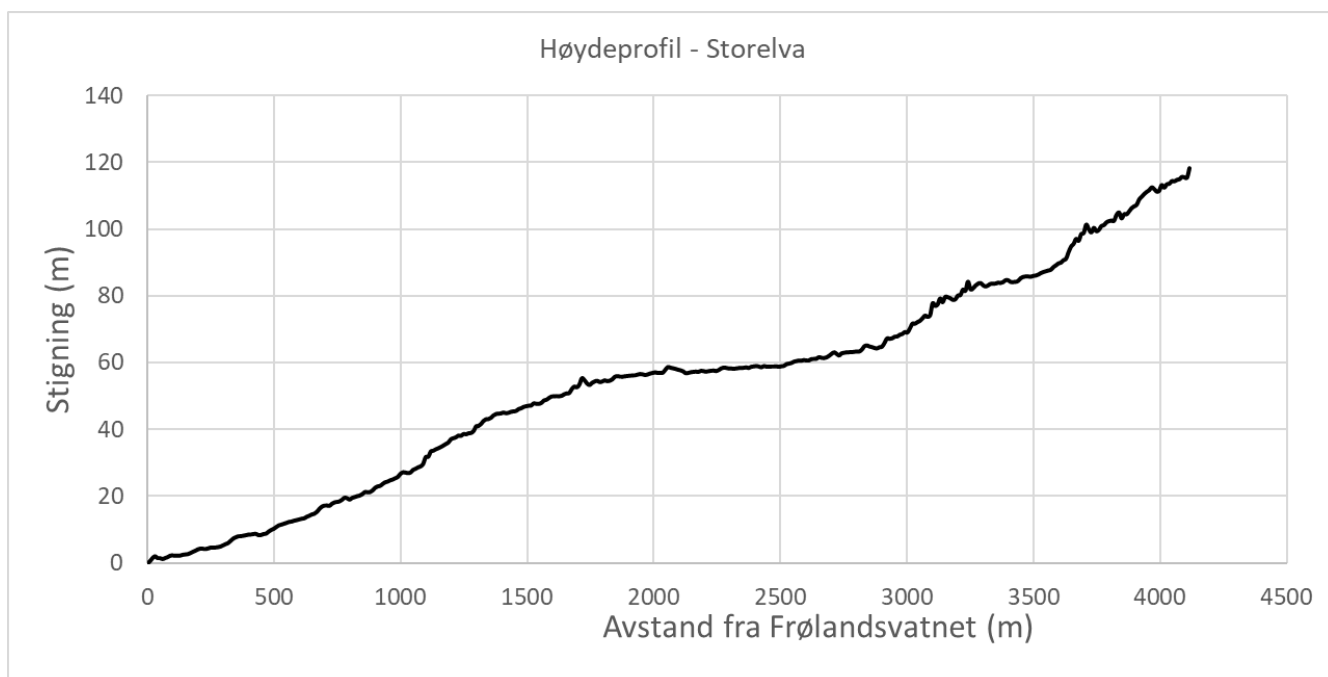
Figur 7. Den kartlagte delen av Samnangervassdraget delt opp i segmenter.

De fire segmentene har ulike høydeprofiler og varierer også litt i morfologisk elvetytologi. Tysseelva har slak helning i øvre del med elvetytologi «variert stryk» og «kulp-stryk type» ned til ca. 350 meter fra sjøen, før den går over til «kaskade» i nedre del (Pulg mfl. 2018). Gjennomsnittlig fallgradient i Tysseelva (segment 1) er 1.6 %, noe som karakteriseres som moderat helning (Forseth & Harby 2013) (Figur 8).



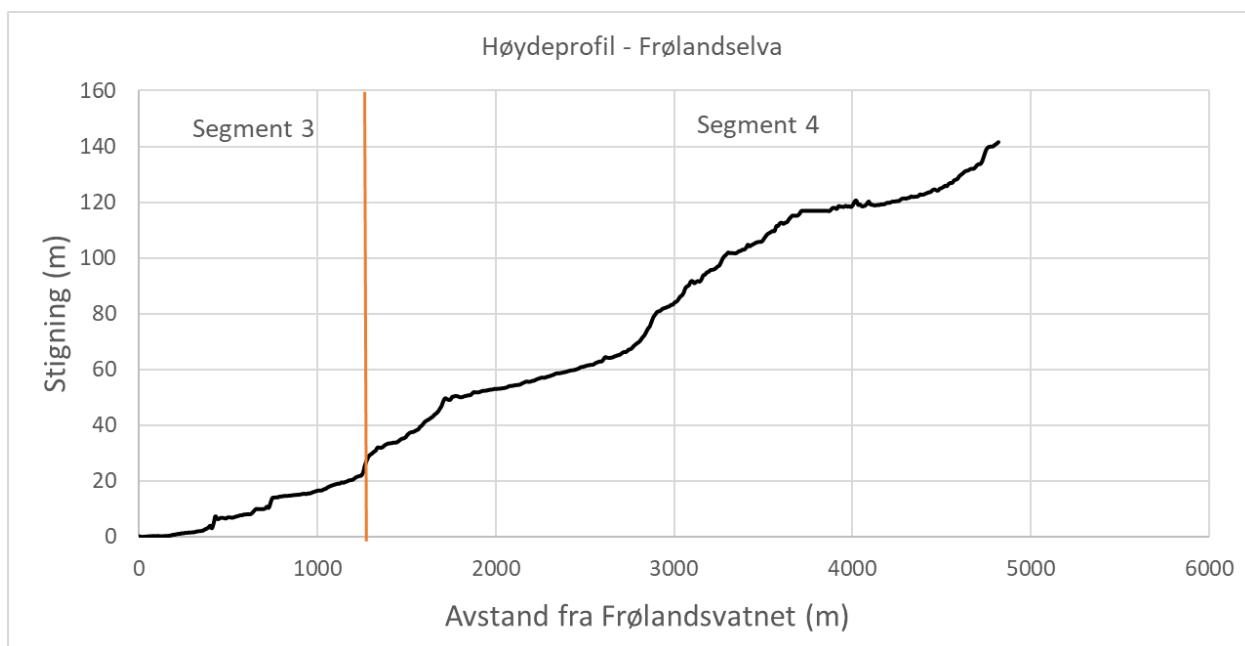
Figur 8. Høydeprofil av Tysseelva (segment 1). Data hentet fra hoydedata.no.

I Storelva (segment 2) karakteriseres elva av elvetyperen «variert stryk» med innslag av «kaskade» i de bratteste partiene og «blandet kulp-stryk type» på det flate området ved Langeland. Gjennomsnittlig fallgradient i segmentet er 2.9 %, noe som karakteriseres som moderat helning (Forseth & Harby 2013) (**Figur 9**).



Figur 9. Høydeprofil av Storelva (segment 2). Data hentet fra hoydedata.no.

Segment 3 og 4 (Frølandselva nedenfor og ovenfor anadromt vandringshinder) er nesten utelukkende av elvetyperen «variert stryk». Gjennomsnittlig fallgradient fra Frølandsvatnet til Jarlandsfossen (segment 3) er ca. 1.8 %, og fra Jarlandsfoss til det neste vandringshinderet i Frølandselva (segment 4) er fallgradienten brattere med ca. 3.3 %. Samlet for hele Frølandselva er gjennomsnittlig fallgradient 2.9 %, noe som kan karakteriseres som moderat helning (Forseth & Harby 2013) (**Figur 10**).



Figur 10. Høydeprofil av Frølandselva. Den oransje streken representerer dagens anadrome vandringshinder ved Jarlandsfoss. Data hentet fra hoydedata.no.

4.2 Segment 1 – Tysseelva

Tysseelva (segment 1) strekker seg fra sjøen til Frølandsvatnet (se **Figur 7** i kapittel 4.1), og har en lengde på ca. 1.8 km. Den renner gjennom et landskap dominert av veiutbygging på sørsiden (riksvei 48) og bratte fjell med skog på nordsiden.

4.2.1 Elveklasse

Den dominerende elveklassen i Tysseelva er kulp (42 % av arealet), men det er også en god del områder med stryk (22%), glattstrøm (21 %) og kvitstryk (15%) (**Figur 11**). Dette ser man fra **Figur 8**, som viser at nedre del av segmentet er bratt og dominert av stryk og kvitstryk, mens øvre del av elva er slak med kulp og glattstrøm som dominerende elveklasser. Inntaksdammen til Tyssefossen kraftverk har dannet en kunstig kulp, som trolig opprinnelig var stryk og glattstrøm.

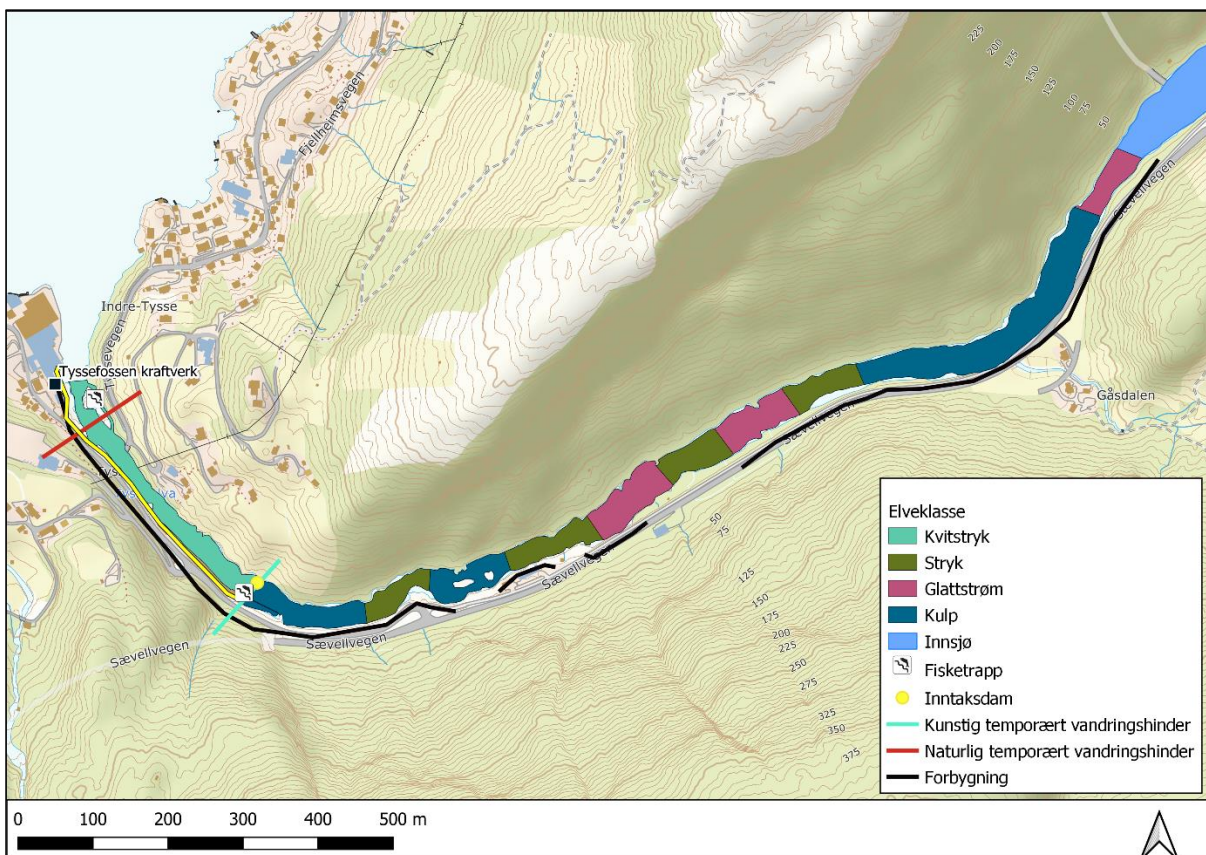
4.2.2 Vandringshindre

Det er registrert to vandringshindre i Tysseelva. Det ene er Tyssefossen, som munner ut i sjøen ved Tysse (**Figur 11**). Dette er et naturlig temporært vandringshinder, hvor anadrom laksefisk kun kan vandre opp på lav vannføring. Grunnet regulering er vannføringsregimet i fossen endret, og det er dermed etablert fisketrapp forbi strykene (**Figur 12**), men denne fungerer ikke optimalt (Per Ove Hisdal, pers.med.). Når vannføringa øker blir fisken stående i osen, og både inngangen til fisketrappa og trinnenenes utforming virker å være suboptimal. Det andre er et kunstig temporært vandringshinder, grunnet inntaksdammen til kraftverket (**Figur 11**). Den ca. 2 meter høye inntaksdammen fungerer som vandringshinder, og fisketrappen som er bygget virker høyst trolig ikke (Per Ove Hisdal, pers.med.). Fisk kan passere inntaksdammen langs land ved nordlig elvebredd, men det er uvisst under hvilke vannføringsforhold dette gjelder.

4.2.3 Fysiske inngrep

Elvestrekningen i Tysseelva er forbygd med bakkemurer/erosjonssikringer langs 47 % av elvebredden. Alle erosjonssikringene ligger langs bilveien på sørsiden av elven (se **Figur 11**). Sammenligner man med flyfoto fra 60-tallet, ser man at veiforbygningene på noen steder har smalnet inn elven. Langs deler av elvebredden som er påvirket av veibyggingen, ligger det store mengder sprengstein (se **Figur 12**). Dette kan se sjenerende ut, men i Tysseelva ligger den plassert langs elvebredden og har ingen direkte negativ påvirkning på habitatet (**Figur 12**).

Som et av fem vannkraftverk i vassdraget ligger Tyssefossen kraftverk med inntak i Tysseelva og utløp i sjøen ved Tysse (**Figur 11**), og dette reduserer vannføringen på strekningen fra inntaket til sjøen (**Figur 12**). Ved inntaket til Tyssefossen kraftverk er det etablert en stor inntaksdam som stuer opp vann til kraftverket (**Figur 12**). Hvorvidt inntaket til kraftverket er problematisk for nedvandrende fisk (ung- og voksen fisk) ved at den vandrer inn i kraftverkstunnelen og ikke over inntaksdammen, vites ikke per dags dato.



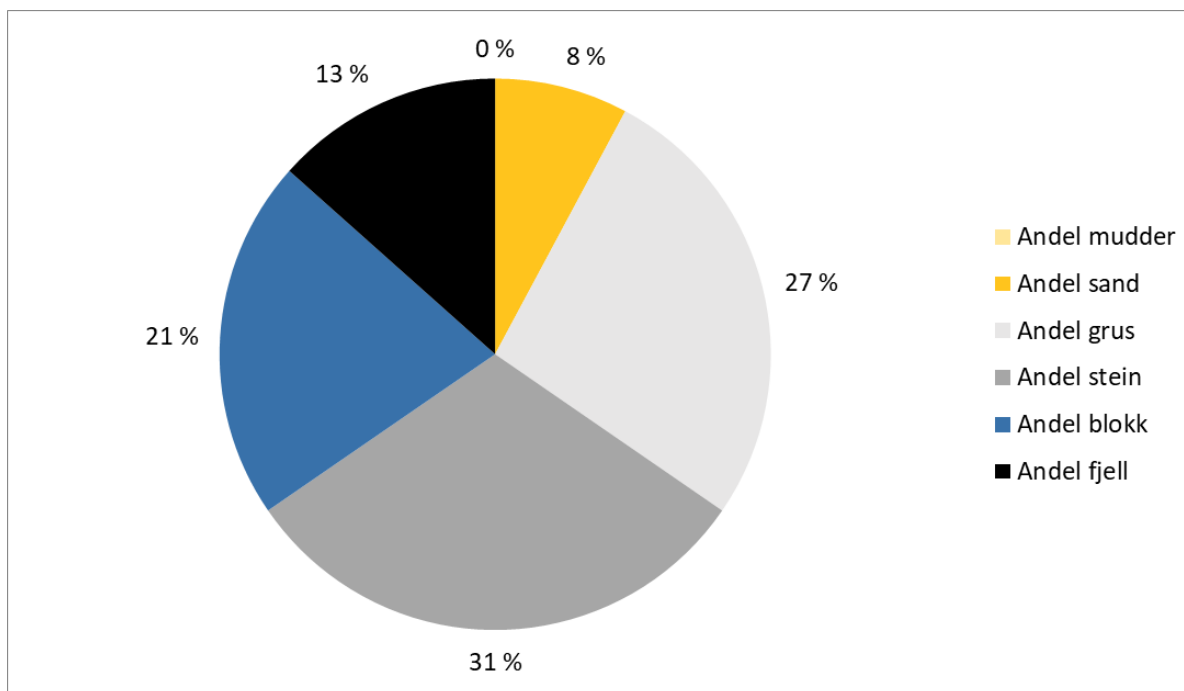
Figur 11. Elveklasser og fysiske inngrep i Tysseelva (segment 1).



Figur 12. Sprengstein i og ved siden av elva fra veibygging (oppe t.v.), inntaksdammen til Tyssefossen kraftverk (oppe t.h.), Kvistryk i nedre del av Tysseelva (nede t.v.) og fiske-trapp fra sjøen forbi Tyssefossen (nede t.h.).

4.2.4 Substrat og gyteområder

Bunnssubstratet i Tysseelva er variert med kornstørrelser fra sand til fast fjell, men er dominert av stein (31 %), grus (27 %) og blokk (21%) (Figur 13).



Figur 13. Substratfordeling i Tysseelva (segment 1).

