

# Habitatkartlegging i Norddalselva i Fjord kommune i 2021



**NORCE**

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:** 466

**Tittel:** Habitatkartlegging i Norddalselva i Fjord kommune i 2021

**Antall sider:** 32

**Dato:** 06.01.23

**Forfattere:** Erlend Mjelde Hanssen & Marius Kambestad

**Kvalitetssikret av:** Tormod Haraldstad

**Bilder:** Fotografier er tatt av NORCE LFI med mindre andre er kreditert

**Geografisk område:** Fjord kommune, Møre og Romsdal, Norge

**Oppdragsgivere:** Lakseelvene på Sunnmøre, Hofseth Aqua AS & Møre og Romsdal fylkeskommune

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

**Forsidebilder:** Oppe t.v.: Kanalisert strykstrekning. Oppe t.h.: Gyteområde. Nede t.v.: Dronebilde av et av elvens slakere partier. Nede t.h.: Norddalselva og Norddalsfjorden sett fra Dalhus.

**Refereres som:** Hanssen, E.M. & Kambestad, M. 2023. Habitatkartlegging i Norddalselva i Fjord kommune i 2021. NORCE LFI rapport nr. 466, 32 s.

## Innholdsfortegnelse

<b>1. Bakgrunn og hensikt .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Generelt om lakseproduksjon og habitatforhold .....</b>	<b>6</b>
2.1 Gyteområder .....	6
2.2 Skjulforhold for ungfisk .....	7
2.3 Habitatflaskehals og begrensede faktorer .....	8
2.4 Hydromorfologiske inngrep .....	8
<b>3. Metoder .....</b>	<b>12</b>
3.1 Datainnsamling .....	12
3.2 Flaskehalsanalyse .....	14
3.3 Forslag til tiltak .....	15
<b>4. Resultater .....</b>	<b>16</b>
4.1 Elvetytologi .....	16
4.2 Habitatkartlegging – Norddalselva .....	16
<b>5. Oppsummering og vurdering .....</b>	<b>27</b>
5.1 Habitatforhold og inngrep .....	27
5.2 Flaskehalsanalyse .....	28
<b>6. Tiltaksforslag .....</b>	<b>29</b>
<b>7. Referanser .....</b>	<b>32</b>

## Sammendrag

Denne rapporten sammenstiller resultater av en habitatkartlegging utført av NORCE LFI i Norddalselva i Fjord kommune våren 2021. Hele anadrom strekning ble kartlagt.

Norddalselva er relativt stri på hele anadrom strekning. Kanalisering og erosjonssikring har gjort elven enda striere, redusert anadromt areal og forringet fiskehabitat. Det er bra med skjul for ungfisk, men få og små gyteplasser. Mangel på gytehabitat er derfor habitatflaskehalsen for laks og sjøørret i Norddalselva.

For å bedre gyteforholdene i vassdraget anbefales det å utvide elveløpet fire steder. Dette vil gi mer vanddekket areal og øke sannsynligheten for at gytegrus legger seg på egnede gyteplasser. Det foreslås også å lede mer vann inn i to sideløp og å reetablere kantvegetasjonen langs elven. I tillegg anbefales det at to terskler i øvre del av elven vedlikeholdes ved behov, for å opprettholde gyteplassene disse har skapt.



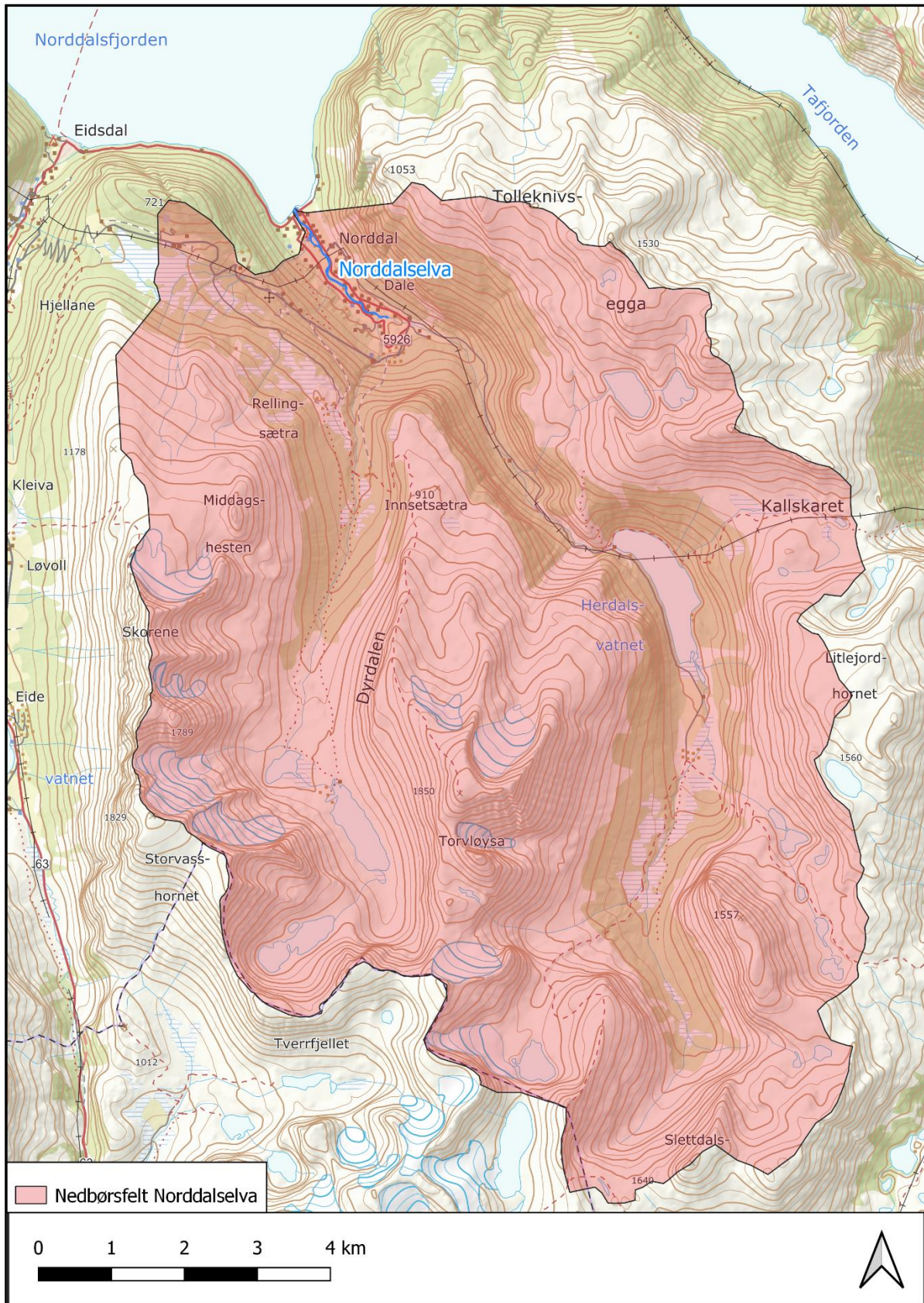
# 1. Bakgrunn og hensikt

Norddalselva ligger i Fjord kommune og renner ut i Norddalsfjorden i Møre og Romsdal. Nedbørsfeltet til elva er 105 km<sup>2</sup> (**Figur 1**), og beregnet middelvannføring er 5,1 m<sup>3</sup>/s ved utløpet til sjøen (<http://nevina.nve.no/>). Det ligger flere mindre isbreer i nedbørsfeltet ovenfor anadrom strekning, samt innsjøen Herdalsvatnet (0,8 km<sup>2</sup>). Anadrom elvestrekning er ca. 2,2 km, med et estimert elveareal på 33 867 m<sup>2</sup> (digitalt estimert inkludert sideløp). Sideelven Dyrdøla renner inn i øvre del av anadrom strekning, men den bratte elvegradienten gjør den lite egnet som habitat for laks og sjøørret. Den er derfor ikke inkludert i denne kartleggingen.

