

Fortunselvi – hydrologi og ferskvannssøkologi



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Hydro Aluminium AS, Hydro Energi Sogn AS
 Tittel på rapport: Fortunselvi - hydrologi og ferskvannsökologi
 Oppdragsnavn: Fortun overlevelseshgroper
 Oppdragsnummer: 639758-01
 Utarbeidet av: Hilde Ruud, Martin Solbakken Løvaas, Dina Norum Kivle
 Oppdragsleder: Hilde Ruud

02	13. jun. 2023	Revidert	MSL	HR
01	2. jun. 2023	Nytt dokument	MSL, DNK, SN	HMK, HR
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Sammendrag

Det er gjennomført en omfattende analyse av Fortunselvi (innerst i Sognefjorden, Luster kommune) for å kartlegge hydrologi og ferskvannsøkologi, med hensikt å kunne etablere varige tiltak som gir bedre vilkår for fisk. Analyseområdet deles mellom Øyane og strekningen Bjørk-Skagen, inkludert sideelvene Haugelvi og Øvelandsgrovi. Det er kartlagt elveklasser og hydromorfologisk utvikling for alle de aktuelle områdene. Hydraulikk og erosjonspotensiale er viktig i utformingen av tiltak. Det er gjort beregninger for middelflom, 20-årsflom, lavvannssituasjon, samt ulike scenario med klimapåslag og effekten av tenkte tiltak.

Ved Øyane Øvre er det en del usikkerhet knytte til reelt grunnvannsnivå, og hvor omfattende et tiltak vil bli. Usikkerheten for utforming og funksjonalitet taler for at det **ikke gjøres tiltak ved Øyane Øvre**. Ved Øyane Midtre er det mulig å etablere overlevelseshop med begrenset bunnsenkning, etablering av djupål og steinutlegg. Helheten tilsier at **tiltak ved Øyane Midtre anbefales**. Øyane Nedre innebærer et minimalt inngrep i elva, der en naturlig kulp skal sikres, samtidig som det skapes mer skjul og varierte strømninger. **Tiltak ved Øyane Nedre anbefales**.

For strekningen Bjørk-Skagen er morfologien preget av finsediment og blandet kulp-stryk. Det er rolige vannstrømmer med mye landbruksareal og en gradvis kanalisering av elveløpene. Det anbefales en trinnvis fremgangsmåte, der **Trinn 1** er å skape mer skjul gjennom ripping, etablering av djupål og steinutlegg. **Trinn 2** er å bygge om dagens terskel til et 'naturlig brekk', som gir en mer naturlig dynamikk i strømninger og massetransport. Tiltak rundt tersklene er utfordrende, men vil kunne ha god effekt.

For sideelvene Haugelvi og Øvelandsgrovi burde naturlig kantvegetasjon reetableres. Variasjon i bunnforhold og strømning burde gjenskapas gjennom rotvelt og utlegg av steingrupper og grus. Kulverten ved Øvelandsgrovi sitt utløp i Fortunselvi, må erstattes med en konstruksjon som tillater fiskevandring og bedre gjennomstrømning. **Effekten av habitattiltak i sideelvene vurderes som svært formålstjenlig**.

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av Hydra Energi Sogn AS for hydrologiske og morfologisk analyse av Fortunselvi og videre vurdering av mulige habitattiltak for å bedre levevilkår for fisk og bunndyr.

Arbeidet har vært en kombinasjon av fjernanalyse og befaring, gjennomført i perioden mars – juni 2023. Hilde Ruud (landskapsarkitekt MNLA) har vært oppdragsleder for Asplan Viak, medarbeidere har vært Dina Norum Kivle (ferskvannsbiologi) og Martin Solbakken Løvaas (hydrologi og morfologi).

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Knut Stokkenes, han var også delaktig under befaringen av analyseområdet.

Der ikke annet er spesifisert, er Asplan Viak opphaver på figurer og bilder.

Leikanger, 13.06.2023

Hilde Ruud

Oppdragsleder og kvalitetssikrer

1.	Bakgrunn	6
1.1.	Områdebeskrivelse	6
1.2.	Dagens økologiske tilstand	7
2.	Hydrologiske beregninger	10
2.1.	Forbehold og bruk av resultater	10
2.2.	Valgt gjentakintervall	11
2.3.	Nedbørfeltet	11
2.4.	Flomberegning Fortunselvi	14
2.5.	Flomberegning sidebekker	15
2.6.	Klimapåslag	15
2.7.	Endelig estimat for flomverdier	16
3.	Hydraulisk beregning og modelloppsett	17
3.1.	Programvare og modelltype	17
3.2.	Terrengmodell	17
3.3.	Analyseområder	19
3.4.	Grenseverdier	20
3.5.	Friksjonsforhold	21
4.	Øyane	22
4.1.	Områdebeskrivelse	22
4.2.	Morfologisk utvikling	24
4.3.	Vannføring og massetransport	28
4.4.	Grunnvannsnivå	31
4.5.	Mulige tiltak - Overlevelseshgroper	32
4.6.	Konsekvenser av habitattiltak	36
5.	Strekninga Skagen - Steig	37
5.1.	Områdebeskrivelse	37
5.2.	Morfologisk utvikling	39
5.3.	Vannføring og massetransport	40
5.4.	Fremtidige flommer	42
5.5.	Mulige habitattiltak	44
5.6.	Anbefalinger for habitattiltak	46
5.7.	Konsekvenser av habitattiltak	49
6.	Øvelandsgrovi og Haugelvi	50
6.1.	Behovet til tiltak	50
6.2.	Habitattiltak i Haugelvi	53
6.3.	Habitattiltak i Øvelandsgrovi	55
7.	Konklusjon	57