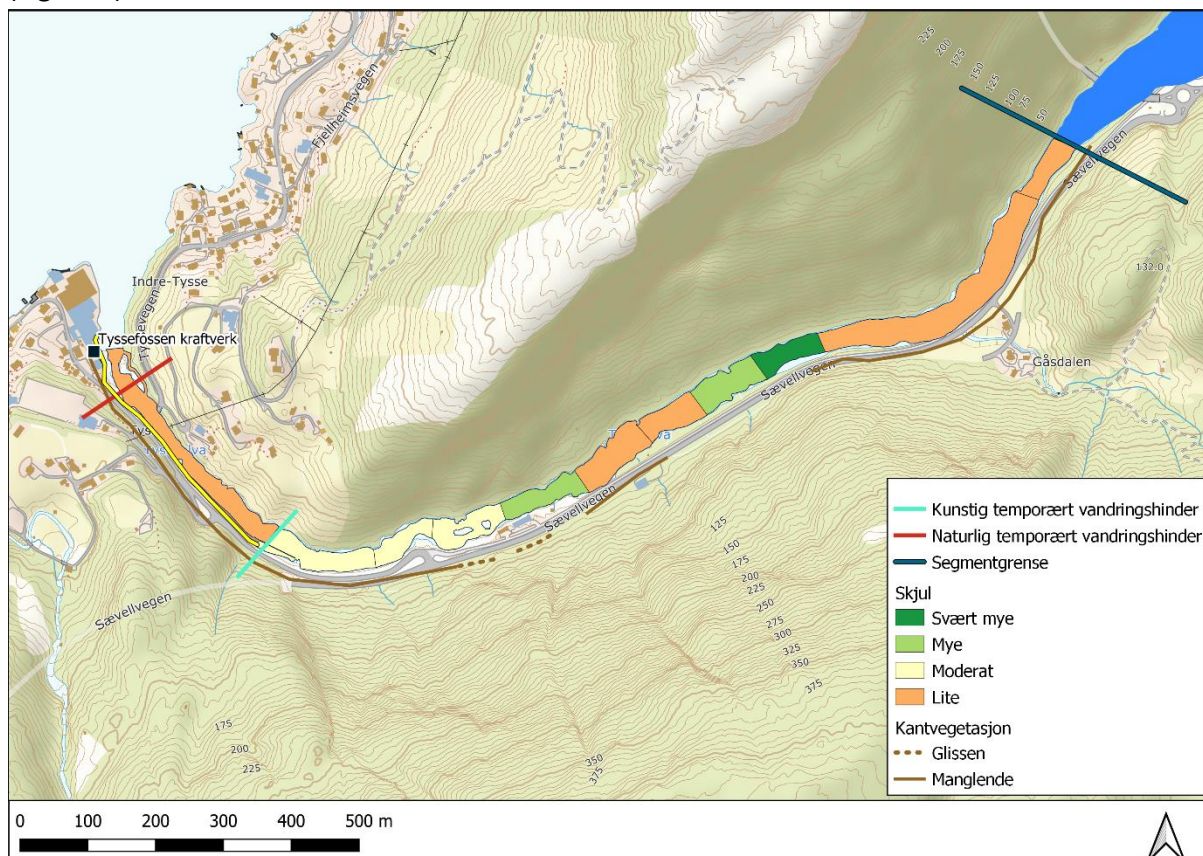
I øvre del av Tysseelva, fra innsjøen til avkjørselen mot Tysse, består substratet av en blanding mellom grus, stein og blokk, noe som gir grunnlag for en del gyteområder, spesielt i områdene med overvekt av grus (**Figur 14**). Relativt mye av substratet i øvre halvdel av elva er gjengrodd, men en del av begroingen er spredt mose og alger som ikke «låser» substratet, men som helt eller delvis dekker det. Dersom en gyteklar fisk prøver, klarer den fint å virvle opp substratet og finne gytegrusen under algene (se **Figur 15**). I de roligere partiene er det likevel stedvis problematisk med begroing av teppemose, da dette har låst substratet på en mer solid måte (se markert på kart «mye begroing og/eller gjenklogget» **Figur 14**). I de roligere partiene er det også innslag av sand som tetter igjen hulrom i grusen, spesielt rundt de markerte gyteområdene nevnt ovenfor. Da nedre halvdel av elva er relativt bratt og har substrat dominert av fjell, er det kun i den øvre halvdel at gyteområdene for laks og sjøørret ligger plassert. Totalt ble det registrert 1833 m² gyteareal i Tysseelva, noe som utgjør ca. 3 % av totalt elveareal i segmentet.



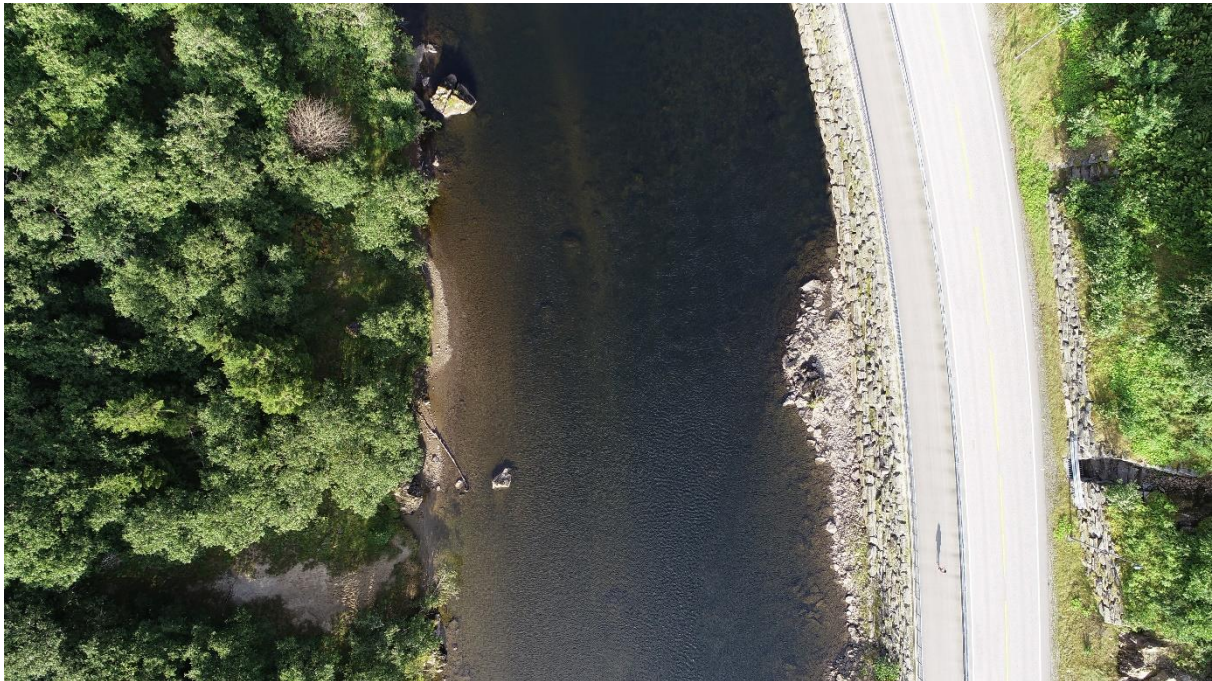
Figur 15. Bunnsubstrat dekket av alger før (oppe t.v.) og etter (oppe t.h.) en simulert gytebevegelse ble gjennomført med en hånd. Grusen under virvles enkelt opp av laks og sjøaure. Store blokker som skaper variert substrat og strømmønster (nede t.v.) og fjell i det strie fossestryket ned mot sjøen (nede t.h.).

4.2.5 Skjul og kantvegetasjon

Gjennomsnittlig vektet skjul i Tysseelva ligger på 5.8 (moderat), men som **Figur 16** viser varierer det fra områder med lite til områder med svært mye skjul. Litt over 40 % av kantvegetasjonen i segmentet mangler (**Figur 16**). Det er den sørlige elvebredden mot veien som i stor grad mangler kantvegetasjonen grunnet veiutbygging, mens den nordlige elvebredden i all hovedsak er uberørt (**Figur 17**).



Figur 16. Skjulkategori og kantvegetasjon i Tysseelva (segment 1).



Figur 17. Elvestrekning fra Tysseelva med intakt kantvegetasjon (til venstre i bildet, nordlig bredd) og fjernet kantvegetasjon (til høyre i bildet, sørlig bredd) i Tysseelva.

4.3 Segment 2 – Storelva

Storelva (segment 2) strekker seg fra Frølandsvatnet til vandringshinder i juvet like nedstrøms Fiskevatnet (se Figur 7 i kapittel 4.1), og har en lengde på ca. 4.1 km. Elva renner hovedsakelig gjennom bratt juv og uberørt skog, samt en kort strekning gjennom jordbrukslandskap.

4.3.1 Elveklasse

Den dominerende elveklassen i Storelva er kvitstryk (38 %), men det er også en god del områder med stryk (28%) og glattstrøm (23 %) (**Figur 18** og **Figur 19**). Det er i de bratte juvpartiene (se høydeprofil **Figur 9**) at kvitstryk-segmentene ligger. Ved Langeland er habitatet preget av slakere fallgradient, og kulp (10 % av samlet habitat i Storelva), glattstrøm og stryk er vekslende mesohabitater der elva snor seg gjennom landbrukslandskapet.

4.3.2 Vandringshindre

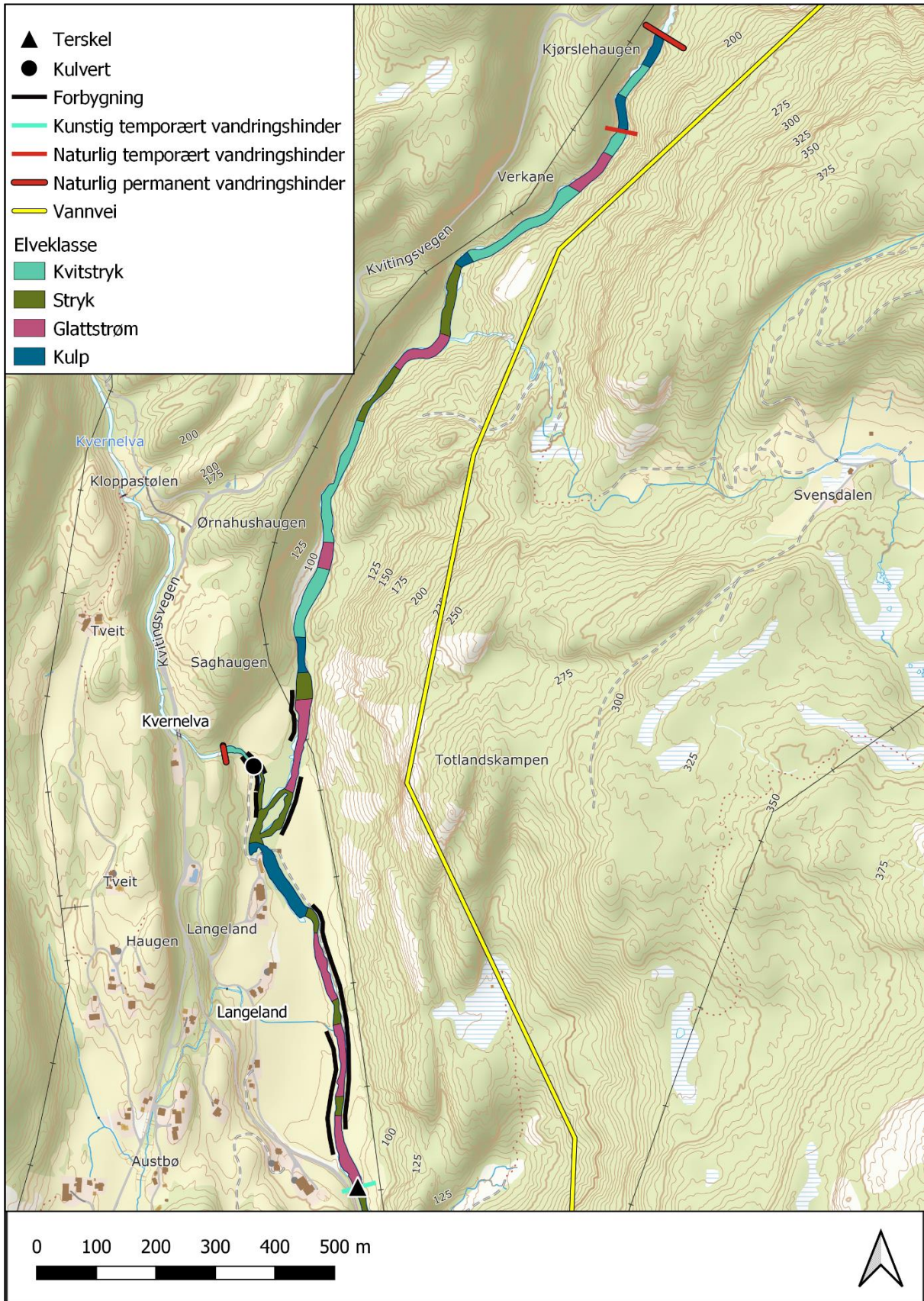
Fra Frølandsvatnet opp til Langeland er det registret tre kunstige temporære vandringshindre (**Figur 18**). Det er etablert to oppvandringssterkler forbi antatte vandringshindre for anadrom fisk i juvet nedenfor Langeland. Disse har blitt sprengt ut og støpt opp i 2005 (Sægrov mfl. 2011). Det er ikke gjort undersøkelser som kan tilsa om disse har gjort oppvandring enklere eller vanskeligere, men basert på vurderinger under feltarbeidet framstår tiltakene som ugunstige. I tillegg er det en terskel på Langeland som fungerer som kunstig temporært vandringshinder (se **Figur 18** og **Figur 20** for terskelplasseringer og bilder).

4.3.3 Fysiske inngrep

Storelva er mest påvirket av fysiske inngrep på Langeland, men også strekningen fra Langeland til Frølandsvatnet har områder med menneskelig påvirkning. I tillegg er vassdraget kraftig regulert, og Storelva blir som konsekvens av dette regnet som en elvestrekning med redusert vanntilførsel. Vann tappes fra Fiskevatnet oppstrøms vandringshinderet i Storelva, og slippes ut i Frølandsvatnet (se

vannkraftverk og vannvei **Figur 18** og **Figur 19**). Dette gjør at vannføringen i Storelva blir kraftig redusert (se kapittel 1).

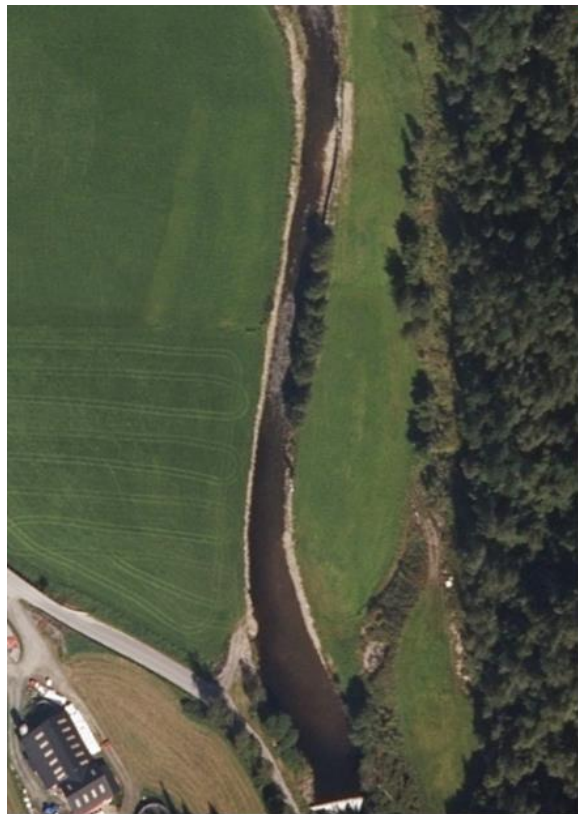
Totalt 12 % av elvestrekningen er forbygd med bakkemurer/erosjonssikringer (**Figur 18** og **Figur 19**). Dette er spesielt utpreget på Langeland, hvor en elvestrekning på 300 meter fra terskelen og oppover er delvis utrettet sammenlignet med naturtilstanden (**Figur 21**). Strekingen ovenfor terskelen er også delvis senket (Sægrov mfl. 2011) ved to mindre kulper, og ved den ene har deler av erosjonssikringen rast ut (**Figur 20**). Helt nederst i elva er det etablert en rekke celleterskler som avbøtende tiltak med tanke på regulering og redusert vannføring (**Figur 22**).



Figur 19. Elveklasser og fysiske inngrep i øvre del av Storelva (segment 2).



Figur 20. Oppvandingsterskler i betong i juvet nedenfor Langeland (oppe t.v. og oppe t.h.), betongterskel på Langeland som fungerer som temporært kunstig vandringshinder (nede t.v.) og erosjonssikring som har rast ut på Langeland (nede t.h.).



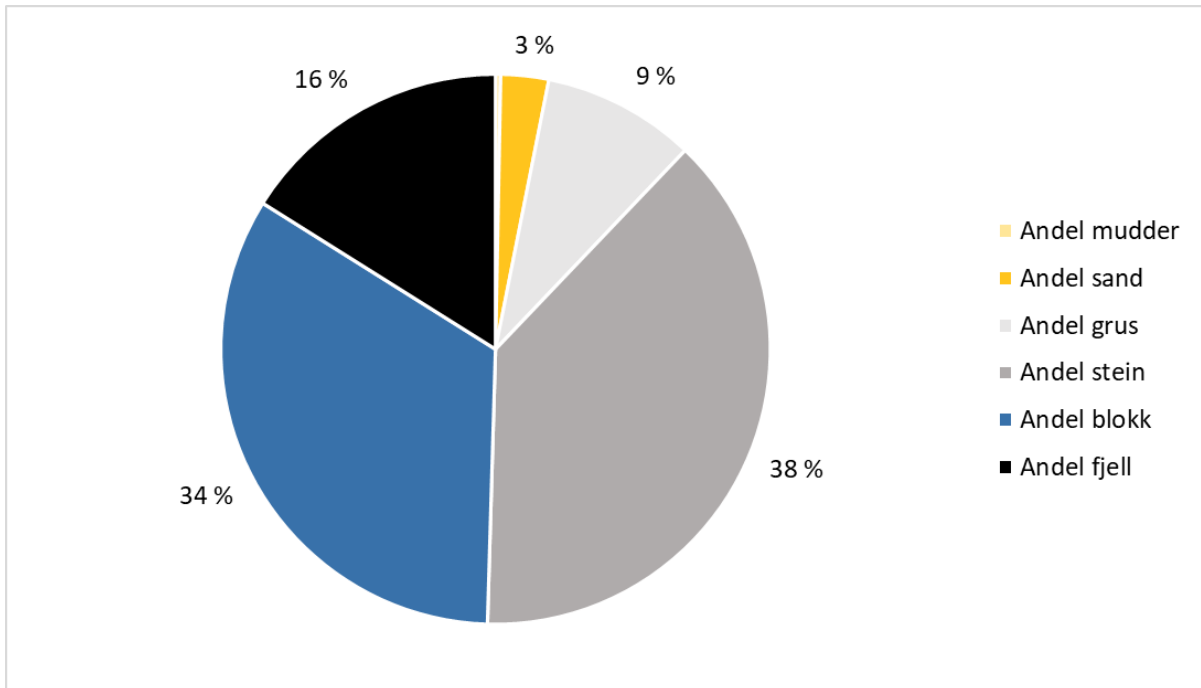
Figur 21. Storelva på Langeland i 1965 (t.v.) og 2020 (t.h.) (www.norgebilder.no).



Figur 22. Dronebilde av nedre del av Storelva med celletersklene synlig som «steinsirkler» i elva.