Nordalsvassdraget ble vernet i 1993 grunnet stor grad av urørt natur og godt bevarte kulturminner ([nve.no](http://nve.no)). Spesielt verneverdig var de urørte elvestrekningene ovenfor anadrom strekning, turistmålet Herdalssetra, samt ulike moreneavsetninger. Vernet gjør at det ikke er noen aktive vannkraftverk i vassdraget. Selv om store deler av vassdragets elvestrekninger er urørte, er det på anadrom strekning registrert flere inngrep i elva. Erosjonssikringer er bygd langs store deler av anadrom strekning, med de eldste registrerte sikringene datert 1938 ([atlas.nve.no](http://atlas.nve.no)).

På 1980-tallet ble lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* påvist i Norddalselva. Elva ble behandlet med rotenon i 1988 og åpnet for fiske igjen i 1995. Fangstene har etter dette variert, med en gjennomsnittlig fangst av laks på 28 individer per år (år uten rapportert fangst utelatt). Elva har vært stengt for fiske siden 2010 grunnet lave fangster (Kambestad 2018). Sjøørretfangstene har også vært lave, med gjennomsnittlig fangst siden 1995 på 26 individer per år (år uten rapportert fangst utelatt). I 2017 og 2018 ble det registrert lite gytelaks og relativt lav tetthet av laksunger i elven (Kambestad 2018, Irgens & Kambestad 2019). Det ble derfor besluttet å bevare laksebestanden i en levende genbank. Innsamling av gytelaks til genbank har foregått i årene 2019 til 2022. Rogn fra disse fiskene vil bli lagt ut i elven for å gjenoppbygge laksebestanden de kommende årene.

NORCE LFI utfører habitatkartlegging av en rekke anadrome vassdrag på Sunnmøre gjennom prosjektet «Mer laks og sjøørret på Sunnmøre». Prosjektet ledes av Lakseelvene på Sunnmøre.. Formålet er å registrere og kvantifisere habitatkvalitet og menneskelige inngrep, og å bruke resultatene til å komme med forslag til konkrete restaurerings- og habitattiltak som kan styrke fiskeproduksjonen, spesielt i vassdrag med svekkede fiskebestander. Resultatene presenteres i separate rapporter for hvert vassdrag, og vil også senere inngå i en større analyse av betydningen av ulike påvirkningsfaktorer for bestandene av laks og sjøørret på Sunnmøre. Norddalselva ble kartlagt våren 2021, og resultater med tiltaksforslag presenteres i denne rapporten.



**Figur 1.** Nedbørsfeltet til Norddalselva. Anadrom del av elva er farget mørk blå.

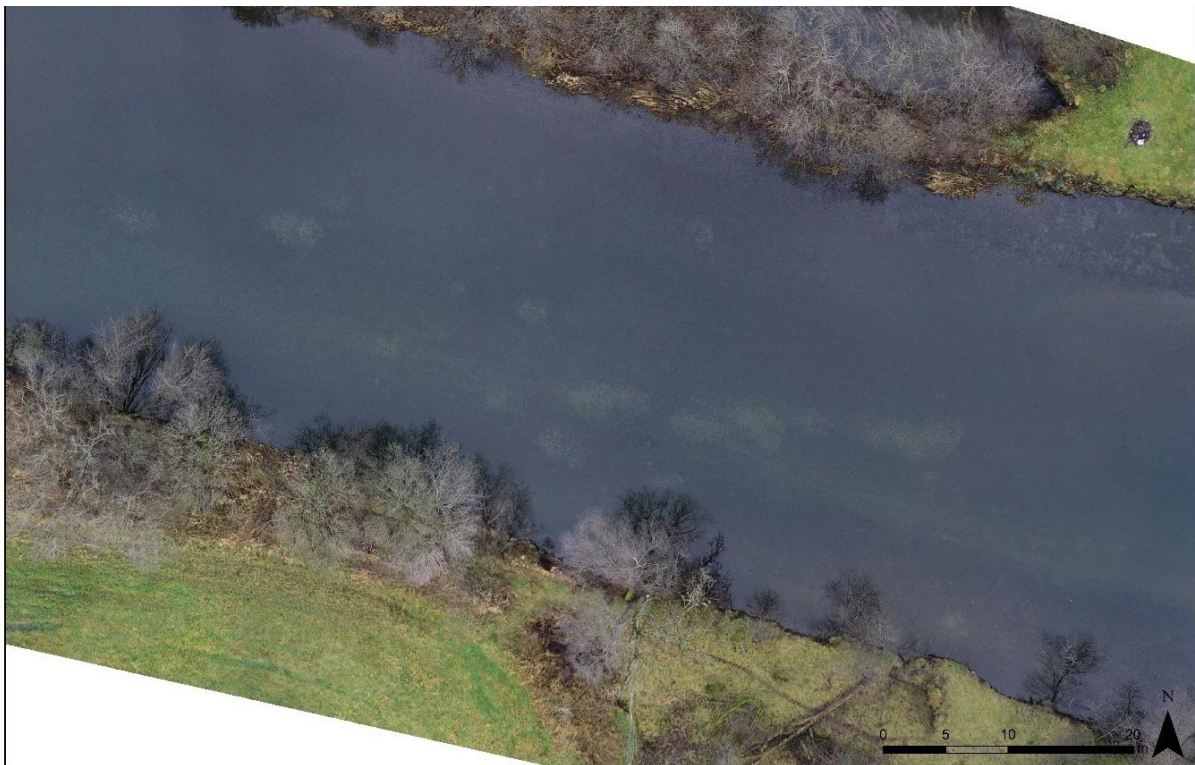


## 2. Generelt om lakseproduksjon og habitatforhold

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 én 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 nyttig verktøy som kombineres med fysisk kartlegging for beskrivelse av vassdrag.

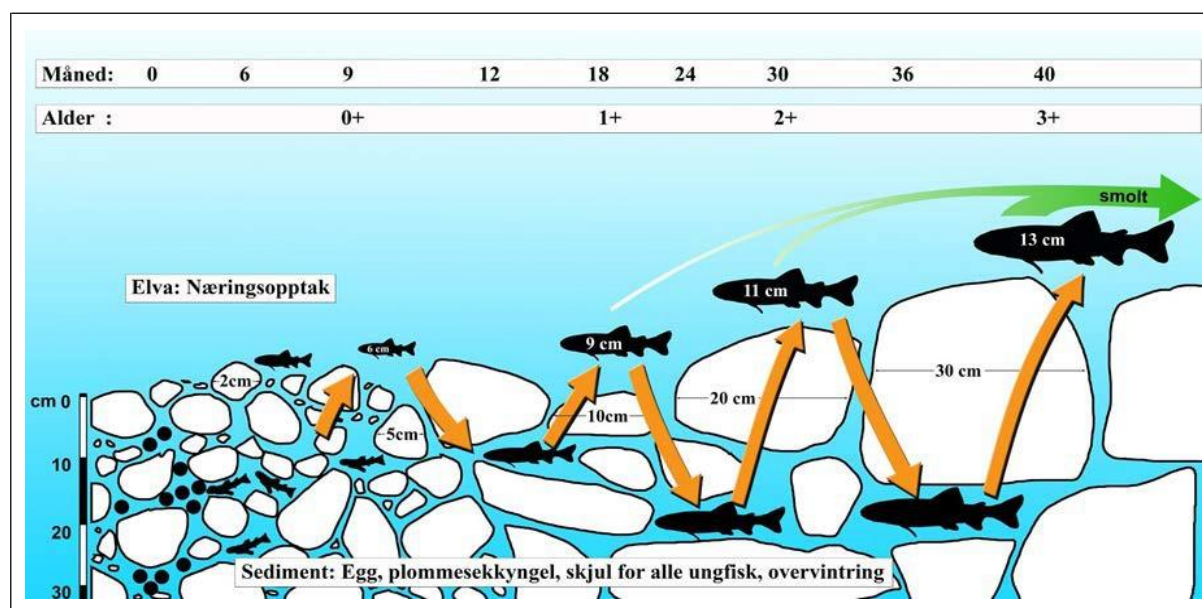
Laksen stiller strenge krav til valg av gyteplass, der bunnsstrat, vanddyp og vannhastighet synes å være de viktigste fysiske faktorene. Typisk finnes gyteområdene på forholdsvis grunne deler av elven (0,3-0,7 m, men også dypere) hvor elvebunnen består av grus og små stein, og på partier med akselererende vannhastighet (0,3-0,6 m/s). Utløpsområder («brekk») av kulper og innsjøer 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 ørreten, 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 yngel og parr. De første ukene etter at rogna har klekket er ofte en flaskehals for overlevelse for laks. Da har yngelen brukt opp plommesekken og må eksponere seg for å starte næringsopptak.. 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. 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 i elvebunnen. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse, sammensetningen av bunnsubstratet og størrelse på fisken (**Figur 3**). Det er hovedsakelig blokker og stein som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk av laks og ørret, mens områder som er dominert av grus og sand vanligvis gir få skjulmuligheter I tillegg kan ungfisk finne skjul i tilknytning til vannvegetasjon, trær og andre strukturer i vannet.