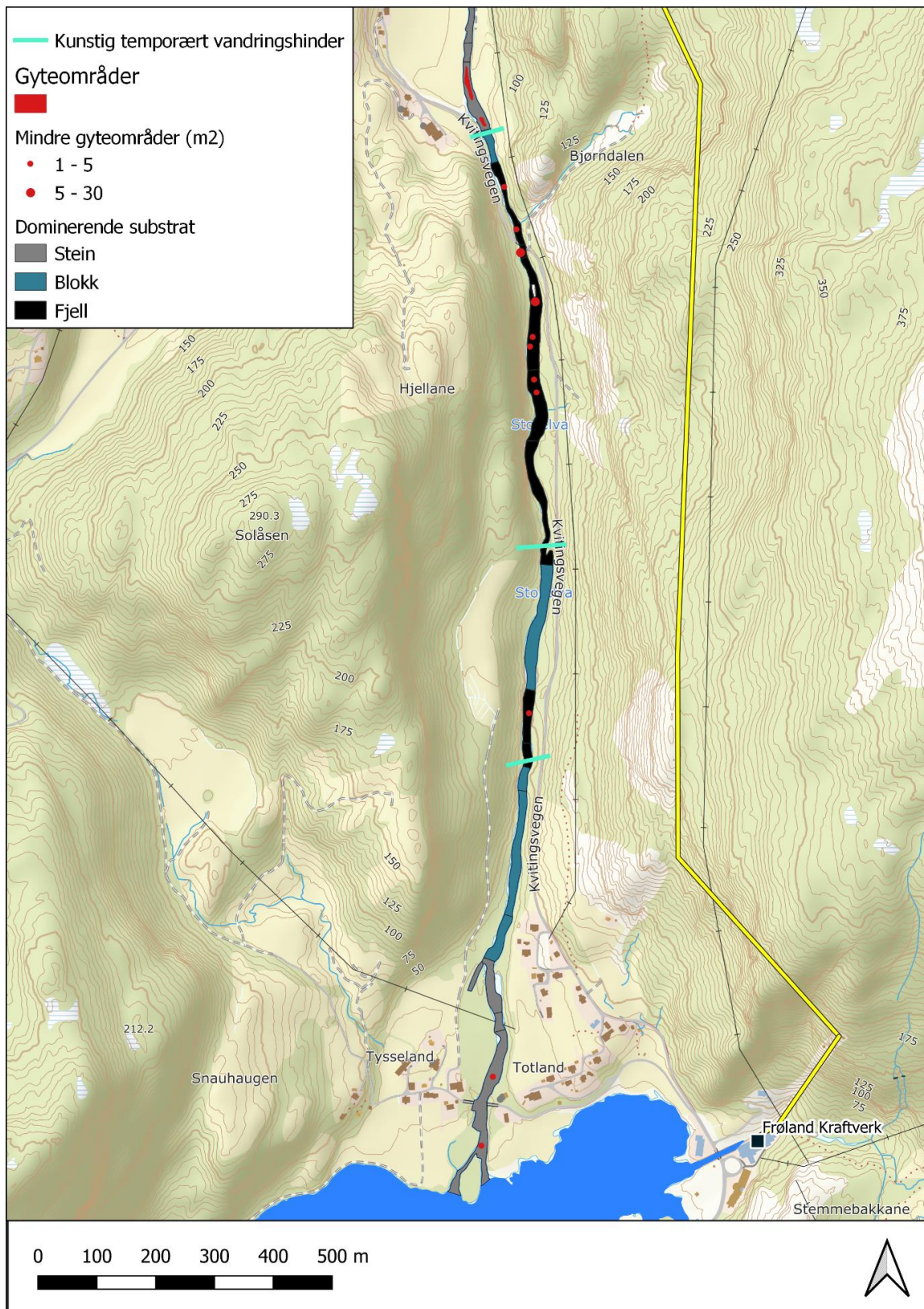
4.3.4 Substrat og gyteområder

Bunnssubstratet i Storelva er dominert av grovkornete masser, med henholdsvis stein (38 %) og blokk (34 %) som dominerende størrelser. I tillegg er det spredte områder hvor elvebunnen er dominert av grus (9 %, hovedsakelig på Langeland) og fjell (15 %, i de bratteste partiene) (**Figur 23**).

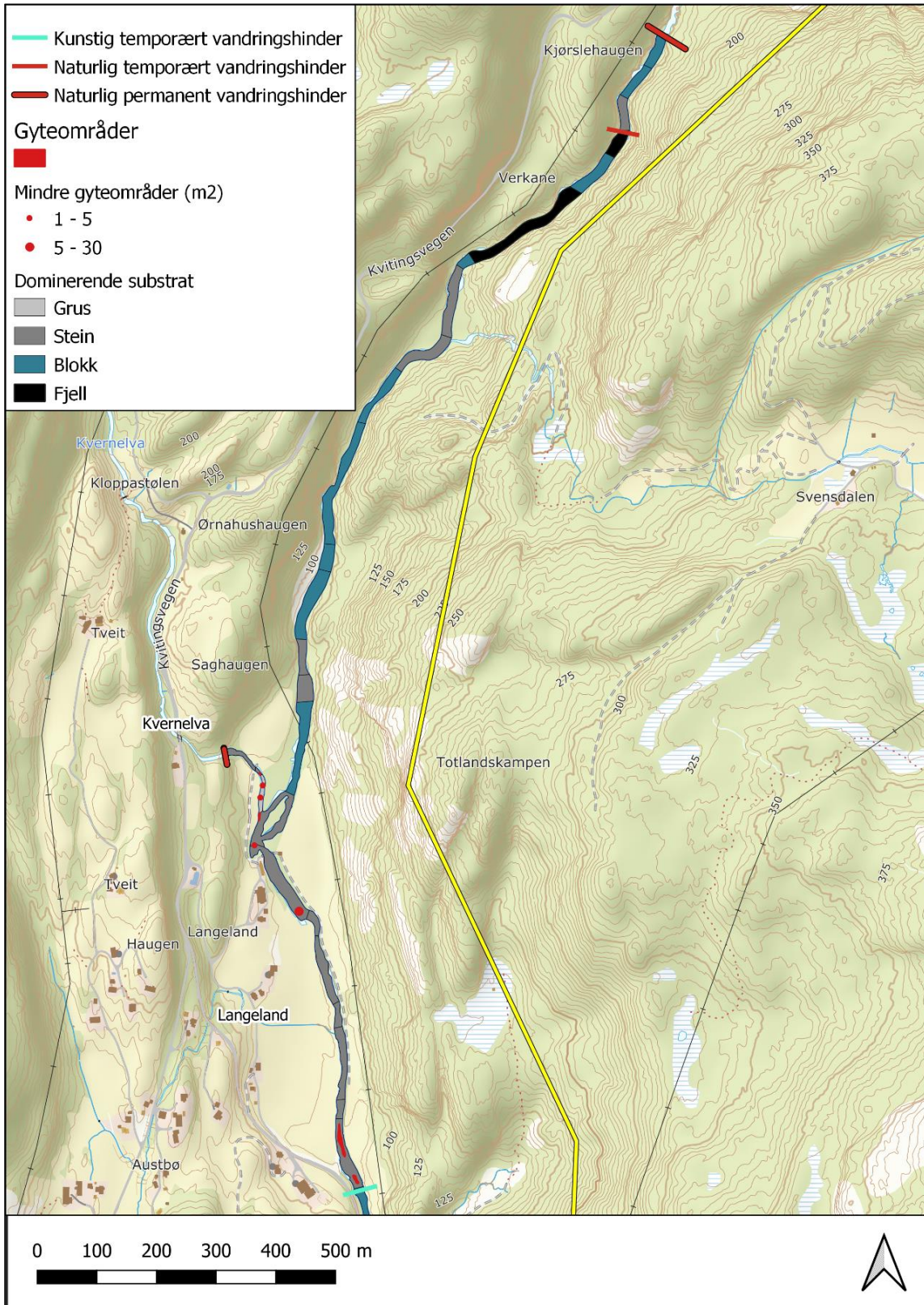


Figur 23. Substratfordeling i Storelva (segment 2).

Som nevnt ovenfor er det blokk og stein som er dominerende substrattyper i elva (**Figur 26**), noe som er med på å forklare at det er lite tilgjengelig gytehabitat i elva. På Langeland, hvor substratet i hovedsak består av stein, er det likevel spredte områder med grus. Det er i dette området man også finner de største gyteområdene i elva (**Figur 25**). Ved Langeland renner sideelven Kvernelva inn, og i den korte strekningen som er tilgjengelig for anadrom fisk er det et par mindre gyteområder (**Figur 25**). I tillegg er det i området nedenfor terskelen på Langeland, hvor elva er bratt og dominert av fjell, mindre lommer med grus, som samlet sett utgjør noen fine gyteområder (**Figur 24**). Totalt ble det registrert 419 m² gyteareal i Storelva, noe som utgjør ca. 0.7 % av totalt elveareal i segmentet.



Figur 24. Dominerende substrat og gyteområder i nedre del av Storelva (segment 2).



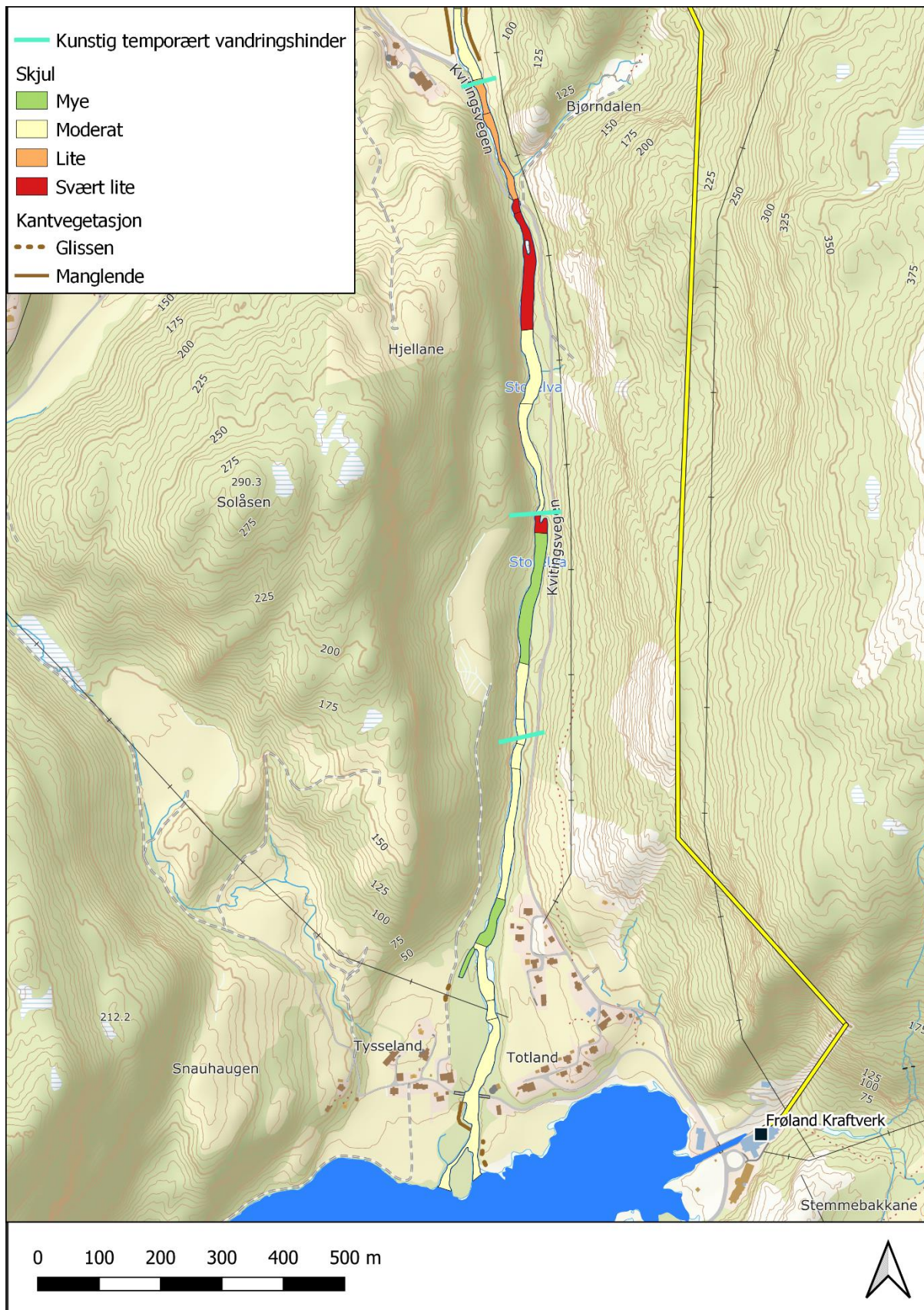
Figur 25. Dominerende substrat og gyteområder i øvre del av Storelva (segment 2).



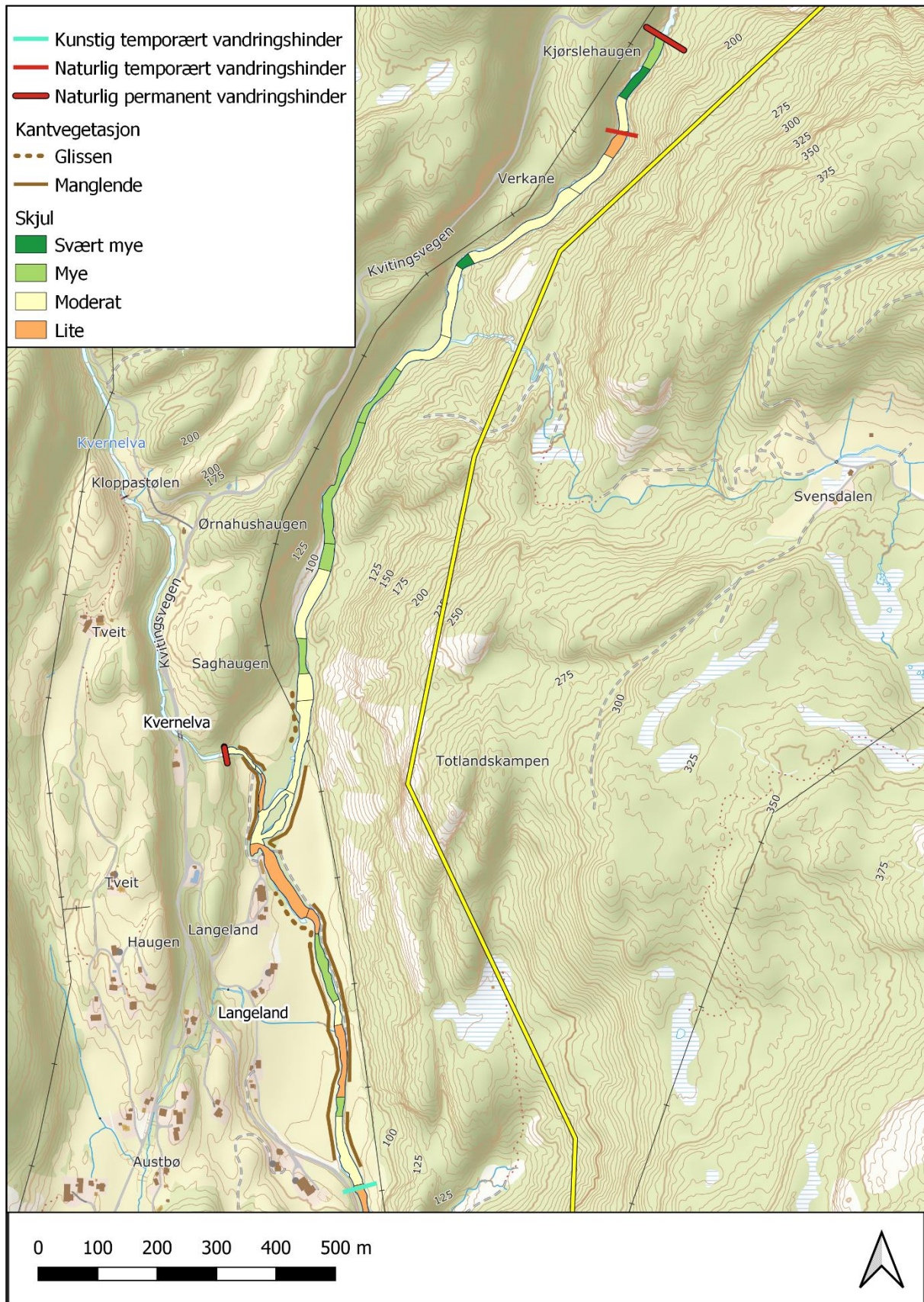
Figur 26. Juv med substrat dominert av store blokker (t.v.), og stein med innslag av grus i rolig parti på Langeland (t.h.) i Storelva.

4.3.5 Skjul og kantvegetasjon

Gjennomsnittlig vektet skjul i Storelva ligger på 7.7 (moderat). De fleste strekningene har skjulkategori mellom lite og mye (**Figur 27** og **Figur 28**). Kantvegetasjonen langs elva er i hovedsak bevart, foruten på Langeland og en liten strekning ved Frølandsvatnet (**Figur 27** og **Figur 28**). Totalt mangler 16 % av kantvegetasjonen langs elvebredden i Storelva.



Figur 27. Skjulkategori og kantvegetasjon i nedre del av Storelva (segment 2).



Figur 28. Skjulkategori og kantvegetasjon i øvre del av Storelva (segment 2).

4.4 Segment 3 – Anadrom strekning av Frølandselva

Dagens anadrome strekning i Frølandselva går fra Frølandsvatnet til Jarlandsfossen (se

Figur 7 i

kapittel 4.1). Dette utgjør en elvestrekning på ca. 1.3 km, hvor elva renner gjennom jordbrukslandskap, skog og langs fylkesvei 7/49.

4.4.1 Elveklasse

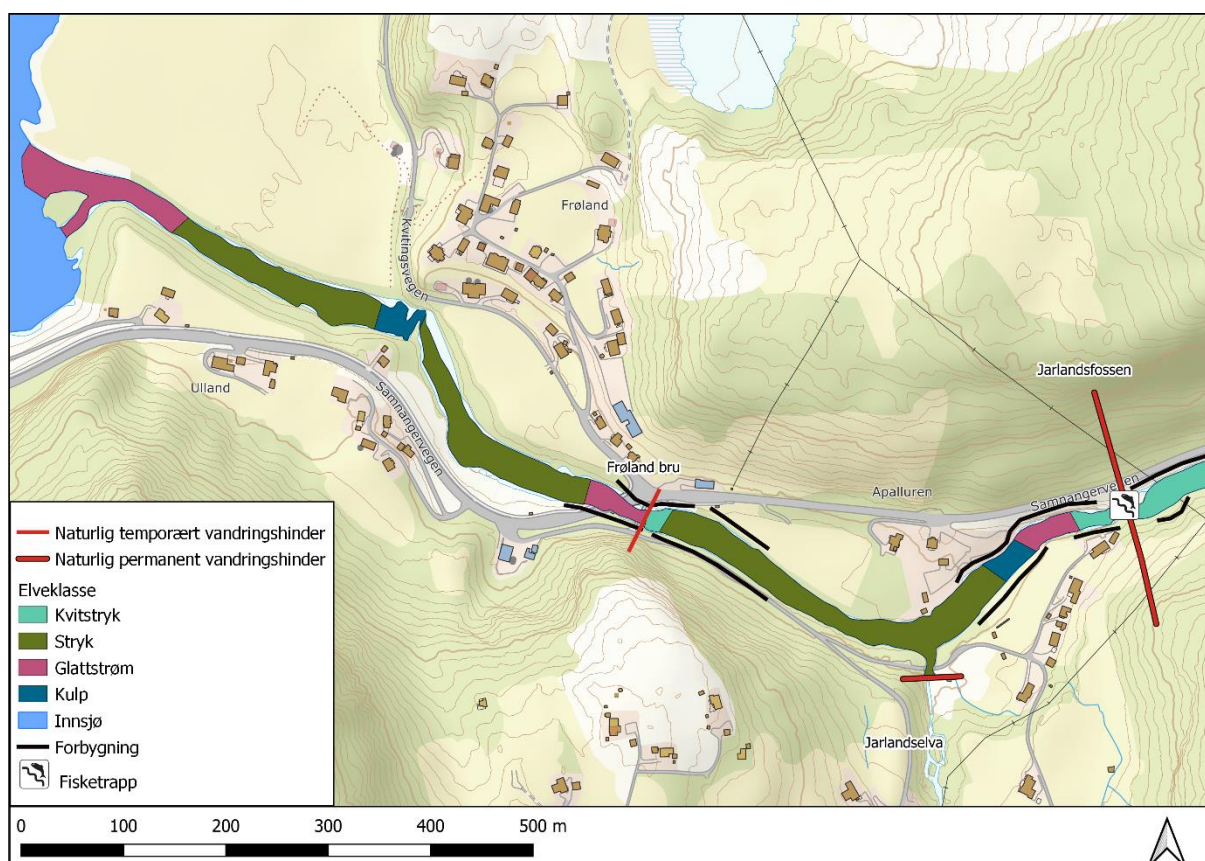
Den dominerende elveklassen på anadrom strekning av Frølandselva er stryk (68 %), mens det i de litt slakere partiene er hovedvekt av glattstrøm (22 %). I tillegg er det mindre innslag av kulp (6 %) og kvitstryk (4%) i segmentet (**Figur 29**).