**Figur 3.** Prinsippskisse for hvordan ulike livsstadier hos laks og ørret benytter bunnsubstratet (skisse

## 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 områdets 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 gyteområder som er godt fordelt innad i elven og i tillegg god tilgang til skjulområder, spesielt i nærheten av gyteplassene.

## 2.4 Hydromorfologiske inngrep

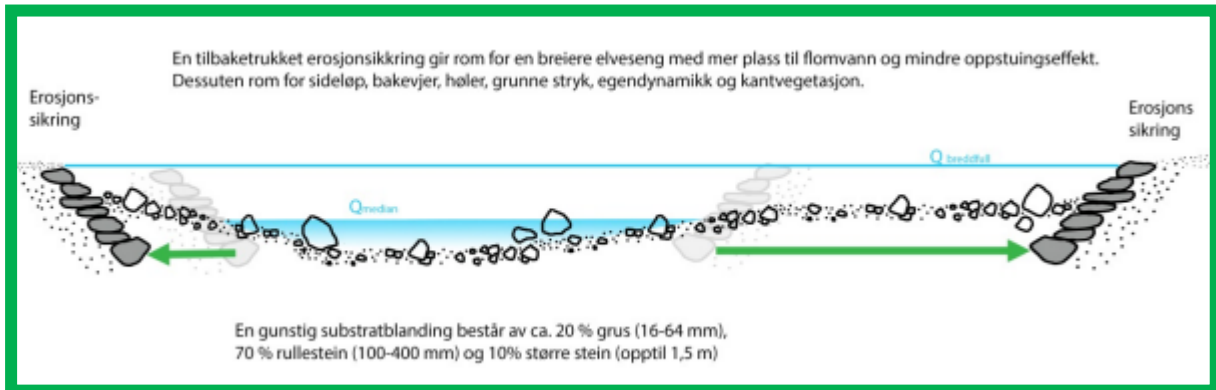
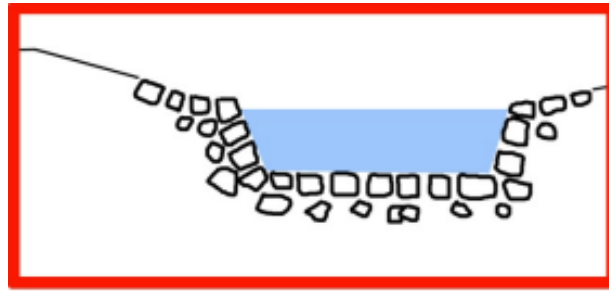
En stor andel av elver er i dag påvirket av hydromorfologiske inngrep som forringer økosystemet sammenlignet med naturtilstand. Disse kan i ulik grad påvirke habitatforholdene for fisk. Dette kan være inngrep som forbygninger, kanalisering, terskler, fjerning av kantvegetasjon og rørlegging.

### 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 strømførholdene 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 for fisken 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) erosjonsikring i et vassdrag (hentet fra Pulg mfl. 2017).

#### 2.4.2 Kanalisering og terskler

Kanalisering medfører en utretting av elveløpet, der svinger rettes ut eller sideløp stenges av. Dette resulterer i at totalt vanddekt areal blir redusert. I tillegg kan det 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 ofte bygget terskler. Tersklene reduserer risiko for erosjon, øker vanddekket areal og skaper standplasser for voksenfisk. I noen tilfeller kan terskler være et habitattiltak for å skape gyteplasser. I noen tilfeller bidrar terskler til å øke produksjonsarealet for laksefisk. Samtidig vil de også kunne redusere habitatkvalitet for ungfisk ved å skape områder med stillestående vann, noe som forhindrer naturlig sedimenttransport, kan øke faren for predasjon og tette igjen hulrom i bunnsubstratet (redusert skjul). Redusert skjul kan igjen føre til redusert overlevelse for ungfisken.

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. Eksempelvis ved å ødelegge naturlige kulp-stryk-sekvenser, avskjære elven fra flomsletter og kantvegetasjonen, samt endre substratetsammensetningen (McCarthy 1985; Brooks 1989). I visse tilfeller kan man gjenskape det gamle naturlige elveløpet og øke produksjonsarealet. Om dette er vanskelig, kan deler av den opprinnelige vannveien gjenskapes eller sideløp gjenåpnes. 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

økosystemene i og 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 ha en naturlig flomdempende effekt. Sedimenter og overflødige næringssalter filtreres ut gjennom kantvegetasjonen (Martin 1999), hvilket reduserer jordbruksrelatert forurensning ut i elver og 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.. Døde trær som faller 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 § 11 krever imidlertid at kantvegetasjon bevares slik at naturlig forekommende arter og prosesser opprettholdes (Staubo mfl. 2019). Loven gjelder alle vassdrag med sikker vannføring gjennom året.

Om kantvegetasjon allerede er fjernet, kan denne restaureres gjennom passiv revegetering, 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 lavlandsever, blant annet ved hjelp av faskiner. En nærmere beskrivelse finnes i Vassdragshåndboka (Fergus mfl. 2010).

Gamle trær er ofte ikke ønsket på glatte forbygninger (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 vei 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 satskulp nedstrøms kulverten eller for høy plassering slik at fisken ikke klarer å hoppe inn i den. I tilfeller der kulvert fungerer som vandringshinder, vil anadrom strekning bli kortere med tilsvarende reduksjon av produksjonsareal. I verste fall ligger de eneste områdene som egner for gyting oppstrøms kulverten, slik at vassdraget ikke lenger kan produsere sjøørret eller laks.

I oppstrøms ende av kulverter og rør finnes ofte rister. Disse er stort sett passerbare for fisk så lenge lysåpningen er over 10 cm. Tilstoppes ristene med drivgods er de ikke lengre passerbare. Tilstoppinger av løv, kvist og annet som driver nedover bekkene er vanlig om høsten. Rister bør derfor vedlikeholdes og renses regelmessig, særlig i og før fiskens vandringsperiode. Dette vil også redusere fare for oversvømmelse.

Utformingen på selve kulverter kan redusere habitatkvalitet, spesielt dersom bunnen støpes i betong. Det blir ofte en økt vannhastighet gjennom en kulvert fordi den innsnevrer elvas naturlige bredde. Dette kan i sin tur gi økt erosjon umiddelbart nedstrøms kulverten (Furniss mfl. 1991). Gyteområder

nedstrøms en kulvert vil i slike tilfeller være utsatt.

Kulverter kan utbedres ved å erstatte betongbunn med naturlig substrat, oppbygging av en «satskulp» for fisk like nedstrøms, samt 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.



## 3. Metoder

### 3.1 Datainnsamling

Habitatkartleggingen av Norddalselva ble gjennomført 18. april 2021. Hele Norddalselva med sideløp ble kartlagt fra sjøen til det naturlig vandringshinderet Storfossen. Sideelver/-bekker ble ikke inkludert i kartleggingen.

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 eller vadere gjorde observasjoner over og under vann. Ulike habitatparametere ble notert på skjema og kart. Det ble brukt GPS for å stedfeste ulike interessepunkter. 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 nyttige 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** (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 (**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	Vanddybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt/Små riller	Bratt	Hurtig	Dyp	A
			Grunn		
		Moderat	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			

Ved kartleggingen har vi 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 vil variere med vannføringen. Basert på disse kriteriene ble 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 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 på utvalgte områder. 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 m<sup>2</sup> (**Figur 5**). 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 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 skjul (>15) (**Tabell 2**).

**Tabell 2.** Et system for klassifisering av skjultilgang basert på vektet skjul (skjulindeks), basert på og modifisert etter Forseth & Harby (2013).