4.4.2 Vandringshindre

På anadrom strekning av Frølandselva er det ett naturlig temporært vandringshinder, og dette er en foss like ved Frøland bru (**Figur 29** og **Figur 30**). Fossen er trolig vanskelig å forsere på lave vannføringer. Jarlandselva renner inn i Frølandselva mellom Jarlandsfossen og Frøland bru, men har svært kort anadrom strekning grunnet en foss som er naturlig permanent vandringshinder like ved samløpet. Anadrom strekning stopper ved Jarlandsfossen (**Figur 29** og **Figur 30**). Det er etablert en fisketrapp i fossen. Fisketrappen ble bygget i 2002, men virker ikke etter hensikten da fisk per dags dato ikke klarer å passere. Derfor er Jarlandsfoss regnet som naturlig permanent vandringshinder i elva.

4.4.3 Fysiske inngrep

Den anadrome strekningen av Frølandselva er relativt fri for inngrep, foruten noen erosjonssikringer på utsatte steder, samt fisketrappen i Jarlandsfossen (**Figur 29** og **Figur 30**).



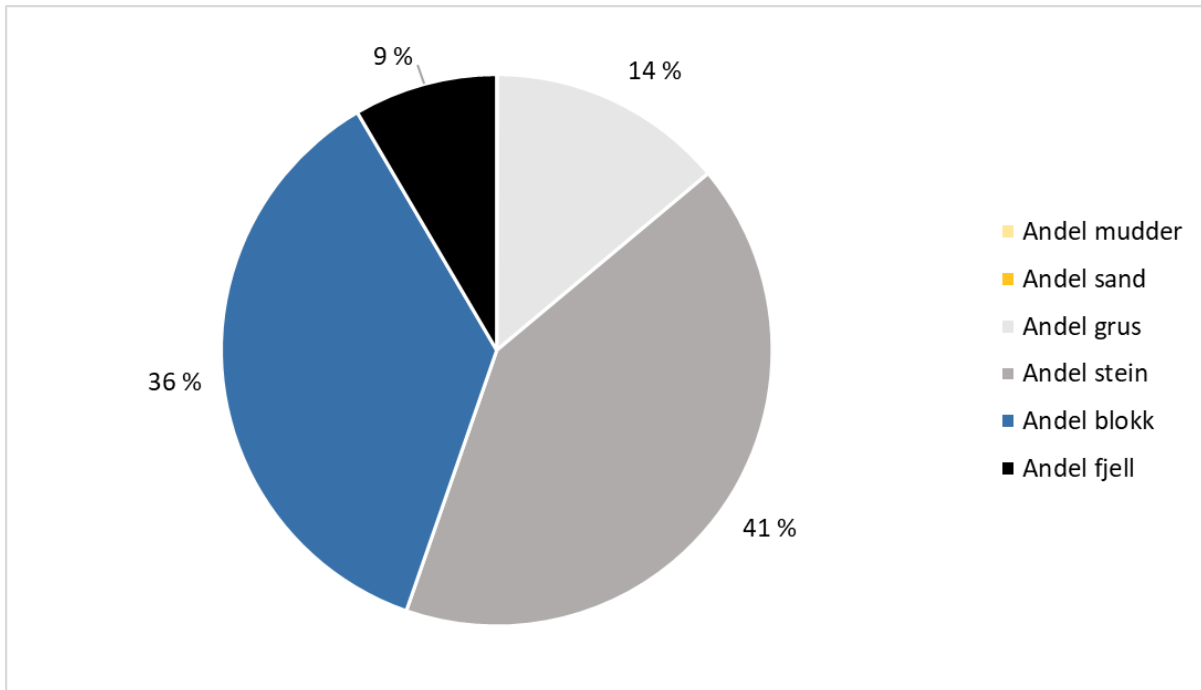
Figur 29. Elveklasser og fysiske inngrep i anadrom del av Frølandselva (segment 3).



Figur 30. Glattstrømparti i nedre del av elva (oppe t.v.) og foss ved Frøland bru (oppe t.h.). Fisketrappen i Jarlandsfoss (nede t.v.) og forbygning i øvre del (nede t.h.).

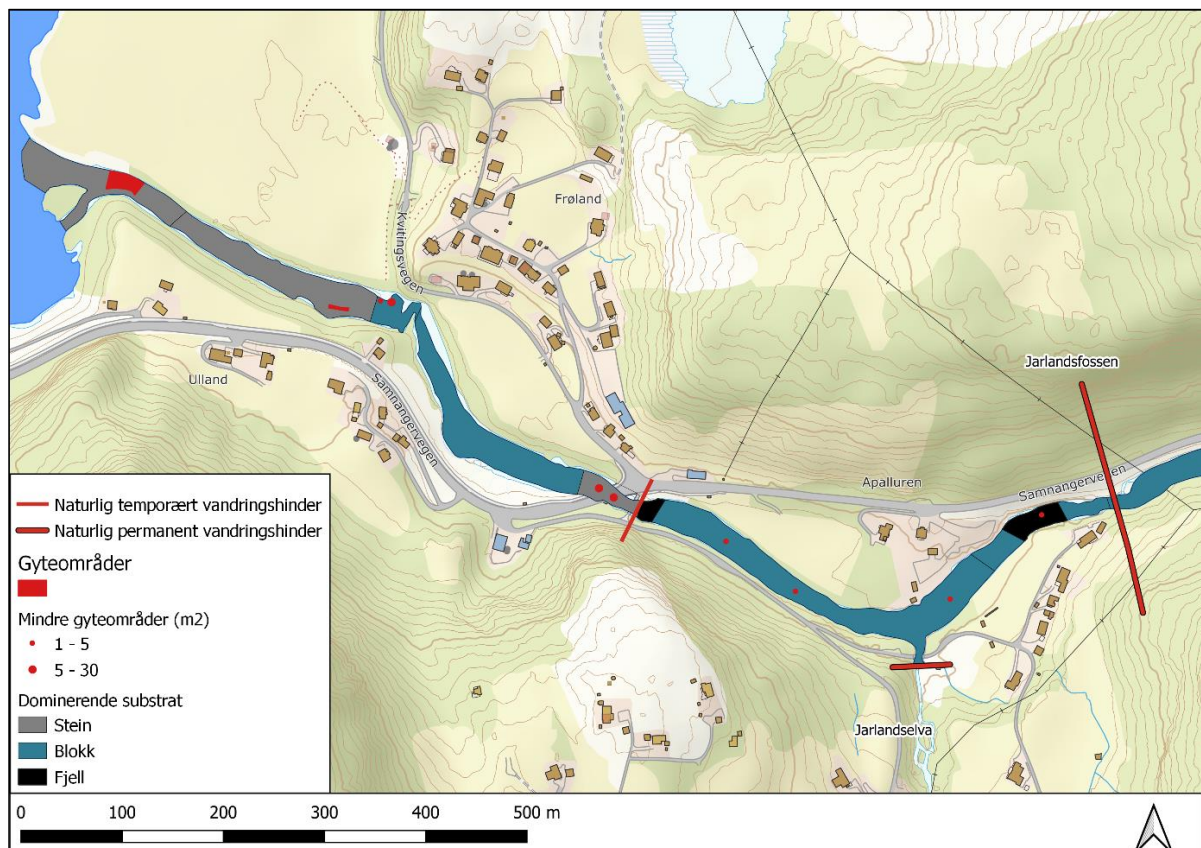
4.4.4 Substrat og gyteområder

Elvebunnen i Frølandselva nedenfor naturlig vandringshinder er grovkornet med blokk (36%) og stein (41%). I tillegg er 14 % grus og 9 % fjellbunn i elvebunnen, men ingen av de undersøkte strekningene er dominert av dette (**Figur 31**). Sand og mudder ble ikke registrert.

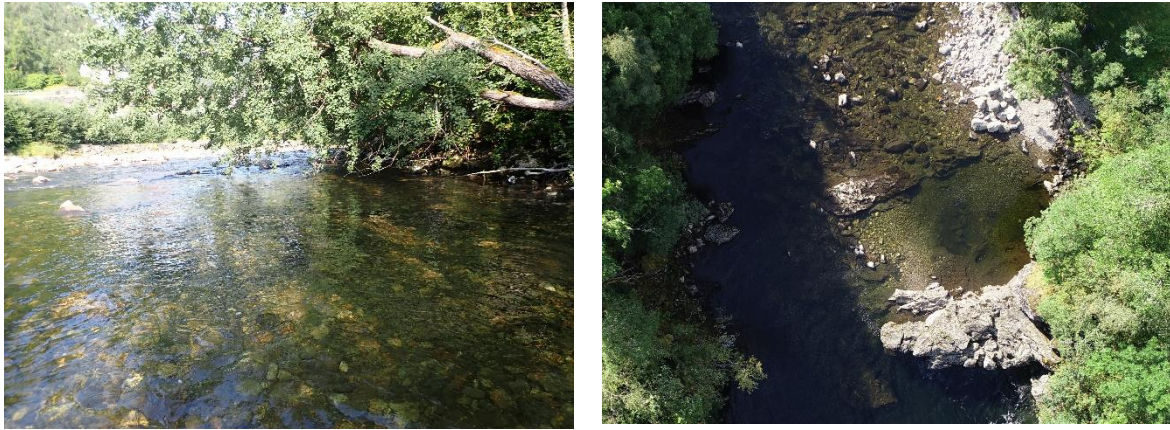


Figur 31. Substratfordeling i anadrom strekning av Frølandselva (segment 3).

Det er spredte gyteområder i segmentet, hvor det største ligger nesten helt nede mot Frølandsvatnet (**Figur 32**). I tillegg er det mindre gyteområder som ligger i form av lommer av grus i ellers grovkornete substratsammensetninger. Spesielt gjelder dette i brede partier av elva, inn mot elvebredden eller på mindre brekk (se eksempel **Figur 33**). Totalt ble det registrert 611 m² gyteareal i anadrom del av Frølandselva, noe som utgjør ca. 2 % av totalt elveareal i segmentet.



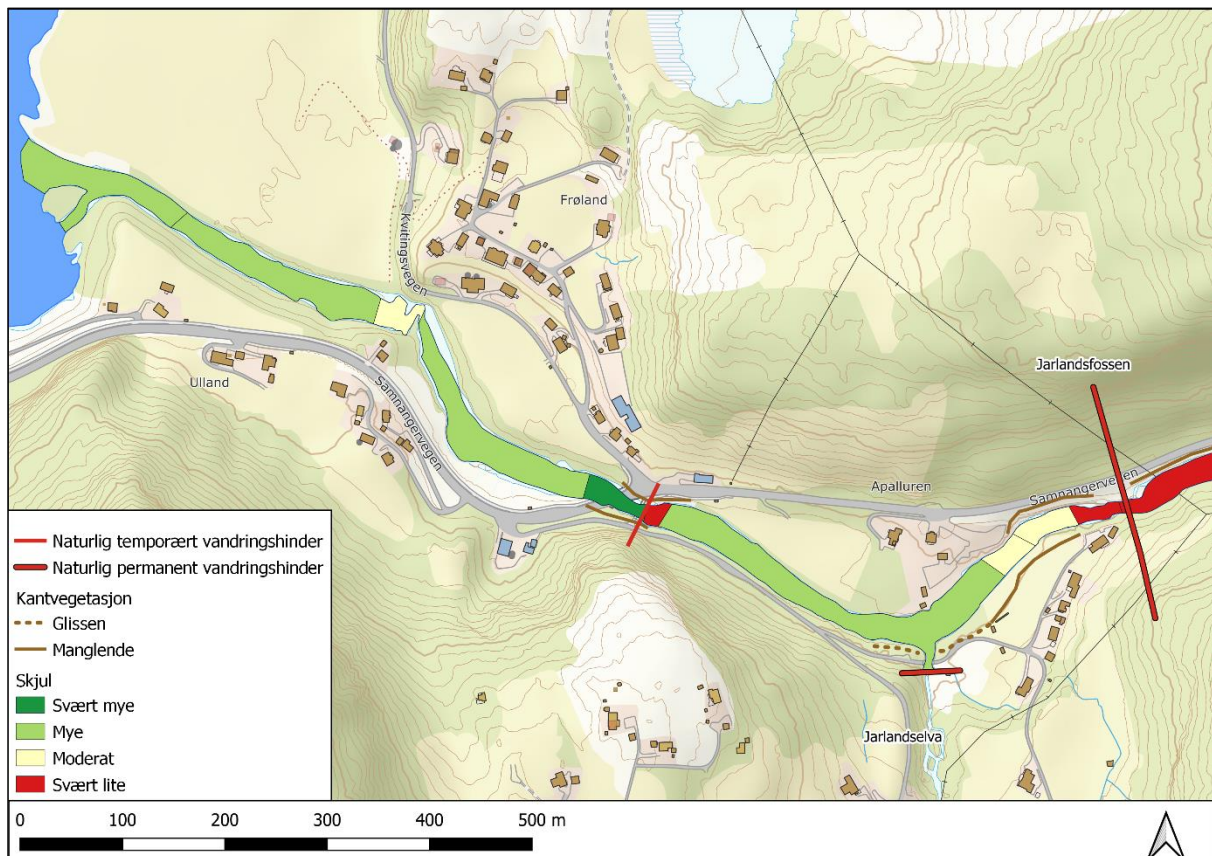
Figur 32. Dominerende substrat og gyteområder i anadrom strekning av Frølandselva (segment 3).



Figur 33. Gyteområde langs land i bredt parti av elva (t.v.) og i mesohabitat dominert av fjell, med akkumulert grus ved brekk (lys flekk midt i bildet) (t.h.).

4.4.5 Skjul og kantvegetasjon

Gjennomsnittlig vektet skjul i anadrom del av Frølandselva (segment 3) er 11.6 (mye) **Figur 34**. I tillegg er store deler av kantvegetasjonen relativt godt bevart. Kun 15 % av kantvegetasjonen mangler, til tross for at store deler av segmentet renner gjennom jordbrukslandskap (illustrert i dronefoto i **Figur 35**).



Figur 34. Skjulkategori og kantvegetasjon i anadrom strekning av Frølandselva (segment 3).



Figur 35. Nedre del av Frølandselva, med Frølandsvatnet i bakgrunnen.

4.5 Segment 4 – Frølandselva ovenfor anadrom strekning

Jarlandsfossen, ca. 1.3 km oppstrøms Frølandsvatnet, er naturlig permanent vandringshinder for laks og sjøørret i Frølandselva. Segment 4 strekker seg fra Jarlandsfossen opp til neste permanente naturlige vandringshinder (se **Figur 7** i kapittel 4.1). Dette utgjør en elvestrekning på ca. 3.6 km, hvor elva i hovedsak renner gjennom skog, bratte juv og langs fylkesvei 7/49 opp til en foss ved Geitaryggen (**Figur 37**).

4.5.1 Elveklasse

Den dominerende elveklassen ovenfor anadrom strekning i Frølandselva er stryk og kvitstryk, noe som gjenspeiles i den bratte gradienten (se **Figur 10** i kapittel 4.1) i dette segmentet. Spesielt gjelder dette partiene hvor elva renner gjennom juv (se **Figur 37**). Ved Dal er elva slakere og forgreiner seg ut i flere løp med svært variert habitat (se eksempler **Figur 36**), selv om det på mesohabitatnivå klassifiserer som stryk. I øvre del av elva, oppstrøms Mørkhølen, er elva mindre og slakere og består hovedsakelig av grunnområder og stryk. Totalt er det i dette segmentet mindre innslag av kulp (4 %), grunnområde (13 %) og glattstrøm (6 %), i tillegg til de dominerende habitatklassene stryk (41%) og kvitstryk (36 %) (**Figur 37**).

4.5.2 Vandringshindre

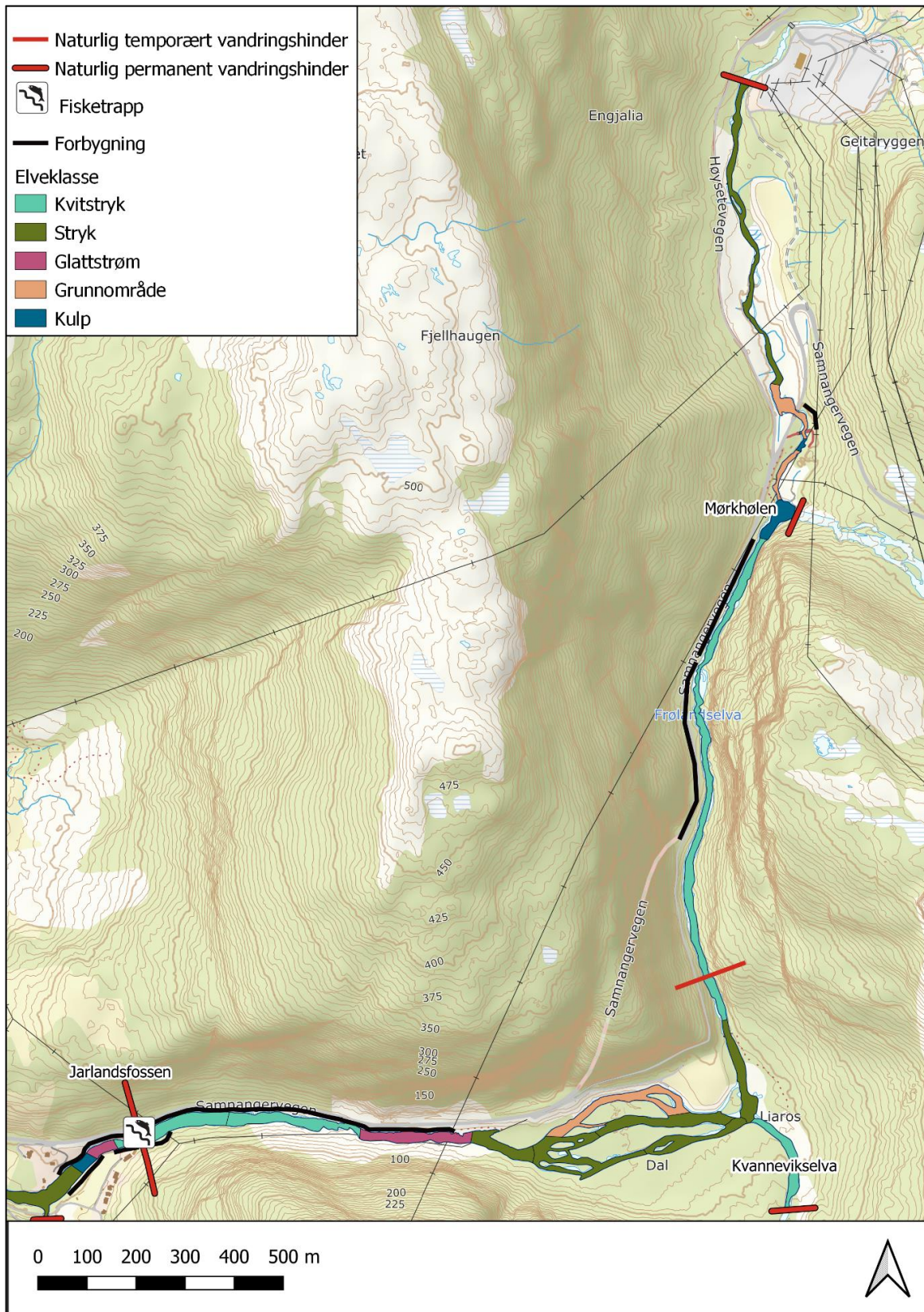
Dersom fisketrappen i Jarlandsfossen blir restaurert kan fisken potensielt vandre helt opp til vandringshinderet ved Geitaryggen (**Figur 37** og **Figur 36**). Hvor stor andel av fisk som faktisk kan/vil vandre til disse øvre partiene er usikkert, spesielt siden det temporære naturlige vandringshinderet i juvet like ovenfor Liarosnova er svært vanskelig å forsere (se **Figur 36**). Kvannevikselva (250 meter) som renner inn fra sør ble også kartlagt opp til foss som er naturlig permanent vandringshinder.



Figur 36. Glattstrøm med gyteområde i lite sideløp (oppe t.v.) og standplass i lite sideløp ved Dal (oppe t.h.). Temporært naturlig vandringshinder i juvet ovenfor Dal (nede t.v.) og permanent naturlig vandringshinder ved Geitaryggen.

4.5.3 Fysiske inngrep

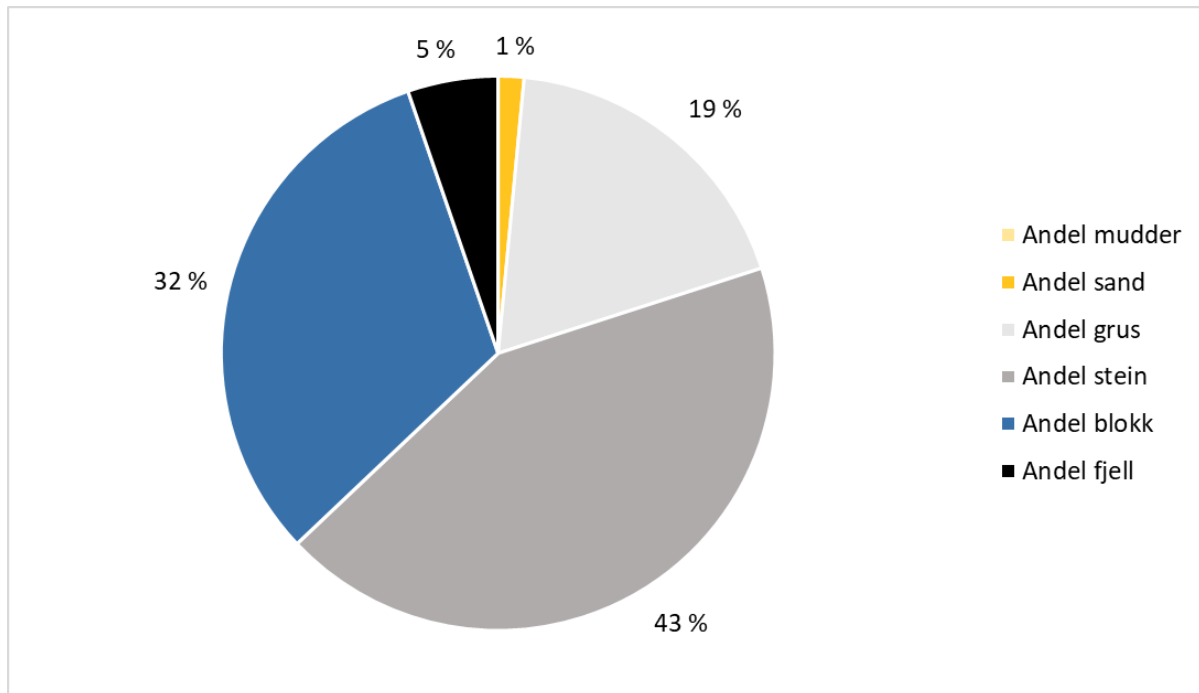
Det er få fysiske inngrep i segmentet, foruten erosjonssikringer/forbygninger mellom elva og fylkesvei 7/49 (**Figur 37**). Totalt er 19 % av elvebredden forbygd. I Kvannevikselva ble det ikke registrert noen inngrep.



Figur 37. Elveklasser og fysiske inngrep oppstrøms anadrom del av Frølandselva (segment 4).

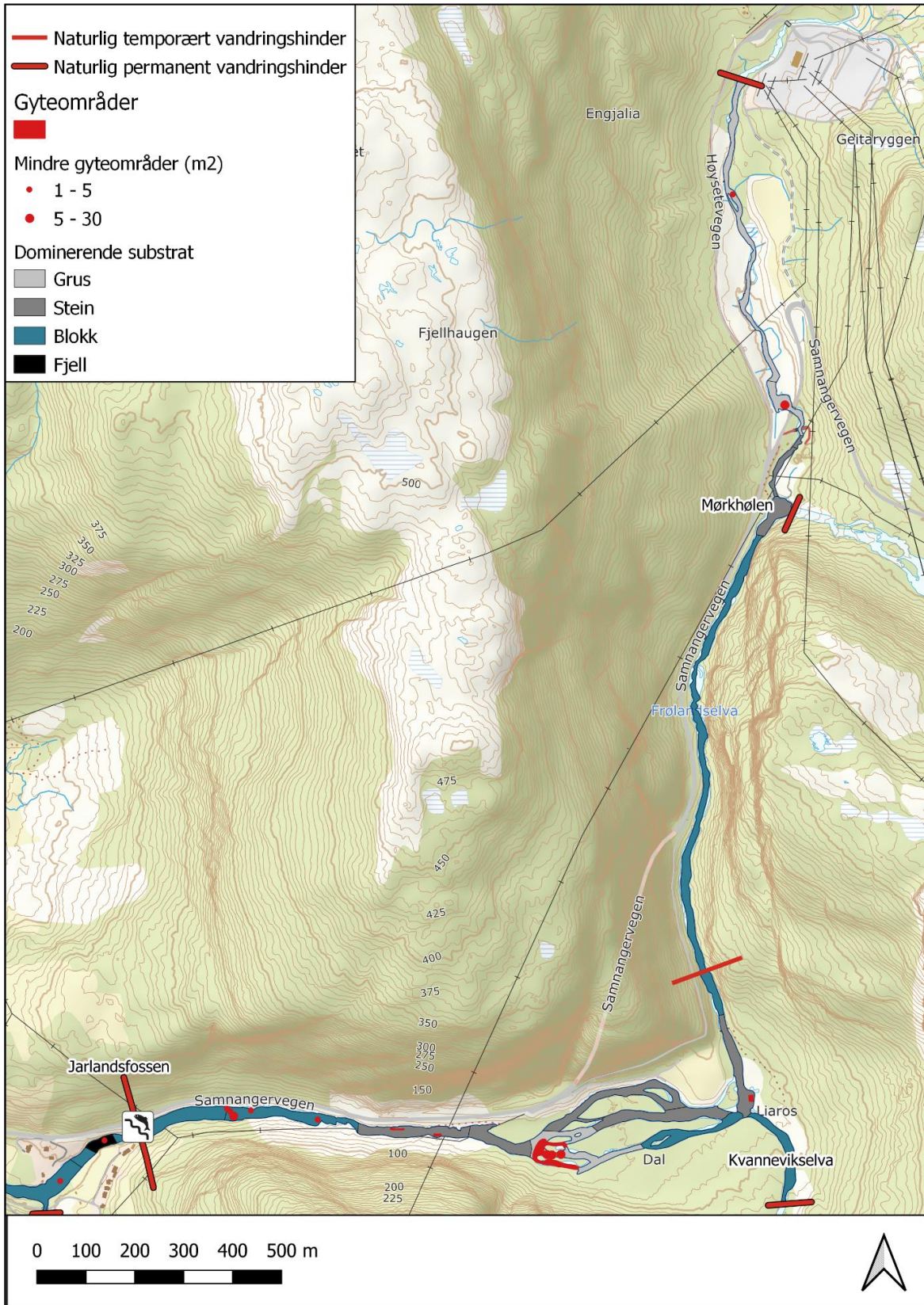
4.5.4 Substrat og gyteområder

Bunnssubstratet i Frølandselva ovenfor naturlig vandringshinder er dominert av stein (43 %), blokk (32 %) og grus (19 %), med innslag av fjell (5 %) og sand (1 %) (**Figur 38**).



Figur 38. Substratfordeling i Frølandselva oppstrøms anadromt vandringshinder (segment 4).

I elvestrekningene med bratt fallgradient og juv er substratet utelukkende dominert av stein og blokk. I det brede partiet ved Dal, samt fra Mørkhølen og opp til naturlig permanent vandringshinder, var det en høyere andel grus. Gyteområdene er spredt utover segmentet, men de klart største ligger ved Dal (**Figur 39** og **Figur 40**), hvor det totalt er 1586 m² med gyteområder. Totalt ble det registrert 1822 m² gyteområder, noe som utgjør ca. 2.5 % av totalt elveareal i segmentet.



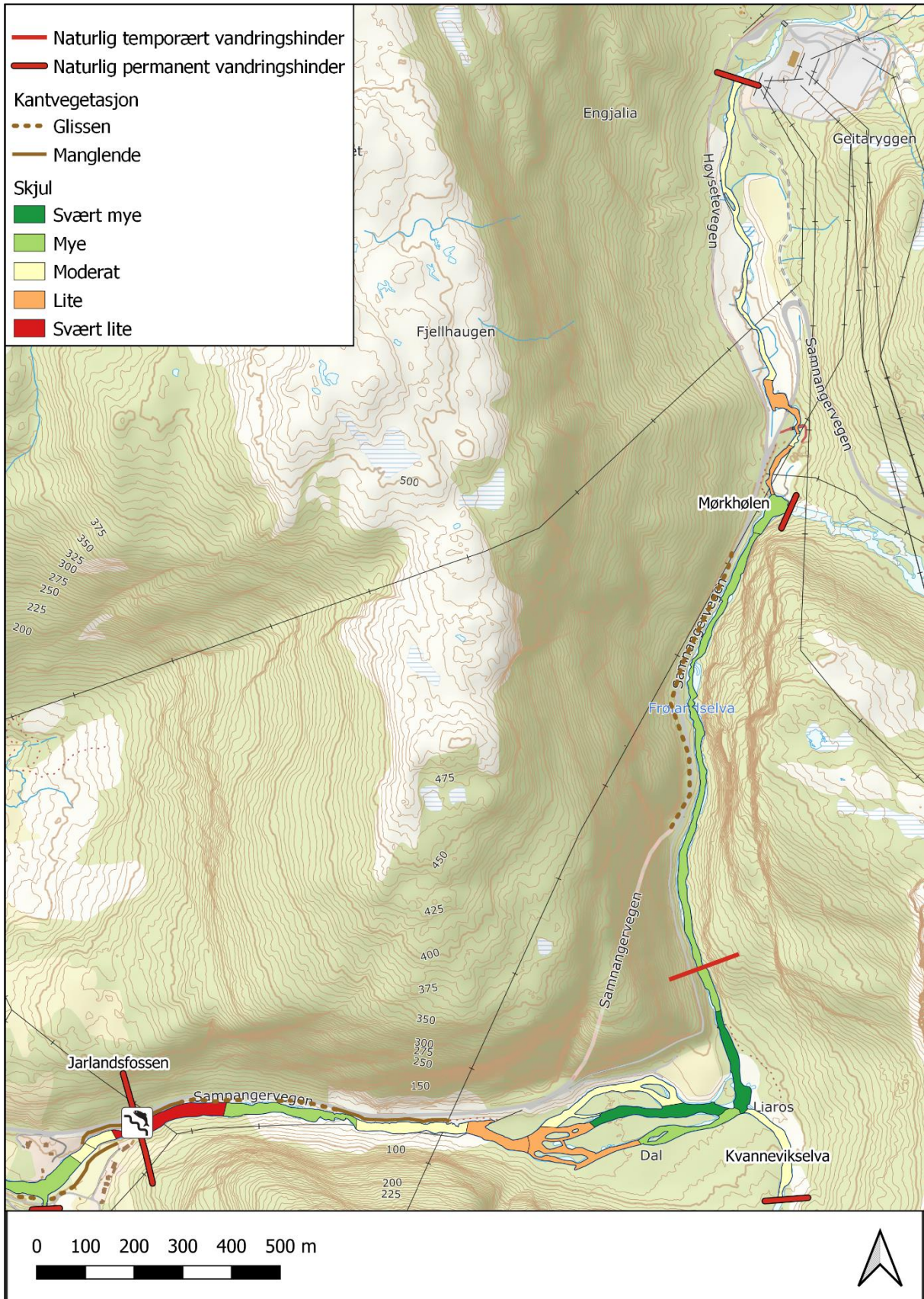
Figur 39. Dominerende substrat og gyteområder oppstrøms anadrom strekning av Frølandselva (segment 4).



Figur 40. Gyteområde i et av de store sideløpene i det brede partiet i segment 4 (t.v.) og substrat med grus og sand ovenfor Mørkhølen (t.h.).

4.5.5 Skjul og kantvegetasjon

Gjennomsnittlig vektet skjul i øvre del av Frølandselva (segment 4) er 9.1 (moderat), men som **Figur 41** viser varierer det ganske mye mellom svært dårlig og svært mye skjul. Generelt er det mye skjul i juv-partiene, og mindre skjul i øvre del samt det brede området ved Dal (**Figur 41**).



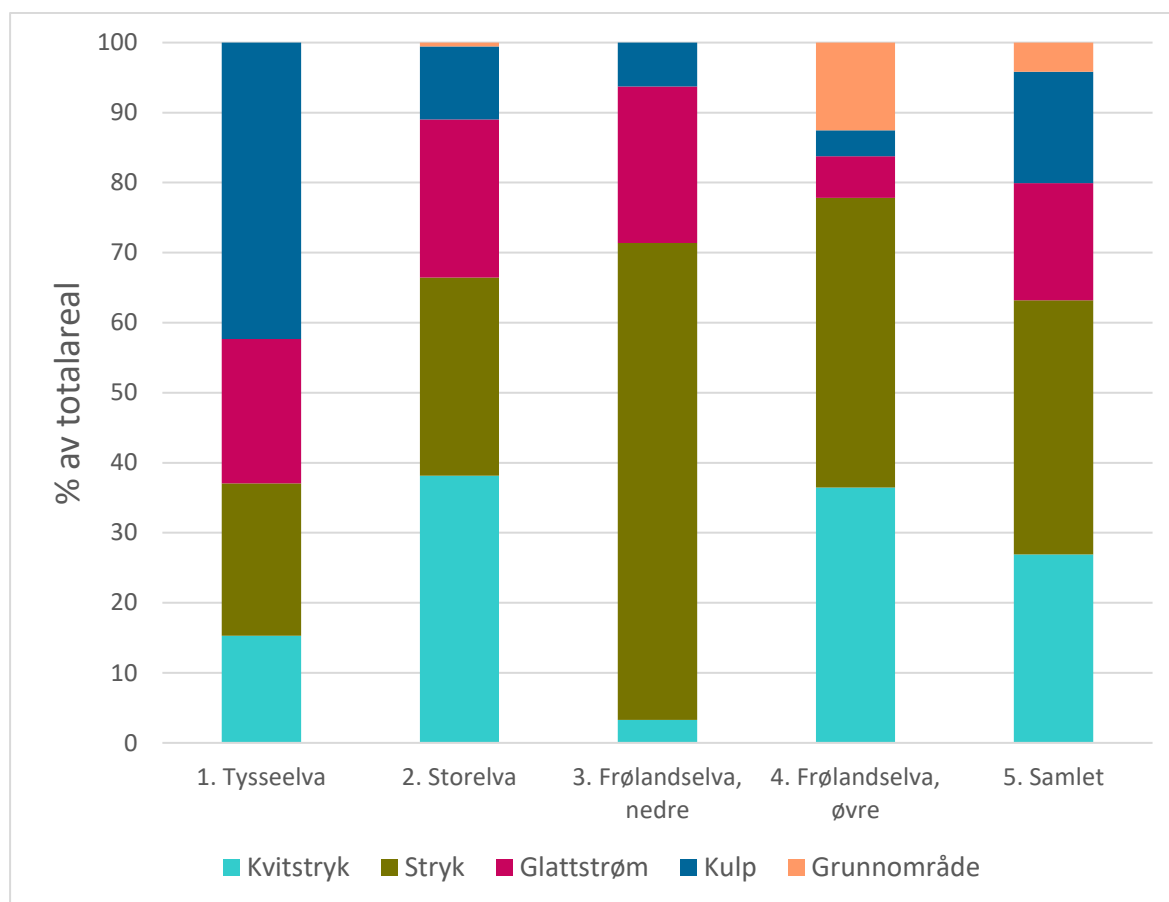
Figur 41. Skjulkategori og kantvegetasjon i anadrom strekning av Frølandselva (segment 4).

5. Oppsummering og vurdering

5.1 Habitatforhold

5.1.1 Elveklasser

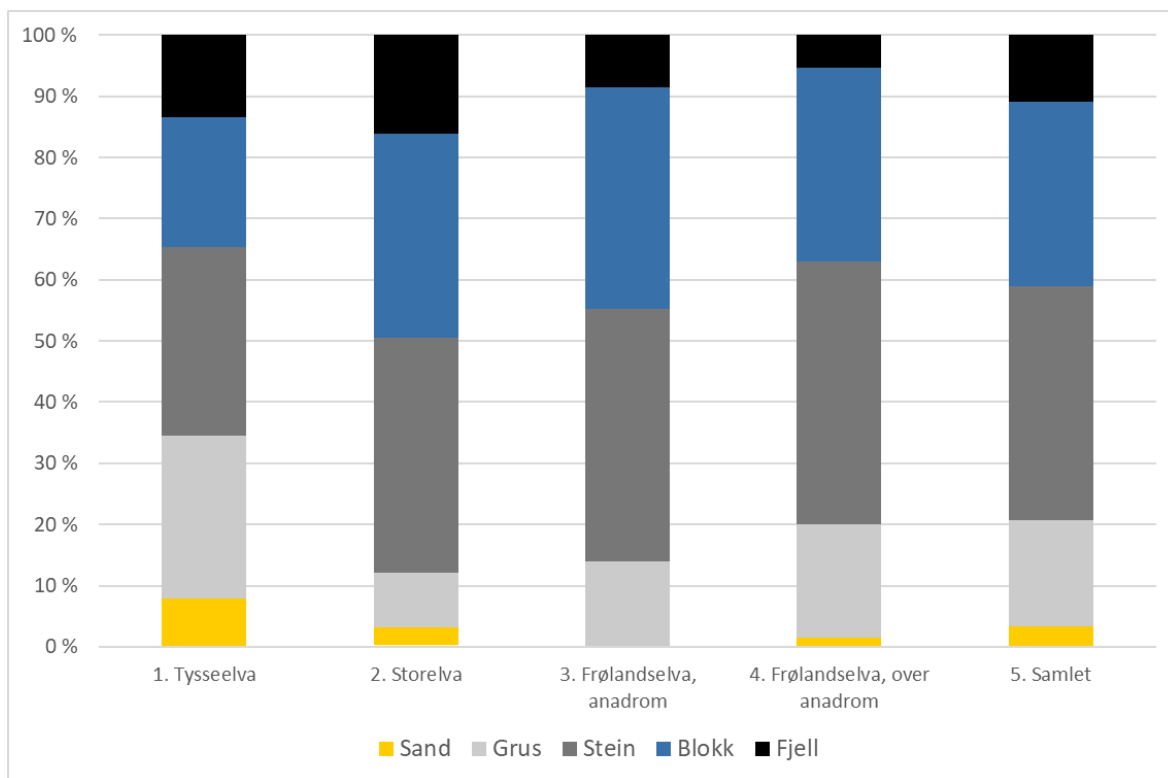
Figur 42 viser at elveklassefordelingen i de ulike segmentene varierer litt fra hverandre. Storelva og Frølandselva har lignende fordeling av elveklasser, mens Tysseelva i større grad er dominert av kulp. Dette gjenspeiles også i høydeprofilene for de ulike segmentene. På grunn av den høye fallgradienten i store deler av Storelva og Frølandselva, samt i nedre del av Tysseelva, er Samnangervassdraget sett under ett dominert av turbulente elveklasser som stryk (36 %) og kvitstryk (27 %). I tillegg er det glattstrøm (17 %), kulp (16 %) og grunnområder (4%) som utgjør elvearealet. Det gjøres oppmerksom på at fordelingen av elveklasser varierer med vannføringen.