Svært lite	Lite	Moderat	Mye	Svært mye
<1	1-5	5-10	>10	>15



**Figur 5.** Skjulforhold for ungfisk måles ved å kvantifisere antall og størrelse på hulrom i elvebunnen med en plastslange innenfor en rute på 0,25 m<sup>2</sup>. Slangen har røde markører som brukes til å måle hulrommenes dybde. Eksempel på skjulmålinger i substrat med svært lite skjul (t.v.), og i substrat med stein/blokk som gir mye skjul (t.h.).

**Gyteområder** ble kartlagt basert på visuelle observasjoner av habitatforhold, erfaringsmessig kjennskap til laksens krav til gytehabitat samt observasjoner av gytegroper og gyteaktivitet under gytefisketelling 6. november 2021 og 9. november 2022. 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 dronefoto. Det er imidlertid ikke praktisk mulig å vurdere eksakt hvilke områder fisken faktisk vil 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). 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 i felt og kartfestet. Topografisk kart basert på laserscanning ([www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no)) ble brukt til å vurdere om erosjonssikringer eller forbygninger kan ha stengt av sideløp eller betraktelig redusert elvearealet. I tillegg kan man ved å sammenligne nye og eldre flyfoto fra [norgebilder.no](http://norgebilder.no) (eldste for vassdraget er fra 1966) oppdage inngrep utført i nyere tid. Registrerte sikringstiltak i [NVEs Temakart](#) og informasjon fra elveeierlaget er benyttet som supplerende datagrunnlag for å vurdere omfang av fysiske inngrep i og langs elven.

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.

## 3.2 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 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)

### 3.3 Forslag til tiltak

Basert på resultatene av kartlegging av habitatforhold og fysiske inngrep, samt flaskehalsanalysen, er det utarbeidet en liste med foreslåtte tiltak i prioritert rekkefølge. Tiltakene er i hovedsak ment å øke produksjonen av laks og sjøørret, men de fleste av tiltakene vil også bedre vassdragets økologiske tilstand og begunstige andre organismer 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) og «Håndbok for miljødesign i regulerte laksevasdrag» (Forseth & Harby 2013), og erfaringer gjort i NVE-prosjektet "Flom og miljø i et endret klima" (Pulg mfl. 2020).

## 4. Resultater

### 4.1 Elvetynologi

Hele den anadrome strekningen av Norddalselva er relativt stri og bratt, med en gjennomsnittlig stigning på 2,8 %. Stigningen er relativt jevn fra sjøen til Storfossen, men noe slakere i nedre enn i øvre del. Det er også et betydelig brattere parti ved Dunavollane, ca. 1600 m fra sjøen. Elvetypen kan i all hovedsak karakteriseres som «trinn-kulp-type» (jf. Pulg mfl. 2018), mens det bratte partiet ved Dunavollane (også kalt Skjerva) er et fossestryk.

### 4.2 Habitatkartlegging

Anadrom del av Norddalselva renner fra Storfossen like oppstrøms Dalhus til sjøen, og har en lengde på ca. 2,2 km (se **Figur 6**). Elva renner langs boligområder og jordbruksarealer helt fra vandringshinderet til sjøen.

#### 4.2.1 Elveklasse

Den dominerende elveklassen i Norddalselva er stryk (54 % av arealet), men det er også en god del områder med kvitstryk (39 %). Nedre halvdel av elva er noe slakere og i all hovedsak dominert av strykparter brutt opp av kortere strekninger med glattstrøm (**Figur 6**). Øvre halvdel er dominert av kvitstryk, men også her med slakere partier med stryk og glattstrøm (**Figur 10**), samt en fossekulp helt øverst på anadrom strekning ved vandringshinderet. Samlet utgjør disse roligere partiene med glattstrøm og kulp henholdsvis 6 og 1 % av elvearealet.

#### 4.2.2 Vandringshindre

Det er ikke registrert noen vandringshindre i Norddalselva foruten Storfossen øverst på anadrom strekning (se **Figur 6** og **Figur 10**).

#### 4.2.3 Fysiske inngrep

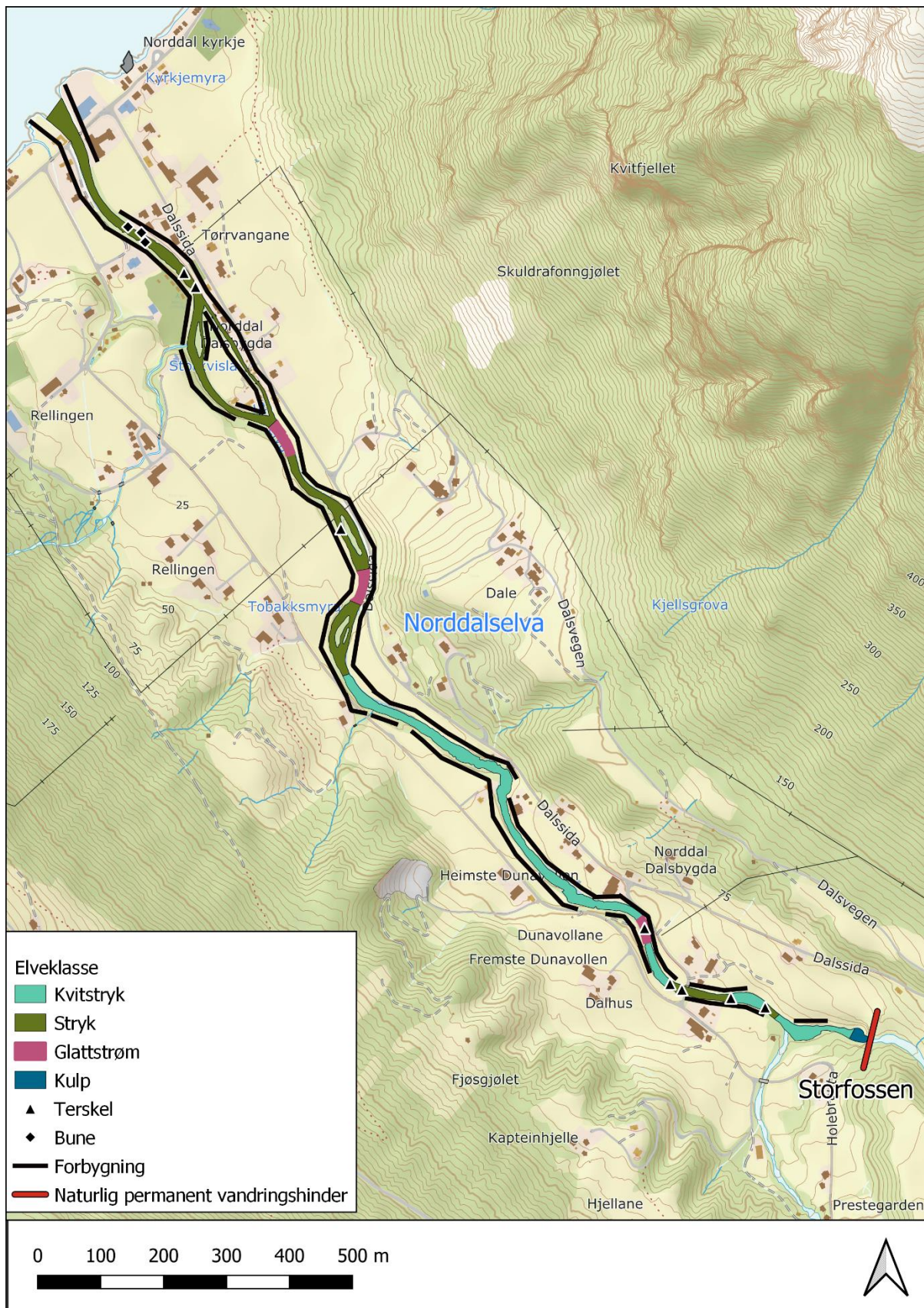
Store deler av anadrom strekning i Norddalselva er forbygd med erosjons- og flomsikringer (**Figur 6** og **Figur 10**). De eldste sikringene som er registrert i NVEs database ([atlas.nve.no](https://atlas.nve.no)) er fra 1938. De ulike erosjons- og flomsikringene langs elva har snevret inn elva flere steder, og dermed redusert anadromt areal og elvetvernsnitt. Dette har trolig økt vannhastigheten og endret substratsammensetningen i disse områdene. Flyfoto før og etter erosjonssikring og innsnevring av et område ved Dalhus viser dette tydelig (**Figur 7**). Her er anadromt areal redusert fra ca. 2800 til ca. 2200 m<sup>2</sup> (altså ca. 21 % reduksjon), og sannsynligvis har gyteplasser gått tapt som følge av dette (**Figur 8**). Totalt ble det registrert forbygninger langs 90 % av elvebreddene i Norddalselva.