Figur 42. Prosentvis fordeling av elveklasser i Tysseelva, Storelva, anadrom og over anadrom del av Frølandselva, samt samlet for hele kartlagt del av vassdraget.

5.1.2 Substrat

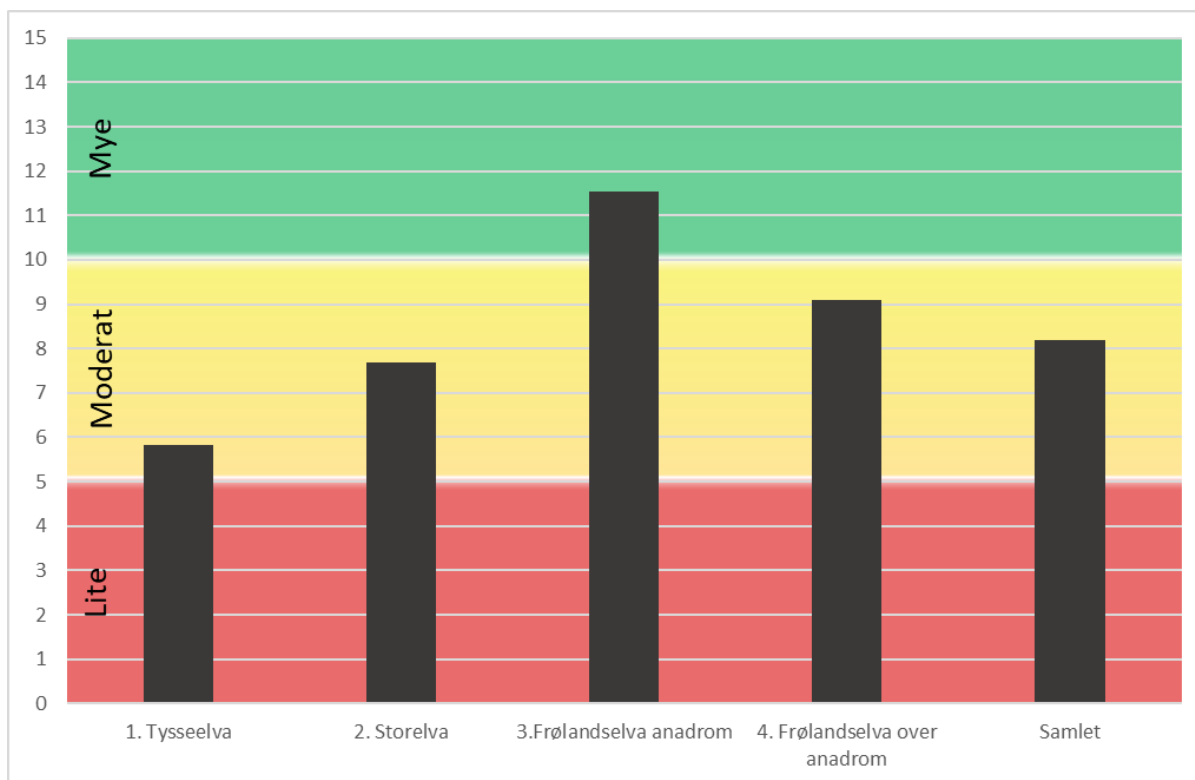
Substratsammensetningen i vassdraget er preget av den høye fallgradienten, som gjør at finkornede masser som grus og sand lett spyles ut, mens grovere masser som stein og blokk blir liggende. Totalt for hele vassdraget er substratfordelingen 39 % stein, 30 % blokk, 17 % grus, 11 % fjell og 3 % (**Figur 43**).



Figur 43. Substratfordeling i Tysseelva, Storelva, anadrom og over anadrom strekning av Frølandselva, samt samlet for hele kartlagt del av Samnangervassdraget.

5.1.3 Skjul

Det er ganske gode skjulmuligheter for ungfisk i vassdraget. Skjulverdiene varierer litt mellom elvene, hvor det i Storelva (skjulverdi = 7.7) og Frølandselva (skjulverdi = 11.6 og 9.1, henholdsvis nedenfor og ovenfor anadromt vandringshinder) er fra moderat til mye skjul, mens det i Tysseelva (skjulverdi = 5.8) er moderat til lite skjul. Samlet for hele kartlagt del av Samnangervassdraget ligger skjulkategorien på moderat, med skjulverdi på 8.2 (**Figur 44**).

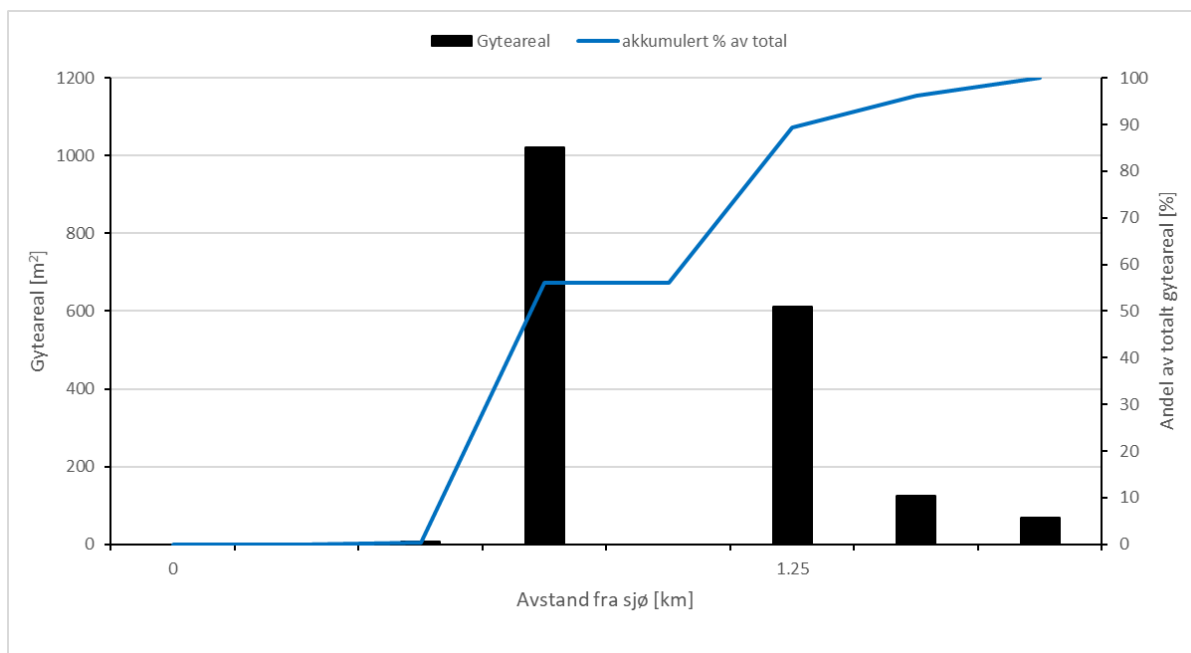


Figur 44. Vektet skjul i de fire forskjellige segmentene, samt for Samnangervassdraget samlet.

5.1.4 Gyteområder

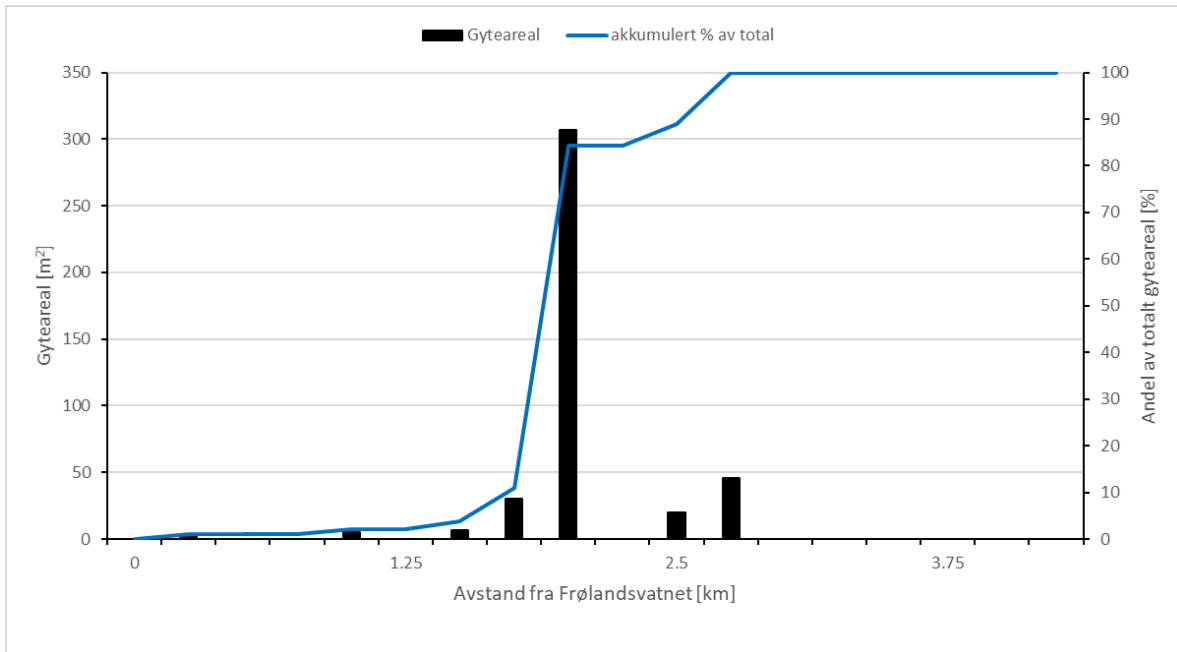
Totalt ble det registrert 4685 m² med potensielle gytearealer i Samnangervassdraget, noe som utgjør ca. 2 % av elvearealet. På områdene som i dag er tilgjengelig for anadrom fisk, ble det registrert 2863 m², noe som utgjør ca. 1.8 % av elvearealet.

Fordelingen av gyteplassene i vassdraget er ganske ujevn og det er relativt store forskjeller mellom de ulike segmentene. I Tysseelva er gyteområdene ganske jevnt fordelt i hele elva bortsett fra de nederste 500 meterne (**Figur 45**). Nedre del av segmentet har svært bratt gradient og mangel på gyteområder i denne delen forklares av dette. Samlet utgjør gyteområdene i Tysseelva ca. 3 % av elvearealet. Dette klassifiseres som «moderat mengde gyteareal» (jf. Forseth & Harby 2013).

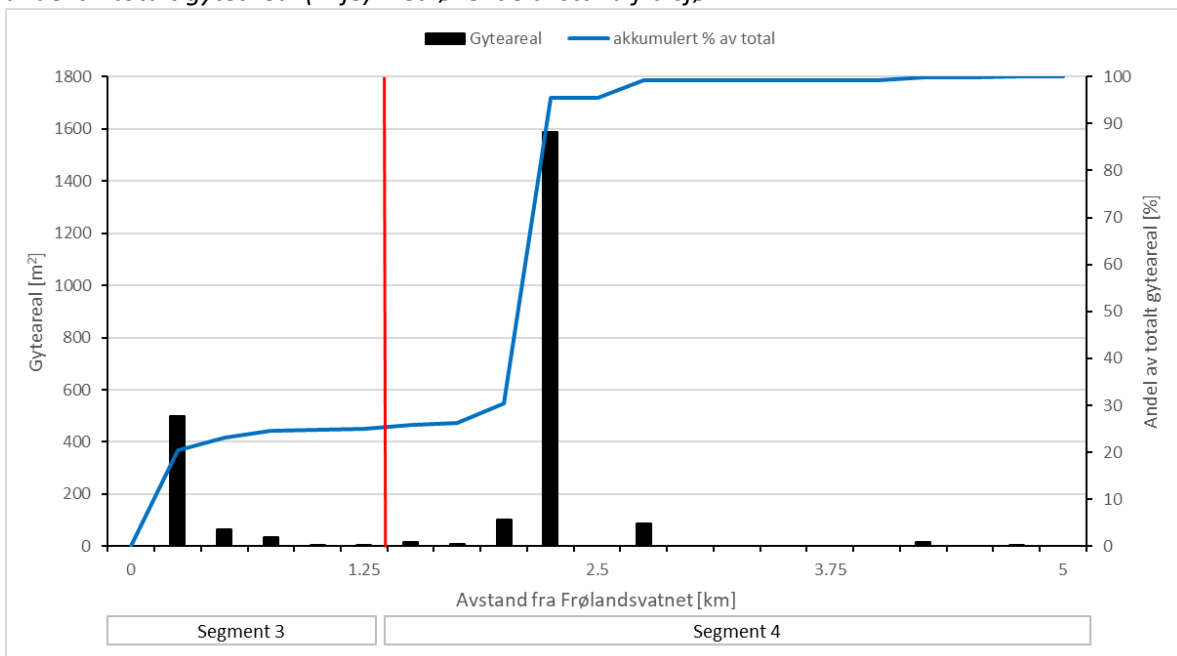


Figur 45. Fordeling av gyteplasser i Tysseelva vist som registrert gyteareal (søyler) og akkumulert andel av totalt gyteareal (linje) med økende avstand fra sjø.

I Storelva og Frølandselva derimot, er gyteområdene ujevnt fordelt. Storelva har over 70 % av gyteområdene i elva fordelt på ett lite område på 307 m² på Langeland (**Figur 46**). Samlet utgjør gyteområdene ca. 0.7 % av elvearealet i Storelva. Dette klassifiseres som «lite gyteareal». Gyteområdene over anadrom strekning i Frølandselva (segment 4) ligner på Storelva, hvor gytearealene stor sett er fordelt på ett lite område ved Dal. Dette gyteområdet utgjør nesten 90 % av alt gyteareal i segmentet og er på 1586 m² (**Figur 47**). På anadromstrekning av Frølandselva (segment 3), er gyteområdene ganske små foruten ett område på 499 m² som ligger svært nærme Frølandsvatnet (**Figur 47**). Både segment 3 (1.9 %), segment 4 (2.5 %) og Frølandselva samlet (2.3 %) oppnår «moderat mengde gyteareal» (jf. Forseth & Harby 2013).



Figur 46. Fordeling av gyteplasser i Storelva vist som registrert gyteareal (søyler) og akkumulert andel av totalt gyteareal (linje) med økende avstand fra sjø.



Figur 47. Fordeling av gyteplasser i Frølandselva vist som registrert gyteareal (søyler) og akkumulert andel av totalt gyteareal (linje) med økende avstand fra Frølandsvatnet. Den røde linjen viser dagens vandringshinder Jarlandsfossen, og viser skillet mellom segment 3 og 4.

Gyteområdene som ble registrert under kartlegging 2021 overlapper i stor grad med gyteområder registrert i 2010, selv om størrelsene og presisjon i plassering varier vesentlig mellom kartleggingene, og kartleggingen fra 2010 må sees på som en «grovkartlegging» (Hellen & Johnsen 2010).

5.2 Flaskehalsanalyse

Mengden gytehabitat klassifiseres som «moderat» i Tysseelva og Frølandselva (både segment 3 og 4). I Storelva er mengden gytehabitat klassifisert som «lite». Skjulverdiene tilsvarer «moderat skjul» i alle segment foruten øvre del av Frølandselva, hvor det er «mye skjul». Samlet for hele Samnangervassdraget blir både skjulverdi og mengden gytehabitat klassifisert som «moderat» (**Tabell 5**). At både skjul og gytehabitatet klassifiseres som moderat, gjør at begge deler kan være bestandsregulerende habitatfaktorer for laks og ørret. Men fordi andelen gyteområder ligger i nedre del av skalaen, og grenser mot kategorien «lite» (<1 % gytearealer), mens mengden skjul ligger i øvre del av skalaen, og grenser mot kategorien «mye» (>10 skjulverdi), er det sannsynligvis mengden gyteområder som sterkest virker inn som bestandsregulerende habitatfaktor. I Tysseelva er det relativt store gyteområder og de viktigste er plassert i øvre del av vassdraget, slik at yngelen kan spre seg nedover. Dermed er det skjul som i realiteten vil være flaskehals i dette segmentet, selv om begge har kategori «moderat». På anadrom strekning i Frølandselva er det motsatt, hvor de få gyteområdene som finnes ligger ganske langt ned på strekningen, mens det er «mye» skjul. Dette gjør at gytehabitat er flaskehals i dette segmentet. I Storelva er det også gytehabitat som er habitatbegrensende faktor, og her ligger det heller ingen gyteområder ovenfor Langeland (ca. halvveis på anadrom strekning), noe som vil være begrensende for produksjonen. Hva og i hvilken grad skjul eller gyteområder er begrensende habitatfaktor vil altså variere fra segment til segment som **Tabell 5** viser, og foreslåtte habitatrestaureringstiltak vil rette seg etter antatt flaskehals i de ulike segmentene.

Resultatene fra flaskehalsanalysen basert på mengde gytehabitat og skjul, tilsier at forventet produktivitet i Tysseelva og øvre del av Frølandselva er «moderat», hvilket tilsvarer en teoretisk smoltproduksjon på 5-9 smolt per 100 m² (jf. Forseth & Harby 2013). I Storelva er forventet produktivitet «lav», hvilket tilsvarer en teoretisk smoltproduksjon på 2-4 smolt per 100 m². I nedre del av Frølandselva er forventet produktivitet «høy», med en teoretisk smoltproduksjon på 7-13 smolt per 100 m². Samlet vurdering for hele vassdraget er «moderat» produktivitet.

Tabell 5. Klassifisering av gytehabitat, skjul og habitatflaskehals i hvert segment og samlet for hele Samnangervassdraget.

Segment	Lengde	Areal	Gyteplasser	Gytehabitat		Skjul	Flaskehals	
	[km]	[m ²]	[m ²]	[%]	Avstand	Kategori		
1. Tysseelva	1.7	59006	1833	3.1	Moderat	Moderat	5.8	Begge
2. Storelva	4.1	65238	419	0.6	Moderat/Stor	Lite	7.7	Gytehabitat
3. Frølandselva anadrom	1.3	31569	611	1.9	Moderat	Moderat	11.6	Gytehabitat
4. Frølandselva over anadrom	3.6	73381	1822	2.5	Moderat/Stor	Moderat	9.1	Begge
Samlet	10.7	22919 4	4685	2.0	Moderat	Moderat	8.2	Begge

5.3 Inngrep

5.3.1 Erosjonssikring

Forbygninger eller erosjonssikringer ble registrert i alle tre elvene, men var klart størst i omfang i Tysseelva (**Tabell 6**). Forbygningene i vassdraget varierte fra løs rullestein til støpte murer. En rullesteinsforbygning vil kunne gi mer skjul for ungfisk, men samtidig også være problematisk dersom den snevrer inn elvebredden og låser elveløpet. Støpte murer eller lignende vil på den annen side nesten utelukkende være negativt, da de ikke øker skjulmulighetene for ungfisk, og samtidig ofte snevrer inn elvebredden. Det ble ikke funnet tegn til at sideløp eller flomløp er blitt avstengt i undersøkt del av vassdraget.

Andelen forbygninger i vassdraget er relativt lav. Det var svært få strekninger i Frølandselva som var påvirket av forbygninger. I Storelva er det kun ved Langeland at forbygninger delvis har utrettet elva (se **Figur 21** kap. 4.3). Utrettingene medfører redusert elveareal og mer homogene substrat- og strømforhold. Forbygningene er imidlertid laget av rullestein og gir på denne måten noe skjul for ungfisk. Ved kulpen på Langeland har erosjonssikringen rast ut (se **Figur 20**). Med tanke på fiskehabitat er det ikke negativt at denne har rast ut. Dersom man likevel skal reparere muren burde dette gjøres på en måte som øker skjulmulighetene for ungfisk (se kapittel 2.4.1) og som bedrer elvemiljøet.

I Tysseelva var det en høyere andel forbygninger (**Tabell 6**). Her er forbygningene i hovedsak vertikale murer som resulterer i delvis kanalisering, og som **Figur 48** viser kan dette både redusere tilgjengelig elveareal (i dette tilfelle relativt lite) og endre hydromorfologien i elva (i dette tilfelle mye).

Tabell 6. Lengde og andel forbygning i de ulike segmentene, samt samlet for hele Samnangervassdraget.

Segment	Lengde	Kantlengde	Erosjonssikring	
	[km]	[km]	[km]	[%]
1. Tysseelva	1.7	3.4	1.6	47
2. Storelva	4.1	8.2	1.0	12
3. Frølandselva anadrom	1.3	2.6	0.7	25
4. Frølandselva over anadrom	3.6	7.2	1.4	19
Samlet	10.7	21.4	4.7	22



Figur 48. Elvestrekning i Tysseelva hvor veibygging har ført til homogenisert habitat og forbygningene er vertikale murer med lite skjul. T.v. 1965, t.h. 2020.

5.3.2 Kantvegetasjon

Kantvegetasjonen langs elvebredden i vassdraget er for det meste bevart, bortsett fra langs Tysseelva hvor ca. 43 % er fjernet. Som forklart i **kapittel 2.4.3** er kantvegetasjon, trær og greiner i elva med på å skape skjul for både ung og voksen fisk. Siden Tysseelva har lavest skjulverdi (se over kap. 5.2), er det relativt sett større gevinst av å bedre kantvegetasjon her der det er mulig. De andre segmentene har mye av sin kantvegetasjon intakt, og samlet sett gjør dette at kun 19 % av kantvegetasjonen er fjernet i Samnangervassdraget (**Tabell 7**).

Tabell 7. Lengde og andel intakt kantvegetasjon for de de ulike segmentene, samt samlet for hele Samnangervassdraget.

Segment	Lengde	Kantlengde	Manglende kantvegetasjon	
	[km]		[km]	[%]
1. Tysseelva	1.7	3.4	1.5	43
2. Storelva	4.1	8.2	1.3	16
3. Frølandselva anadrom	1.3	2.6	0.4	15
4. Frølandselva over anadrom	3.6	7.2	0.8	10
Samlet	10.7	21.4	4	19

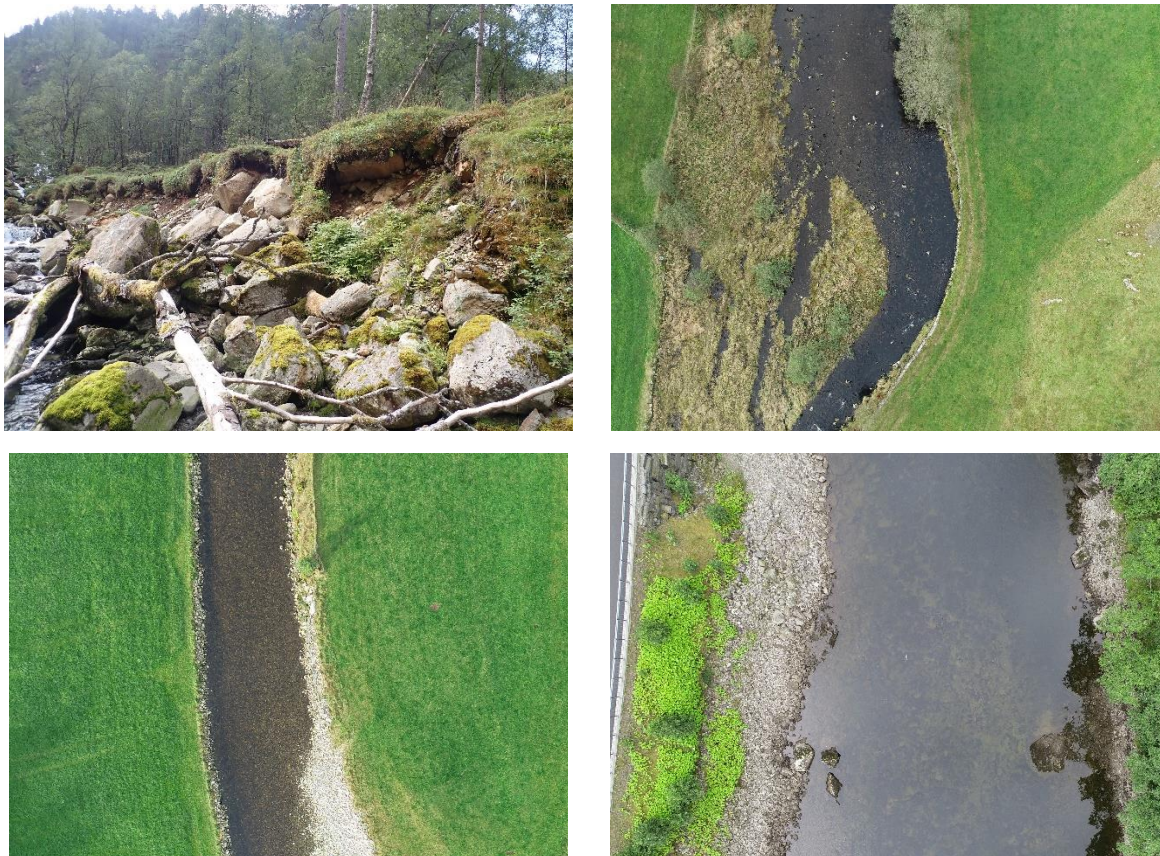
5.3.3 Vannkraft og endret substratsammensetning

Frølandselva, som er et vernet vassdrag, framstår urørt og med bevart substratsammensetning. Det virker å være naturlig tilførsel av grus og grovere substrat som følge av erosjon av elvebredden og fra

ras, spesielt i det forgreinet partiet ved Dal (**Figur 49**).

Storelva er sterkt regulert og er en elv med redusert vanntilførsel, og som resultat av dette er det forventet at substratsammensetningen har endret seg. Magasineringen (demningen i Fiskevatnet) i nedbørfeltet fører trolig til at elva har lavere flomtopper, noe som reduserer elvens evne til å transportere sedimenter og kan føre til mer begroing av alger/planter på substratet (**Figur 49**). I tillegg er gyteområdene her svært homogene med tanke på kornstørrelse i substratet og strømmønster (**Figur 49**). Det er mulig at det har blitt fjernet masser til erosjonssikringer langs elvebredden på Langeland, noe som vil virke negativt inn på strømdynamikk og gytearealer. Som avbøtende tiltak er celletersklene i nedre del av Storelva etablert for å øke vanddekt areal og variasjon i strømmønster. Basert på ungfisktettheter vurderes dette tiltaket som bra (Kambestad mfl. 2015).

På samme måte som Storelva, får trolig Tysseelva reduserte flommer som følge av magasineringen lengre oppe i nedbørfeltet. Dette er sannsynligvis årsaken til områder med relativt høy andel av finsedimenter og begroing i elva, hvor spesielt øvre del av elva er preget av mye sand og kraftig begroing (**Figur 49**). I tillegg er det flere områder med sprengstein fra veiutbyggingen i elva.

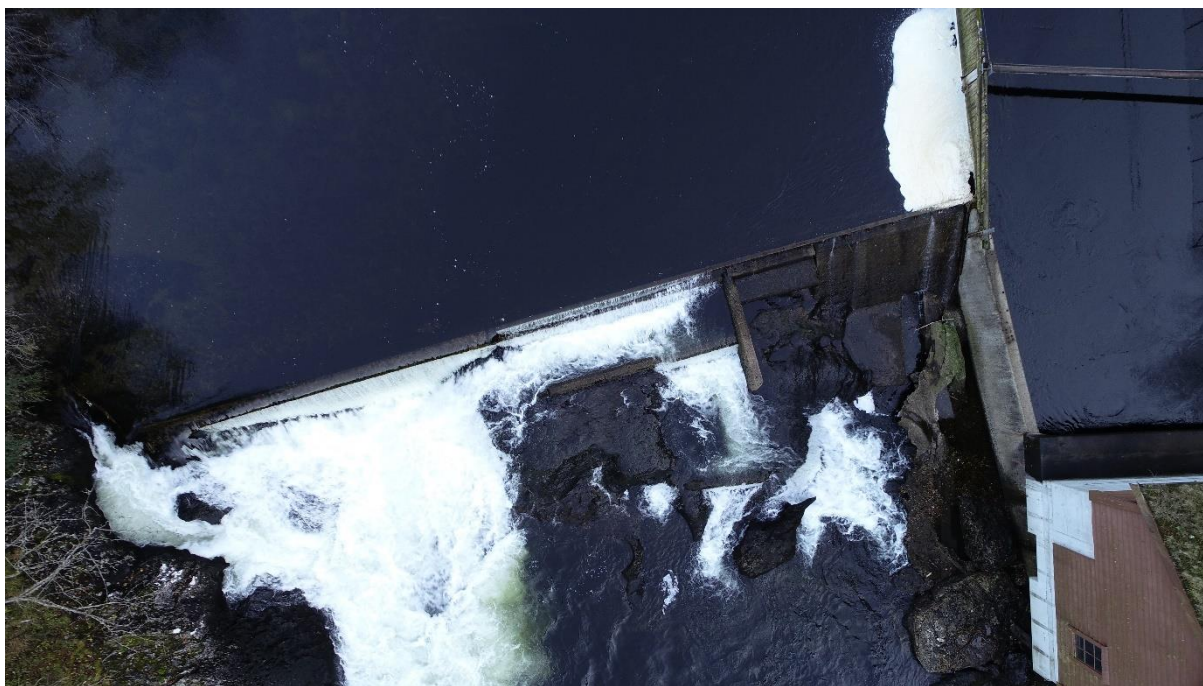


Figur 49. Erosjon av elvebredden i Frølandselva som fører til tilførsel av masser til elven (oppe t.v.), parti i øvre del av Langeland hvor elvebunnen er gjengrodd (oppe t.h.), homogent gyteområde på nedre del av Langeland (nede t.v.) og parti i Tysseelva med mye begroing og sand mellom grovere substrat (nede t.h.).

5.3.4 Terskler og fisketrapper

Selv om både forbygninger og endret substratsammensetning kan virke negativt inn på fiskebestandene, er den klart største utfordringen for anadrom fisk i vassdraget de ulike oppvandringsutfordringene. Laks og sjøørret er sannsynligvis avhengig av akkurat riktig vannføring for å forsere enkelte av disse vandringshindrene, noe som trolig er en del av årsaken til at mengden gytefisk i vassdraget varierer svært mye mellom år (Kambestad mfl. 2020).

I forbindelse med kraftverket i Tysseelva, er det etablert en inntaksdam som stuer opp vannet til kraftverksinntaket (**Figur 50**). Dammen går fra den ene siden til den andre, foruten en åpning helt inntil land på nordsiden (**Figur 50**). For å hjelpe fisk forbi inntaksdammen har det blitt etablert en fisketrapp i form av et par kulper/trinn ca. midt på dammen. Denne trappen virker høyst trolig ikke. Fisk kan på visse vannføringer komme forbi ved spalten langs land, men hvor stor andel vites ikke. Det er også uvisst om nedvandrende smolt og vinterstøinger finner veien over inntaksdammen, eller om de havner i kraftverksinntaket. Det er montert en skillevegg for å unngå at fisk går inn i inntaket (**Figur 51**), men fisk som går dypt i vannsøylen vil lett havne under skilleveggen (åpninger på 1-2 meter), og det er i tillegg flere gliper nær overflaten. Nedvandrende ål vandrer også langs elvebunnen, og kan potensielt vandre inn i kraftverksinntaket. Dødelighet som følge av innvandring i kraftverk kan potensielt ha store negative bestandseffekter, men det er per i dag uvisst om og eventuelt hvor mye fisk som går inn i kraftverket i Tysseelva.



Figur 50. Dronefoto av inntaksdammen i Tysseelva fra 2020 som viser åpningen helt inntil land på venstre side.



Figur 51. Skillevegg for å hindre fisk i å gå inn i inntaket til kraftverket i Tysseelva.

I Storelva er det tre terskler som kan påvirke oppvandrende fisk. Mellom Frølandsvatnet og gyteområdene på Langeland er det relativt bratt med mange strykpartier. Betongtersklene (**Figur 20**) på denne strekningen er ment som oppvandringsskulper for å hjelpe oppvandrende fisk, men om det virker for eller mot sin hensikt er uvisst. Lenger oppe ligger den største terskelen i elva, ved enden av Langeland (**Figur 52**). Vannet renner her rett ut på blokk og fjell, og passering av terskelen er svært vanskelig for fisk. Under gytefisketelling blir det svært sjeldent observert gytefisk ovenfor denne terskelen (Skoglund mfl. 2021). I tillegg fungerer terskelen som sedimentfelle for finere substrat som grus og sand (**Figur 53**), og hindrer dermed gytegrus fra å fordele seg videre nedover elva under perioder med høy vannføring.



Figur 52. Betongterskelen på Langeland, hvor vannet renner rett ned på blokk og fjell.



Figur 53. Stor ansamling av grus ovenfor terskelen på Langeland i Storelva.

I Frølandselva er fisketrappen i Jarlandsfossen ikke mulig å passere, og gytefisktellinger viser også at det ikke blir registrert fisk ovenfor den (Skoglund mfl. 2021). I samarbeid mellom NORCE LFI og Samnanger Jeger og Fiskarlag har det blitt utarbeidet en skisse for ny og utbedret fisketrapp, men utbedringene er per i dag ikke utført.

6. Tiltaksforslag

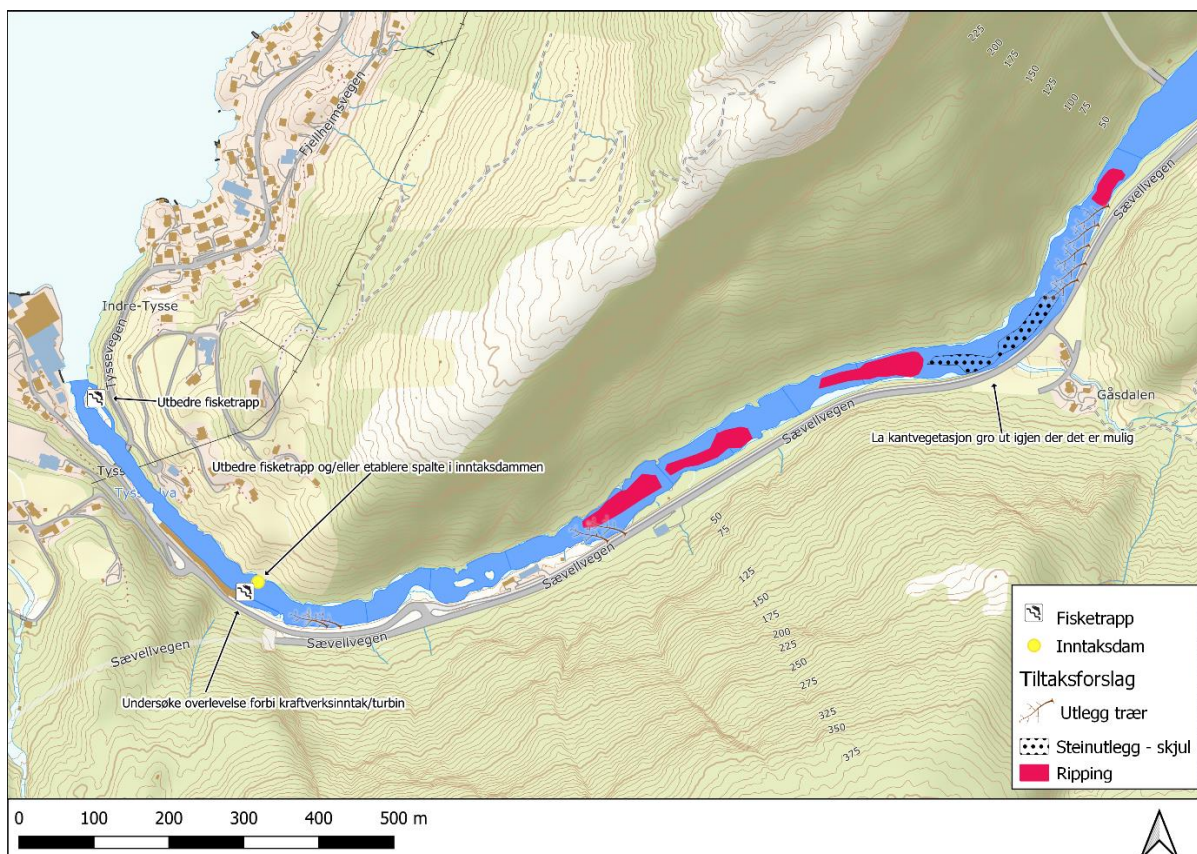
Det foreslås en rekke tiltak i vassdraget for å bedre habitatet og øke fiskeproduksjon. Tiltakene vil ha ulik prioritet, og en sammenfatning kan sees i **Tabell 8**. Nedenfor er tiltakene ytterligere beskrevet, fordelt på hver av de tre elvene. Noen av disse tiltakene er enkle og kan gjennomføres basert på denne rapporten. Andre tiltak krever detaljprosjektering eller ytterligere undersøkelser før gjennomføring. Hvilke tiltak som kan gjennomføres uten detaljplanlegging hvilke som trenger detaljplanlegging, presiseres nedenfor.

Tabell 8 Prioriteringsliste for tiltak i Samnangervassdraget med grove prisestimat.