Det ble registrert åtte terskler og tre ledebuner i elva under kartleggingen (**Figur 10**). De fleste av disse er av eldre dato, men de to tersklene ved Dalhus er nylig etablert som et tiltak for å skape gyteplasser for laks og sjøørret. Den nederste av disse to tersklene er allerede delvis ødelagt av flom, men fungerer fortsatt etter hensikten. Terskler kan ofte virke negativt inn på substratdynamikk og strømmønster i et vassdrag. I Norddalselva har tersklene imidlertid en gunstig plassering på strie områder hvor de akkumulerer mer finkornete masser (grus) i en elv som ellers er dominert av grove masser (**Figur 9**). Tersklene og bunene i nedre del av elven er i liten grad egnet til å samle opp gytegrus, men har heller

ingen negative effekter på habitatkvaliteten.

Det var tidligere et vannkraftverk i Dyrdøla som ble nedlagt i 1955. Kraftverket hadde en inntaksdam ved veibroen nedstrøms Dyrdalsfossen ca. 180 moh. ([Konsesjonssøknad Dyrdøla](#)). Inntaksdammen har ikke blitt fjernet, men brast for noen år siden og slapp store mengder grovkornet substrat nedover Norddalselva (pers. medd. Nils Eldar Ytredal). Det er vanskelig å vurdere effekten av dette ettersom gyteområder og habitatkvalitet ikke ble kartlagt før denne hendelsen, men lokalt hevdes det at dambruddet medførte at tidligere gyteområder i Norddalselva ble dekket av stein og ødelagt.





Figur 6. Elveklasser og fysiske inngrep i Norddalselva.





**Figur 7.** Flyfoto av Norddalselva i 1976 før forbygning (øverst) og i 2018 etter forbygning (nederst) ([www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)).

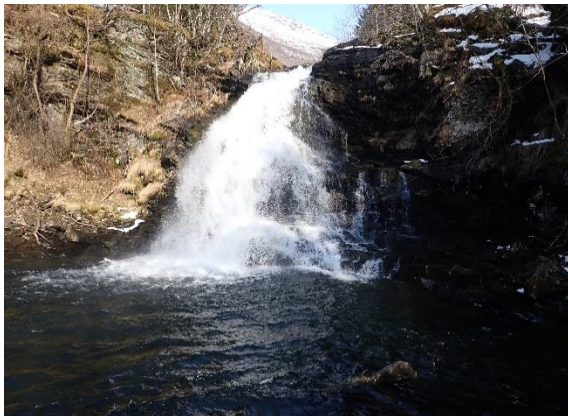


**Figur 8.** Elvebredden før og etter forbygninger. Rødt viser elvebredden i 2018, mens det blå polygonet viser elvebredden i 1976.





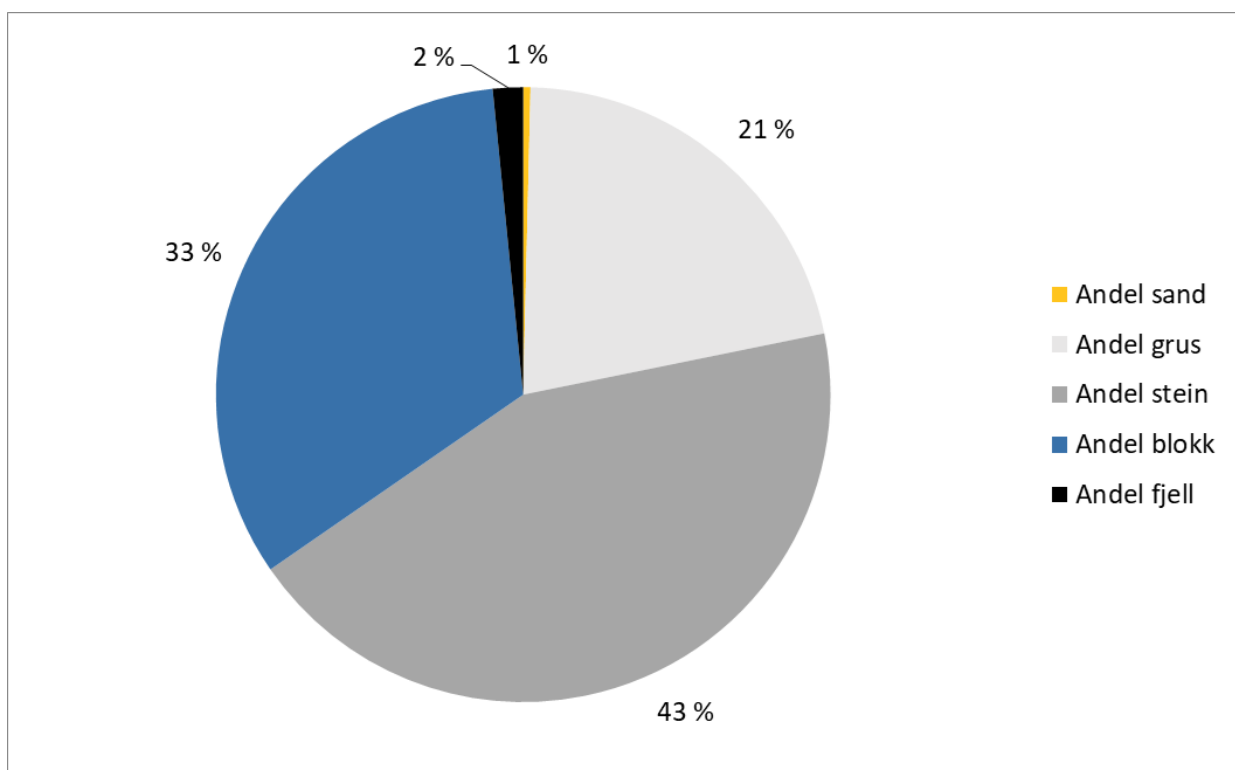
**Figur 9.** Nyetablerte terskler i Norddalselva ved Dalhus. Nedre med spalte grunnet at den ene steinen i midten har falt ut. Øvre terskel uten spalte. Noe grus på oppsiden av begge tersklene, men klart mest egnet gytehabitat på oppsiden av nederste terskel, trolig grunnet spalten. Etter at dette bildet ble tatt (våren 2021) er nedre terskel ytterligere ødelagt, men gyteområdet til venstre i bildet er fortsatt intakt.



**Figur 10.** Storfossen (oppe t.v.), et av få slakere partier med glattstrøm (oppe t.h.) og forbygninger langs Norddalselva (nede t.v. og nede t.h.).

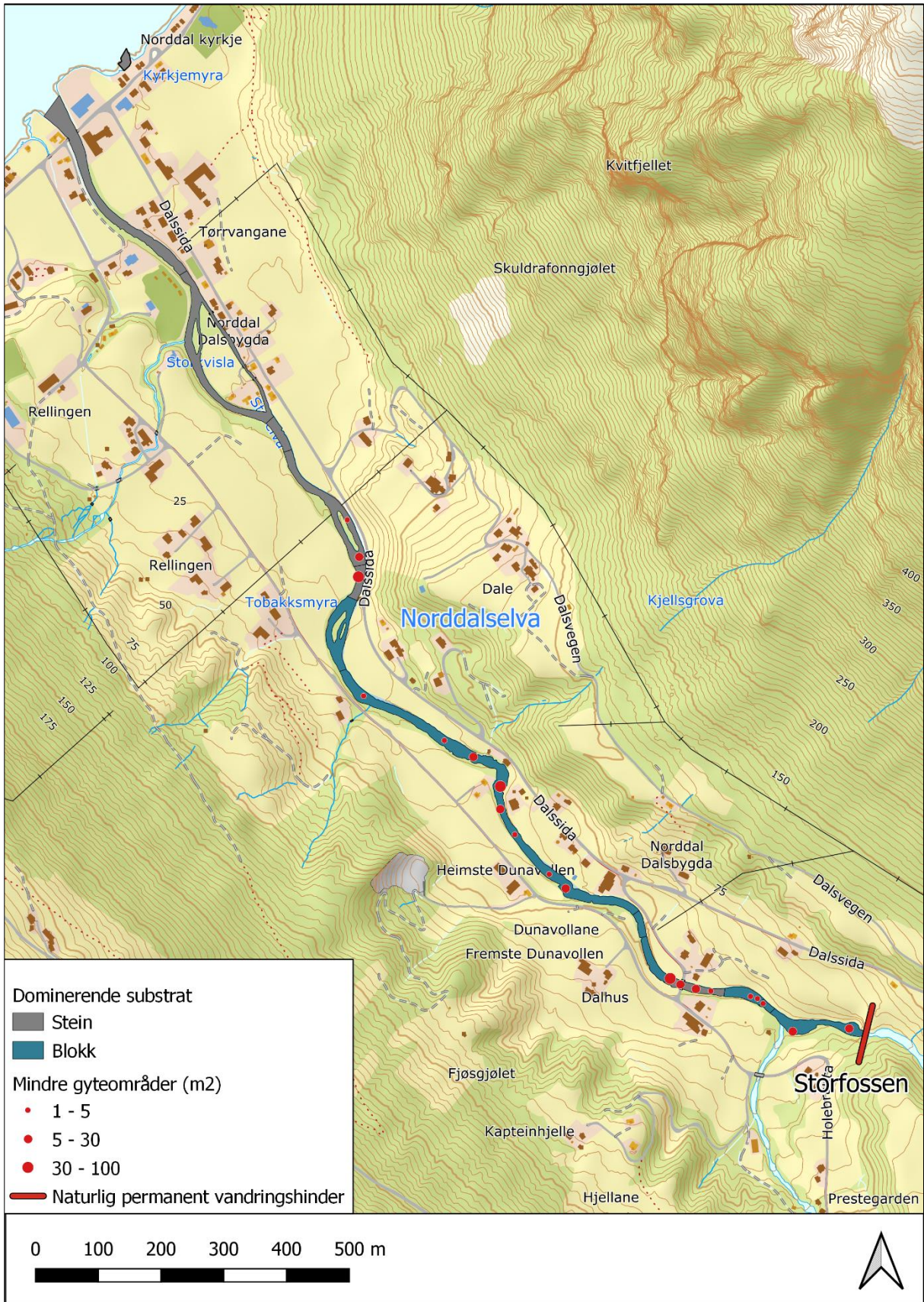
#### 4.2.4 Substrat og gyteområder

Bunnssubstratet i Norddalselva er dominert av grovkornete masser av stein (43 %) og blokk (33 %). I tillegg er det en del grus (21 %) og noe sand (1 %) fordelt mellom de grovere massene, samt fjell (2 %) spredte plasser (**Figur 11**). Generelt er det groveste masser i øvre del (dominert av blokk), mens substratet i nedre del er dominert av stein. Dette gjenspeiles i helningen på elva, som er noe slakere i nedre halvdel. Selv om øvre halvdel er dominert av grovere masser enn nedre del, er det i øvre del de fleste gyteområdene ligger (**Figur 12**). Alle disse gyteområdene er små, hvor det største er på 55 m<sup>2</sup>. Det største gyteområdet ligger i hølen kalt Stamparen, omtrent midt i elven. Dette gjør at nesten hele nederste halvdel av Norddalselva er uten gyteområder, og dermed er den romlige fordelingen av gytehabitat dårlig. Nesten alle gyteområder ligger som små flekker av grus mellom grovere masser, foruten det største gyteområdet på 55 m<sup>2</sup> og et mellomstort gyteområde på den ene terskelen ved Dalhus. Samlet for hele elva ble det registrert 268 m<sup>2</sup> gyteareal, noe som kun utgjør 0,7 % av totalt elveareal.



**Figur 11.** Substratfordeling i Norddalselva.



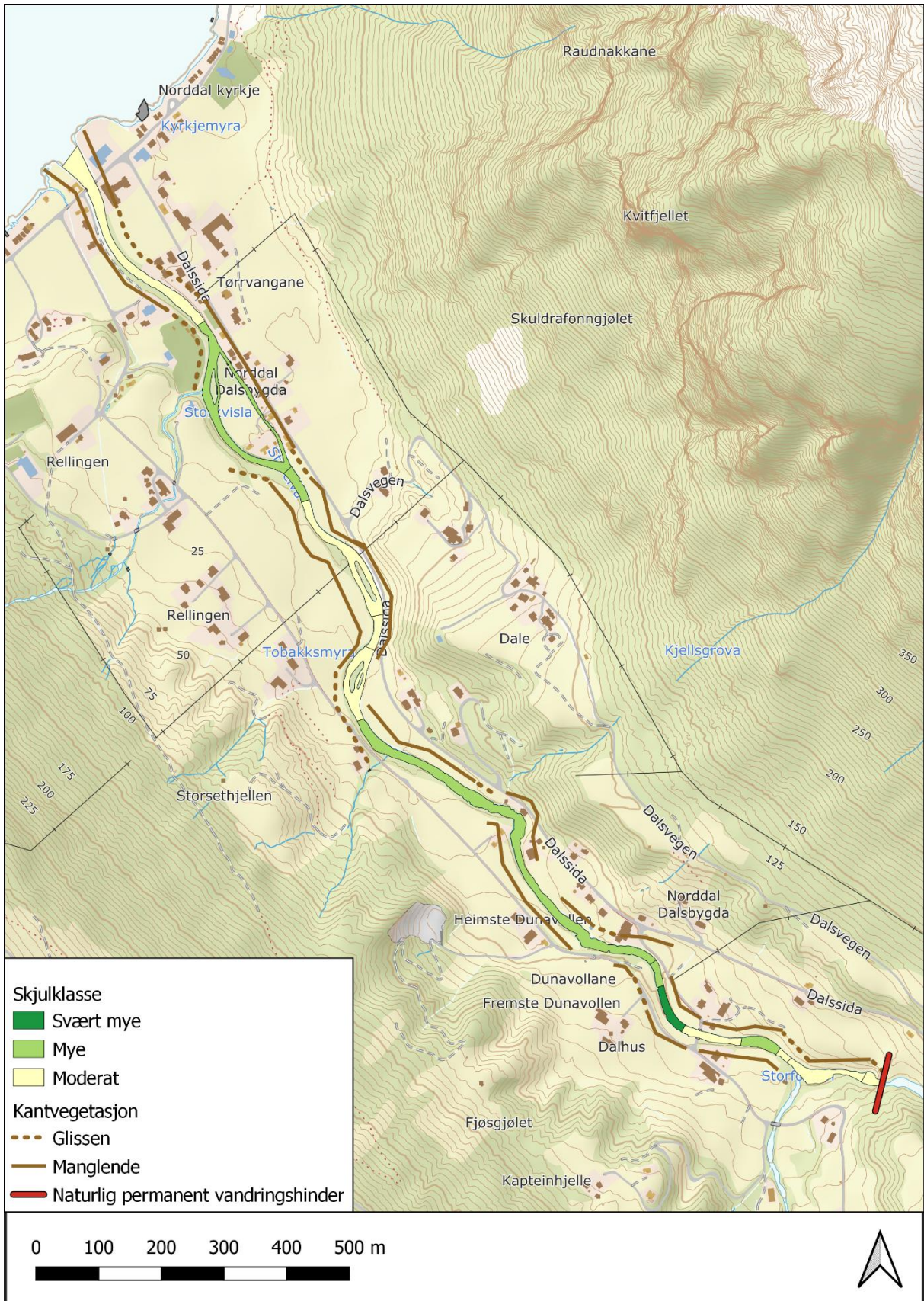


Figur 12. Dominerende substrat og gyteområder i Norddalselva.

#### 4.2.5 Skjul og kantvegetasjon

Gjennomsnittlig vektet skjul i Norddalselva er på 10,1 (skjulkategori «mye», men grenser mot «moderat»). Skjulverdiene i de ulike segmentene av elva er alle mellom kategoriene moderat og svært mye (**Figur 13**). Dette sammenfaller med substratfordelingen i elva, som er dominert av grovere masser som gjerne har mye skjul og hulrom. Det er imidlertid svært lite kantvegetasjon langs elva, da mesteparten av denne er fjernet (se eksempel i **Figur 14**). Det finnes dermed knapt overhengende trær langs elvebredden eller døde trær på elvebunnen. Dette reduserer mulig skjul for ung- og voksen fisk, øker sjansen for erosjon og kan føre til mer overflateavrenning til elva enn i naturtilstand. Samlet er 70 % av trærne langs elvebreddene fjernet, noe som forringer habitatkvaliteten sammenlignet med naturtilstanden.