Prioritering	Type tiltak	Sted	Prisestimat
1	Utbedre fisketrapp i Tyssefossen og forbi inntaksdammen til kraftverksinntaket	Tysseelva	Behov for forprosjekt
2	Undersøke og evt. forbedre nedvandring for smolt og voksen fisk forbi kraftverk i Tysseelva	Tysseelva	Behov for forprosjekt
3	Fjerne terskel/lage spalte på Langeland (pågående arbeid)	Storelva	25 000 – 90 000
4	Utbedre fisketrapp i Jarlandsfossen (forprosjekt allerede gjennomført av NORCE LFI)	Frølandselva	600 000
5	Ripping	Tysseelva	75 000
6	Utlegg av trær	Tysseelva	50 000
7	Steinutlegg for økte skjulmuligheter	Tysseelva	Behov for forprosjekt
8	Steinutlegg på gyteområde	Storelva	35 000
9	Flytte gytegrus fra oppsiden av terskel til utvalgte områder nedstrøms	Storelva	25 000
10	Lage lavvannsrenne i oppvandringsterskler	Storelva	75 000
11	Bevare kantvegetasjon og hindre kanthogst på Langeland	Storelva	Gratis
12	Bevare kantvegetasjon og hindre kanthogst hvor det er mulig	Tysseelva	Gratis

6.1 Tysseelva

Aktuelle tiltak i Tysseelva er vist i **Figur 54**. Områdene som er tegnet inn er aktuelle for tiltak, men som nevnt ovenfor trengs det for noen tiltak detaljplanlegging før gjennomføring av tiltak.



Figur 54. Grov skisse over tiltaksforslag i Tysseelva.

6.1.1 Utbedring av fisketrapper

Siden fisketrappene i Tyssefossen og ved inntaksdammen ikke fungerer ideelt, foreslås det prosjekt for evaluering og utbedring av disse fiskevandringssløsningene. Dette vil kreve detaljprosjektering før gjennomføring av tiltak.

6.1.2 Nedvandring for smolt og voksen fisk

Overlevelse forbi inntaksdammen og kraftverksturbinen i Tysseelva må undersøkes for å avgjøre effekten på bestandene av laks og sjøørret. Det pågår per dags dato (mai 2022) akustisk telemetriforsøk for å undersøke smoltvandringen forbi dette punktet (NORCE LFI). Dersom undersøkelsene viser at det er problematisk kan aktuelle tiltak være ny rist foran inntaket, spalte i inntaksdammen eller justeringer av skilleveggen. Eventuelle tiltak må planlegges etter undersøkelser av fiskevandring i området. Etablering av spalte kan likevel anbefales allerede nå, men utforming av spalte må designes i et mindre forprosjekt.

6.1.3 Stein som gir skjul

Det finnes en rekke ulike steinutleggstiltak som kan gjennomføres for å øke skjul i et vassdrag, som steingrupper, buner og skjulstein langs land. Utforming vil variere fra elv til elv basert på de ulike elveklassene. På kartet i **Figur 54** er det markert et egnet område for steinutlegg for å øke skjulmulighetene til ungfisk. Steinutlegg kan også føre til mer varierte strømmønstre og heterogent substrat. Området tegnet inn i **Figur 54** er et aktuelt område for et slikt tiltak, men nøyaktig størrelse og utforming av tiltak vil avhenge av hvor det er mulig å komme til med gravemaskin, og mengde tilførte masser må justeres deretter. Det bør lages en detaljert tiltaksplan i samråd med entreprenør,

og gjennomføring bør gjøres med fiskebiolog på stedet.

6.1.4 Ripping og harving

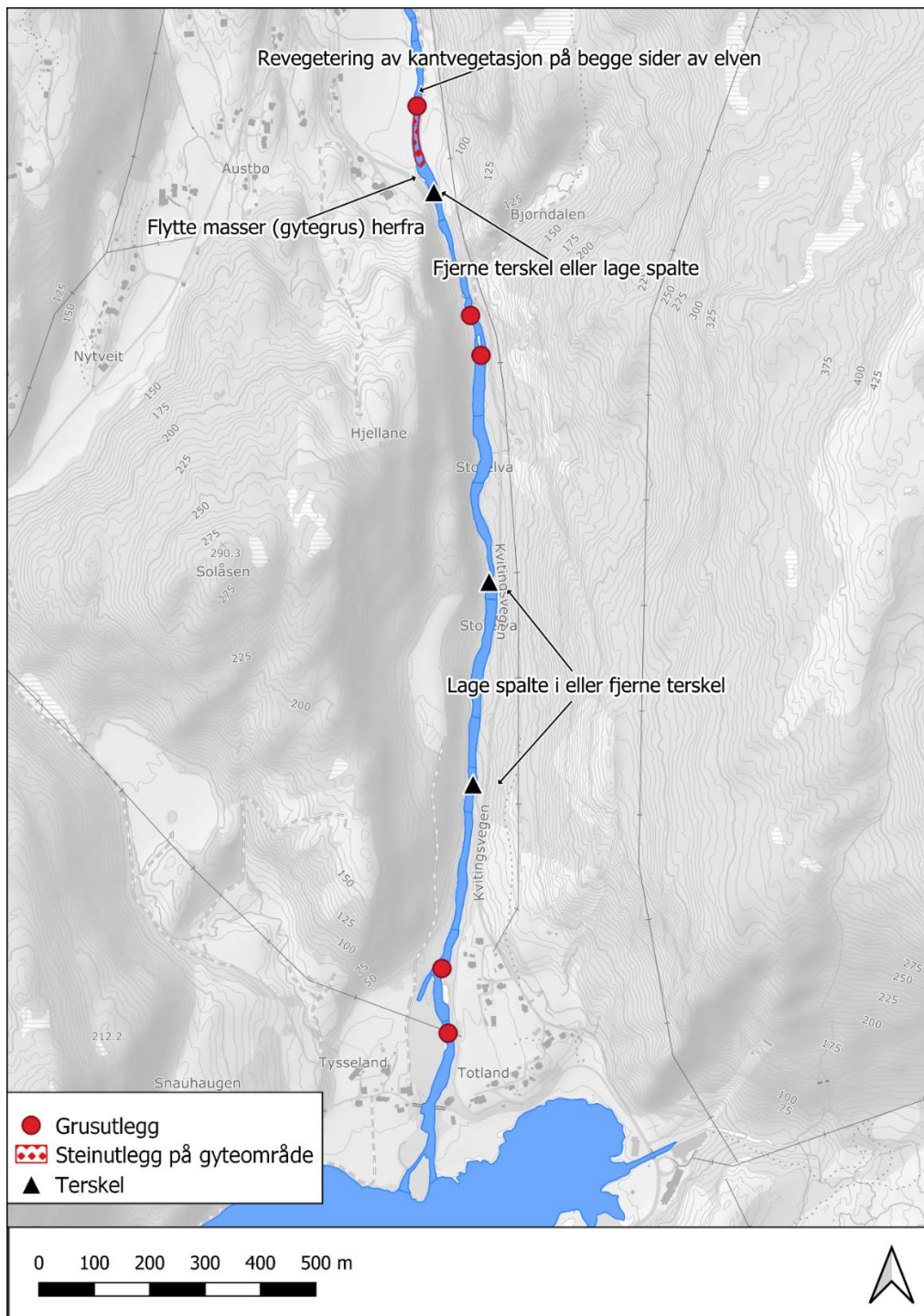
Markert i **Figur 54** er de aktuelle områdene for ripping i Tysseelva. Tilgang for maskin er dog usikkert, og hvor det vil være mulig å gjennomføre dette tiltaket må evalueres med maskinfører. Det burde lages en detaljert tiltaksplan i samråd med entreprenør og gjennomføring bør gjøres med fiskebiolog på stedet.

6.1.5 Utlegg av trær og revegetering av kantvegetasjon

Det foreslås å la kantvegetasjonen revegeteres på sørsiden av Tysseelva der det er mulig. Dette kan oppnås ved å ikke hogge ned vegetasjonen, over flere år. I tillegg foreslås det utlegg av trær flere steder i elva (**Figur 54**). Dette kan gjøres ved å feste trær med kjetting eller tau i bolter langs land, for å hindre at trærne følger nedover elva. Trær legges ut der det er grunt nok til at de ligger på elvebunnen uten å flyte opp.

6.2 Storelva

Aktuelle tiltak i Storelva er vist i **Figur 55**. Områdene som er tegnet inn er aktuelle for tiltak, men som nevnt ovenfor trengs det for noen tiltak detaljplanlegging før gjennomføring.



Figur 55. Område med aktuelle tiltak i Storelva, fra Langeland til Frølandsvatnet.

6.2.1 Fjerning og/eller utbedring av terskler

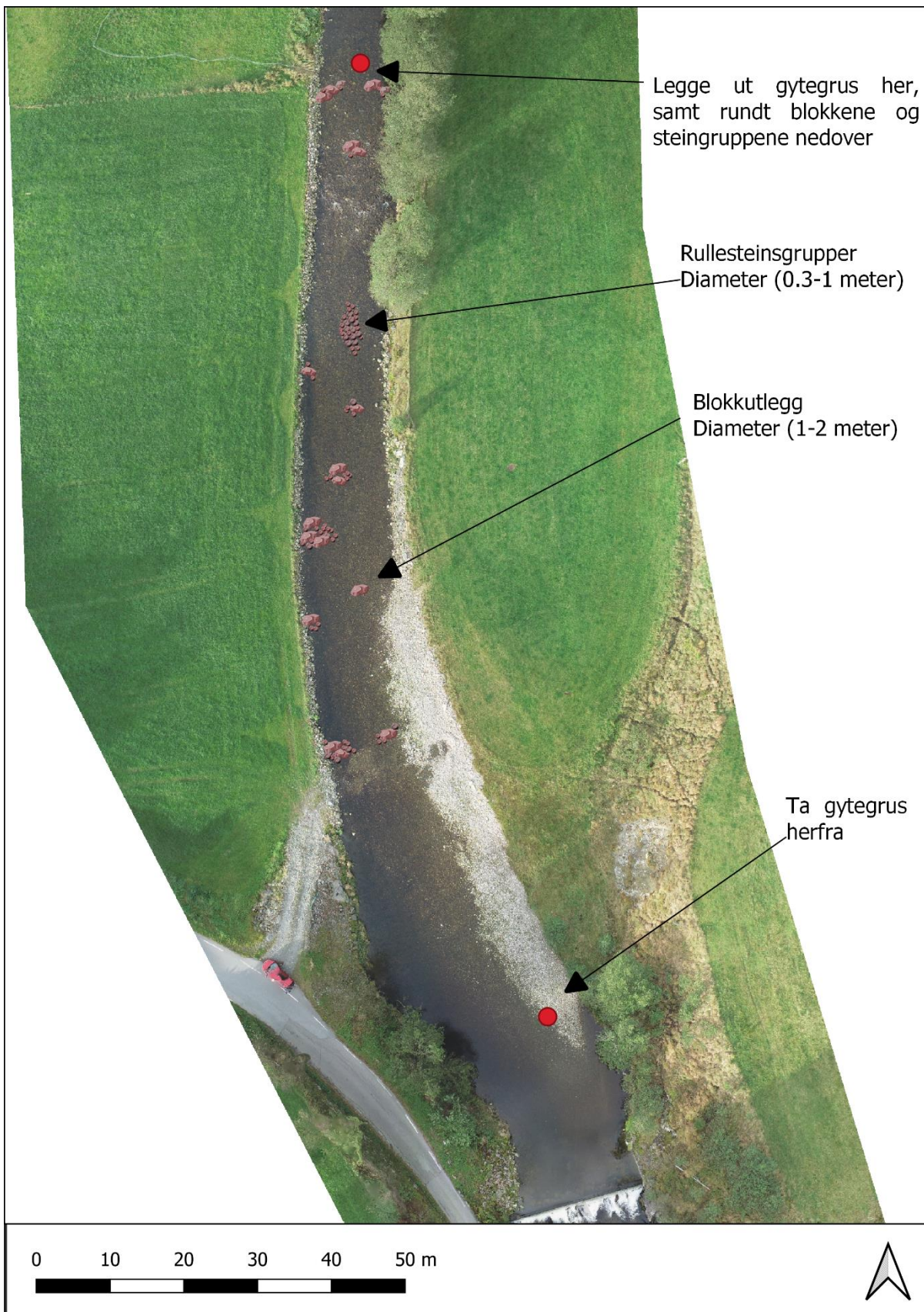
Terskelen på Langeland fungerer som sedimentbasseng og temporært vandringshinder for oppvandrende fisk. Det anbefales å fjerne terskelen. Dersom dette ikke er mulig, anbefales det etablering av spalte og utbedring av kulp nedenfor terskelen for å heve vannspeilet og lette oppvandring. Arbeidet med etablering av spalte har mellom kartlegging og ferdigstilling av rapport startet (mai 2022), i regi av Eviny Fornybar (Sissel Mykletun, pers.med). I tillegg anbefales det at tersklene i juvet mellom Frølandselva og Langeland fjernes eller at det lages lavvanssrenne. Et mindre forprosjekt kreves også for dette tiltaket.

6.2.2 Flytting av masser fra oppsiden til nedsiden av terskelen på Langeland

Det har samlet seg opp store mengder grus på oppsiden av terskelen på Langeland som hindres i å skylles videre ned i elva. Det ble observert lite gytegrus i elva, og begrenset tilførsel kan være deler av forklaringen på dette. Siden elva er regulert er det usikkert hvor mye av flyttet grus som vil bli skylt nedover, da mengden og størrelsen på flommer påvirker dette. Trolig vil den ligge stabilt i lengde tid enn i uregulert tilstand. Derfor foreslås det også å legge ut grus på egnede områder for gyting. Dette kan øke tilgjengelig gytehabitat og fiskeproduksjon i elva. Forslag til plassering av grusutlegg etter flytting kan sees i **Figur 55**, men nøyaktig plassering og mengde må bestemmes mer nøyaktig på stedet sammen med fiskebiolog. Dersom det ikke er nok masser ovenfor terskelen kan det bli kjøpt inn ekstra grus.

6.2.3 Utlegg av blokker på Langeland

Det kanaliserte gyteområdet på Langeland er suboptimalt, med svært homogent strømmønster og delvis grov grus. Ved å legge ut blokker (diameter = 1-2 meter, antall = 20) og noen steingrupper bestående av 15-20 stein (diameter = 0.3-1 m) på utvalgte steder (området markert i **Figur 55**) kan man skape større variasjon i strømmønster og hvor finere og grovere grus legger seg. Det anbefales at noe av den mer finkornete grusen som ligger ovenfor terskelen på Langeland flyttes opp til aktuelt område etter at blokkene er plassert ut. Samtidig kan man fjerne litt av massene som ligger der fra før av, slik at det ikke blir noen oppstuings effekt. Se **Figur 56** for prosjektskisse av tenkt plan for området. Et nedskalert alternativ kan være å kun legge ut blokker og steingrupper i midtre del av den utvalgte elvestrekningen. Tiltaket bør utføres med anvisninger fra fiskebiolog på stedet.



Figur 56. Prosjektskisse for tiltak på Langeland. Skissen må sees på som et eksempel for hvordan det kan bli. Nøyaktig utforming må bestemmes på stedet.

6.2.4 Reetablering av kantvegetasjon på Langeland

Det anbefales at man revegeterer kantvegetasjonen på Langeland. Ved å unngå hogst og beiting over de kommende årene er dette et passivt og enkelt grep for å bedre habitatet i elva.

6.3 Frølandselva

I Frølandselva er eneste tiltaksforslag å utbedre fisketrappen i Jarlandsfossen. NORCE LFI har allerede levert forprosjekt med tegninger og prisestimat for dette arbeidet, som er forventet å komme på ca. 600.000. I samme notat ble også det temporære vandringshinderet i fossen ved Frøland bru vurdert. Her ble det nevnt at man kunne vurdere å etablere oppvandringskulper, men dette er lavt prioritert sammenlignet med andre fiskevandringstiltak i vassdraget.

7. Referanser

- Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. 2011. Atlantic Salmon Ecology. Wiley- Blackwell, 467 s.
- 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.
- 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.
- Fjeldstad, H.-P., Gabrielsen, S.-E., Robertsen, G. & Skår, B. 2019. Miljødesign i Lærdalselva. SINTEF Energi AS, rapport 2019:00915, 149 s.
- Furniss, M.J., Roelofs, T.D. & Yee, C.S. 1991. Road construction and maintenance. *American Fisheries Society Special Publication*, 19:297-324.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevasdrag. NINA Temahefte 52, 90 s.
- Gabrielsen, S.-E. & Skår, B. 2018. Detaljplan for elvekile ved Håbakken i Lærdalselva. Uni Research LFI, notat mars 2018, 17 s.
- Gabrielsen, S.-E., Skår, B., Espedal, O.E., Postler, C., Stranzl, S. & Stöger, L. 2020. Habitatkartlegging av Etnevasdraget. NORCE LFI, 103 s.
- Hellen, B.A. & G.H. Johnsen 2010. Utbygging i Samnangervassdraget og Aldalselva, Samnanger kommune, Hordaland fylke. Konsekvensutredning for fisk og ferskvannsbiologi Rådgivende Biologer AS rapport 1344, 69 sider, ISBN 978-82-7658-782-1.
- Kambestad, M., B.A. Hellen, J. Tverberg, T.T. Furset & H. Sægrov 2016. Ferskvassbiologiske undersøkingar i Samnangervassdraget i 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2296, 41 sider, ISBN 978-82-8308-288-3
- Kambestad, M., Sægrov, H., Hellen, B.A., Kålås, S., Urdal, K. & Johnsen, G.H. 2016. Laks i Samnangervassdraget – status og behov for tiltak. Rådgivende Biologer AS, rapport 2269, 34 s.
- Kambestad, M., B.A. Hellen, S. Kålås, H. Sægrov, S.E. Sikveland & K. Urdal 2020. Undersøkelser av fisk, bunndyr og vannkjemi i Samnangervassdraget. Sluttrapport for 2012– 2016. Rådgivende Biologer AS, rapport 3053, 29 sider, ISBN 978-82-8308-699-7.
- Martin, T. L., Kaushik, N.K., Trevors, J.T. & Whiteley, H.R. 1999. Review: denitrification in temperate climate riparian zones. *Water, Air, and Soil Pollution*, 111:171–186.
- McCarthy, D.T. 1985. The adverse effects of channelization and their amelioration. Pp. 83-97 in: Alabaster, J.S. (ed.) *Habitat modification and freshwater fisheries*. Symposium of the European

Inland Fisheries Advisory Commission. Butterworth Publishers.

- NVE, Fylkesmannen og Fylkeskommunen Rogaland (2010): Inngrep i vatn og vassdrag – ei rettleiing. Brosjyre 20, tilgjengelig fra: <https://www.fylkesmannen.no/globalassets/fm-rogaland/dokumentfmro/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. 2020. Flom og miljø i et endret klima. Verktøy til en naturbasert klimatilpasning. Statusrapport 2020. NORCE LFI, rapport 381, 53 s.
- Pulg, U., Stranzl, S. & Olsen, E. 2017. Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak. Uni Research LFI, notat 3/2017.
- Skoglund, H., Wiers, T., Normann, E.S., Landro, Y., Postler, C. & Lehmann, G.B. 2021. Gytefisktelling i BKK-regulerte elver høsten 2020. NORCE LFI rapport nr 401.
- Sægrov., H., G.H. Johnsen, S. Kålås, B. A. Hellen & K. Urdal 2011. Fysiske tiltak som alternativ til minstevassføring i Storelva i Samnangervassdraget. Sluttrapport 2005 -2010. Rådgivende Biologer AS, rapport 1476, 56sider, ISBN978-82-7658-869-9
- Vitenskapelig råd for laksefovaltning 2021. Status for norske laksebestander i 2021. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr.15, 227 s.