Figur 13. Skjulkategori og status for kantvegetasjon i Norddalselva.





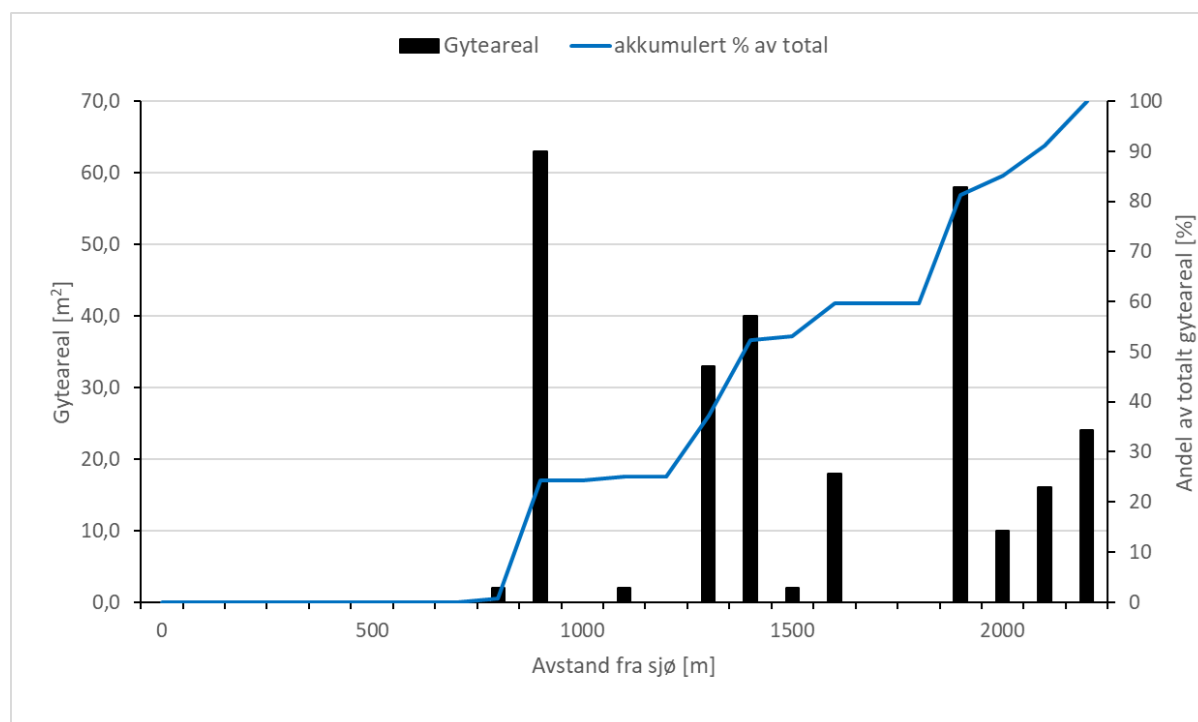
**Figur 14.** Elvestrekning med fjernet kantvegetasjon på begge sider av elven, foruten øy med trær midt i elven hvor vegetasjonen er bevart.

## 5. Oppsummering og vurdering

### 5.1 Habitatforhold og inngrep

Norrdalselva er en stri elv, dominert av turbulente elveklasser og grovt bunnsubstrat. Selv om elva i hovedsak består av kvitstryk og stryk, er ikke fallgradienten i seg selv høy for produksjon av laks og sjøørret. Spesielt i nedre del kunne man trolig forvente mer variasjon i elveklasser, med større innslag av korte partier med glattstrøm, grunnområder eller kulper. Dette gjelder også delvis i øvre halvdel av elva. I naturtilstanden har Norrdalselva hatt bredere partier hvor tverrsnittet var større, der vannhastigheten følgelig var lavere og finere masser kunne samle seg opp. Den har trolig også hatt flere sideløp og spredt seg ut i en vifteform nederst i dalen. I dag har forbygninger redusert tilførselen av grus fra elvebreddene, stengt av sideløp og snevret inn elvetversnittet. I tillegg har kanaliseringen ført til at grus som tilføres ovenfra i stor grad blir spylt rett gjennom elva og blir liggende i elveosen. I tillegg er store deler av kantvegetasjonen fjernet, noe som ytterligere reduserer habitatkvaliteten i elva.

Det man står igjen med er en elv dominert av stein og blokk, med få slake partier og få og små gyteområder. Gyteområdene er i all hovedsak svært små, og fordelt i øvre halvdel av anadrom strekning (**Figur 15**). Dette kan føre til redusert produksjon i elva, da spesielt yngel av laks og ørret har sterk intraspesifikk konkurranse. Dermed kan en del av ungfisken dø før de får fordelt seg ut over anadrom strekning. Totalt utgjør gytearealene under 1 % av totalarealet i elva, med moderat avstand mellom gyteområdene, noe som gjør at samlet vurdering av mengde gytehabitat blir «lite» (jf. Forseth & Harby 2013).



**Figur 15.** Fordeling av gyteplasser i Norrdalselva vist som registrert gyteareal (søyler) og akkumulert andel av totalt gyteareal (linje) med økende avstand fra sjø.

## 5.2 Flaskehalsanalyse

Flaskehalsanalysen i Norddalselva viser en klar forskjell mellom tilgang på egnede skjulområder for ungfisk og gyteområder for voksenfisk. Mengden gytehabitat blir som forklart ovenfor definert som «lite». Skjultilgangen er imidlertid «god», da gjennomsnittlig vektet skjul i vassdraget er 10,1 (jf. Forseth & Harby 2013). Gytehabitat vurderes dermed for å være habitatflaskehalsen for laks og ørret i Norddalselva (**Tabell 5**).

Mengde gytehabitat og skjul tilsier at forventet produktivitet i Norddalselva er moderat, hvilket tilsvarer en teoretisk smoltproduksjon på 5-9 laksesmolt/100 m<sup>2</sup>. Det må påpekes at teoretisk smoltproduksjon i elva trolig ligger i nedre sjiktet av intervallet 5-9 laksesmolt/100 m<sup>2</sup>, da mengde skjul grenser mot «moderat». Dette er imidlertid kun en teoretisk størrelse, ettersom smoltproduksjonen per areal også påvirkes av faktorer som vanntemperatur og næringstilgang.

**Tabell 5.** Klassifisering av gytehabitat, skjul og habitatflaskehals i Norddalselva.

	Lengde	Areal	Gyteplasser	Gytehabitat		Skjul	Flaskehals
	[km]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[%]	Avstand	Kategori	
Norrdalselva	2,2	33 867	268	0.8	Moderat	Lite	10,1 Gytehabitat



## 6. Tiltaksforslag

Det foreslås flere tiltak for å bedre habitat og øke fiskeproduksjonen i Norddalselva. Det er i hovedsak forbygning og kanalisering som har forringet fiskehabitatet, i tillegg til at store deler av kantvegetasjonen langs elva er fjernet. Tiltaksforslagene vil rette seg mot dette, i all hovedsak med mål om å øke tilgjengelig gytehabitat for laks og ørret, samt øke elvearealet generelt. Tiltakene er listet opp i prioritert rekkefølge (**Tabell 8 & Figur 16**). Under er tiltakene ytterligere beskrevet. Noen av tiltakene er enkle og kan gjennomføres basert på denne rapporten. Andre tiltak krever avklaringer, ytterligere undersøkelser og forprosjekt før gjennomføring. Hvilke tiltak som kan gjennomføres med og uten forprosjekt presiseres nedenfor.

**Tabell 6.** Prioriteringsliste for tiltak i Norddalselva med grove prisestimat.

Prioritering	Type tiltak	Sted	Prisestimat
1	Utvide elveløp utvalgte steder	Se kart	Behov for forprosjekt
2	Slippe mer vann inn i to sideløp	Se kart	20 000
3	Grusutlegg	Se kart	20 000 – 40 000
4	Reetablering av kantvegetasjon	Se kart	Gratis*

\*Passiv revegetering er gratis, mens aktiv planting av trær vil medføre kostnader.

Tiltakene i tabellen varierer fra omfattende til svært enkle. Tiltak 1, 2 og 4 regnes som restaureringstiltak, hvor man prøver å bringe elva tilbake til naturtilstanden (på noen lokasjoner). Tiltak 3 regnes som et habitatbedrende tiltak som ikke nødvendigvis fører til en stabil situasjon, men som over år må vedlikeholdes med nye grusutlegg dersom grusen spyles ut i flom.

Det er valgt fire lokasjoner for utvidelse av elveløpet (**Figur 16**). Historisk sett har elven vært bredere på disse punktene, noe som har redusert vannhastigheten og blant annet sørget for at mer gytegrus blir liggende. Stedene som er valgt er blant de slakeste i elva, og har et godt potensial som nye eller forbedrede gyteområder. Før gjennomføring av disse tiltakene bør det gjøres nøyaktige oppmålinger og lages arbeidstegninger. Det er følgelig behov for et forprosjekt, der man også går i dialog med berørte grunneiere. Resultatet av tiltakene vil være økt elveareal og bedre gytemuligheter for laks og ørret.

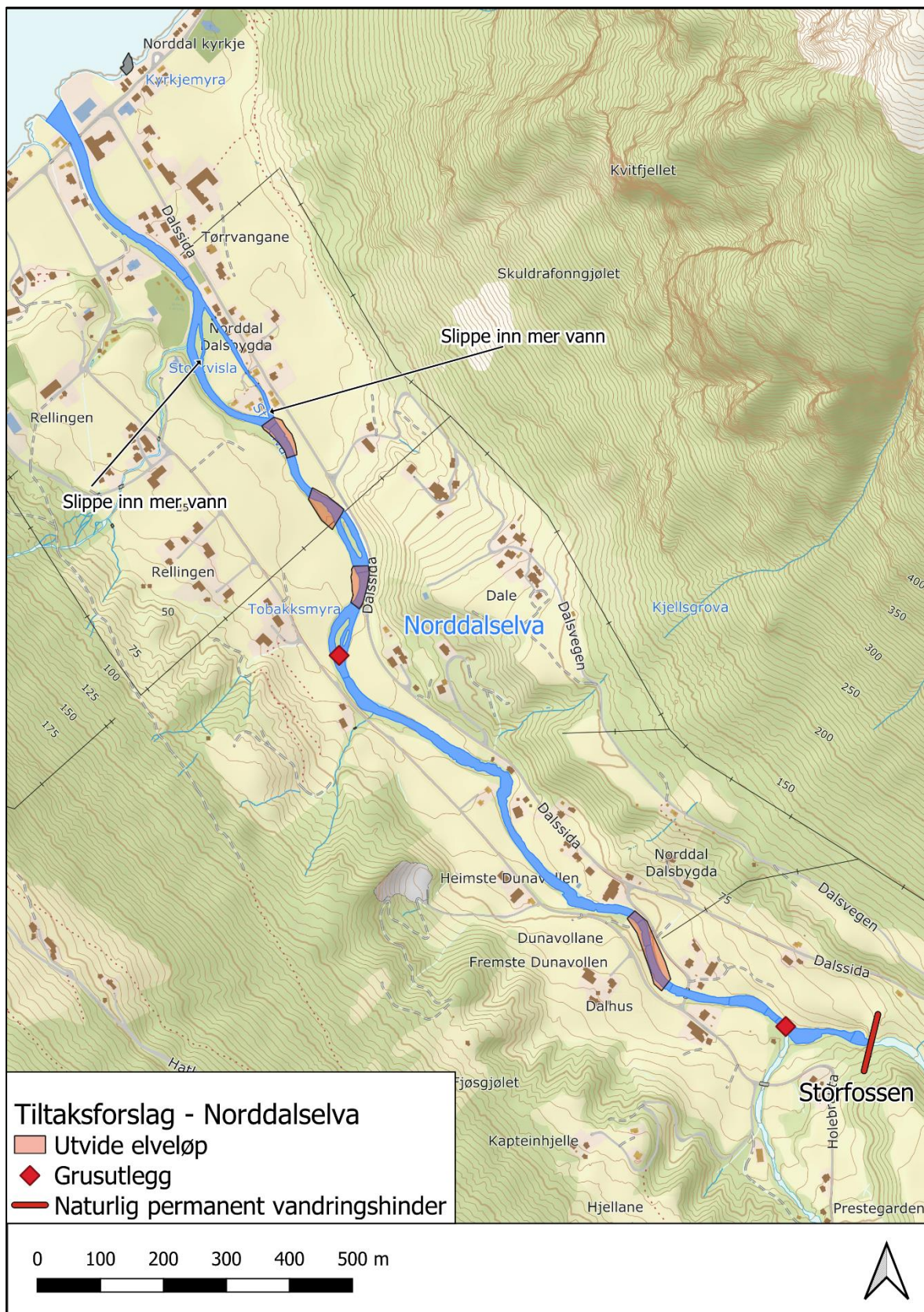
Som andreprioritet er det foreslått å øke gjennomstrømmingen i to sideløp i nedre del av elva. Dette er ikke avstengte sideløp (**Figur 16**), men sideløp som over tid sannsynligvis har fått redusert vannmengde dels på grunn av kanalisering av elven. Dette kan enkelt gjennomføres med en liten gravemaskin, hvor man senker innløpet til de to sideløpene samtidig som man legger ut eller flytter enkelte store steinblokker for å lede mer vann i retning sideløpene. Resultatet vil være bedre oppveksthabitat for ungfisk i sideløpene, som sikres mot uttørking om vinteren. Det øverste av de to sideløpene bør prioriteres høyest. Merk at det ikke må slippes så mye vann at det blir fare for erosjon eller flomskader på bygninger. Målet er å unngå at sideløpene tørker ut på lav vannføring, ikke at de får mer vann på høy vannføring.

Dersom tiltak 1 i **tabell 8** ikke gjennomføres, kan man som et alternativ prøve utlegg av gytegrus for å bedre gyteforholdene. Det anbefales i så fall at grus legges ut i hauger langs land, for eksempel ved utløpet av Dyrdøla og i svingen oppstrøms hølen Stamparen (se **Figur 16**). En mengde på ca. 10 m<sup>3</sup> på

hvert av de to punktene vil egne seg som et forsøk, der formålet er at elven selv skal spre grusen nedover og deponere den på egnede gyteområder. Over tid vil imidlertid grusen trolig bli spylt ut, og tiltaket må i så fall gjentas med noen års mellomrom. Utviding av elveløpet (se over) er derfor et bedre og mer varig tiltak for å bedre gyteforholdene.

Det anbefales at kantvegetasjonen langs hele Norddalselva reetableres. Dersom dette gjøres ved at man lar ny vegetasjon som vokser til få stå urørt, vil tiltaket være gratis. Eventuelt kan man plante trær langs elva, noe som vil gå raskere, men medføre kostnader.

De to tersklene ved broen på Dalhus har fungert etter hensikten, da det ble registrert gyting på oppsiden av begge tersklene høsten 2022. Den nederste terskelen er delvis ødelagt av flom, men fungerer fortsatt godt. Det er imidlertid sannsynlig at begge tersklene over tid vil bli ødelagt i nye flommer, og vi anbefaler at disse vedlikeholdes for å opprettholde gyteområdene. Terskler med en spalte i midten gir sannsynligvis best resultat.



Figur 16. Kart over foreslåtte tiltak i Norddalselva.



## 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.
- Fergus, T., Hoseth, K.A. & Sæterbø, E. 2010. *Vassdragshåndboka: håndbok i vassdragsteknikk*, Trondheim, Tapir akademisk forl.
- 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.
- 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 laksevassdrag*. NINA Temahefte 52, 90 s.
- Gabrielsen, S.-E., Skår, B., Espedal, O.E., Postler, C., Stranzl, S. & Stöger, L. 2020. Habitatkartlegging av Etnevassdraget. NORCE LFI, 103 s.
- Irgens, C. & Kambestad, M. 2019. Fiskebiologiske undersøkelser i Norddalselva i 2018. Rådgivende Biologer AS, rapport 2874, 16 s.
- Kambestad, M. 2018. Fiskebiologiske undersøkelser i Norddalselva i 2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2712, 21 s.
- 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.
- 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.
- Staubo, I., Carm, K., Høegh, B.Å., L'Abée-Lund, J.H. & Solheim, S.Å. 2019. Kantvegetasjon langs vassdrag. *NVE Veileder* 2/2019, 19 s.