1. Bakgrunn

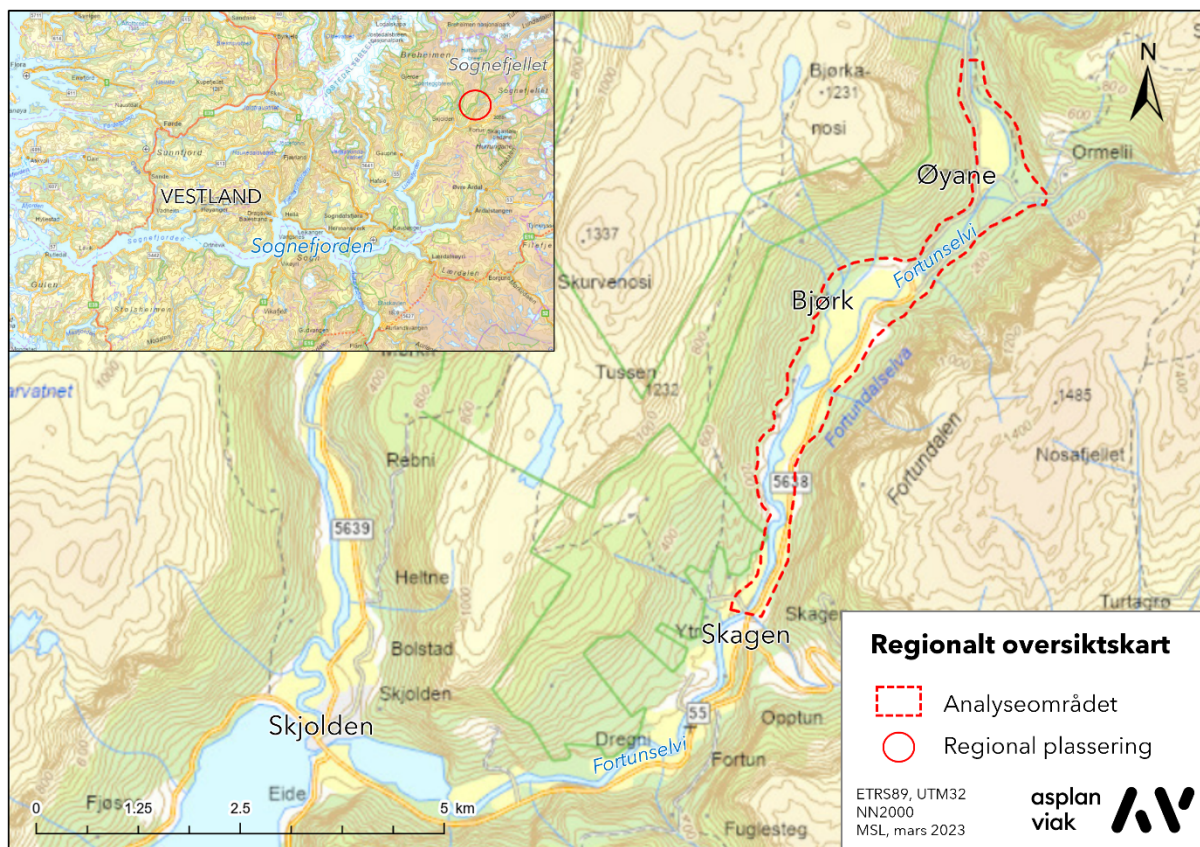
Asplan Viak er engasjert av Hydro Energi AS for å vurdere tiltak som kan forbedre oppvekst- og levevilkår for fisk i Fortunselvi slik at bestanden tar seg opp. Utredningen tar sikte på en helhetlig tilnærming med hydrologi og ferskvannsøkologi i fokus. Asplan Viak har tidligere arbeidet med kartlegging av morfologiske endringer, undersøkelser av effekten av tiltak og detaljplaner for ulike strekninger. Asplan Viak etterstreber en helhetlig tilnærming, intensjonen er at det i størst mulig grad skal vurderes flere aspekter underveis, slik at tiltakene blir varige og at flest mulig interesser langs elva ivaretas, herunder fisk, landbruk og kraftproduksjon.

1.1. Områdebeskrivelse

Fortunselvi ligger i Luster kommune, innerst i Sognefjorden. Området er preget av lange, dype fjorder og daler. Fortunselvi drenerer store fjellområder, deriblant mye av Sognefjellet, med topper vel over 2000 moh.

Fortunselvi renner gjennom fluviale og glasifluviale avsetninger, tilgangen på eroderbare masser er derfor god og elva anses som svært masseførende. Flomsletter og elveterrasser langs elven er opparbeidet til landbruk. De siste ti årene har det vært flere ødeleggende flommer i vassdraget, som igjen har resultert i flere omfattende tiltak for å håndtere flomfaren, både i privat og offentlig regi.

Områdene som er i fokus i denne rapporten kan deles i to. Lengst opp i vassdraget er det strekningen ved Øyane som er aktuell for mulig plassering av overlevelseshager, se Figur 1-1. Litt lengre nedstrøms er det strekningen mellom Bjørk (Holmastad) og Skagen som undersøkes for mulig habitatforbedrende tiltak. Dette gjelder også sideelvene nedstrøms Bjørk som ble kraftig erodert under en storflom i 2018. Sideelvene har i ettertid blitt tilbakeført til sitt opprinnelige løp, men naturlige habitat er kraftig forringet. Alle områder er presentert i Figur 1-1.



Figur 1-1: Regionalt oversiktskart for analyseområdet i Fortunsdalen, innerst i Sognefjorden, Vestland fylke.

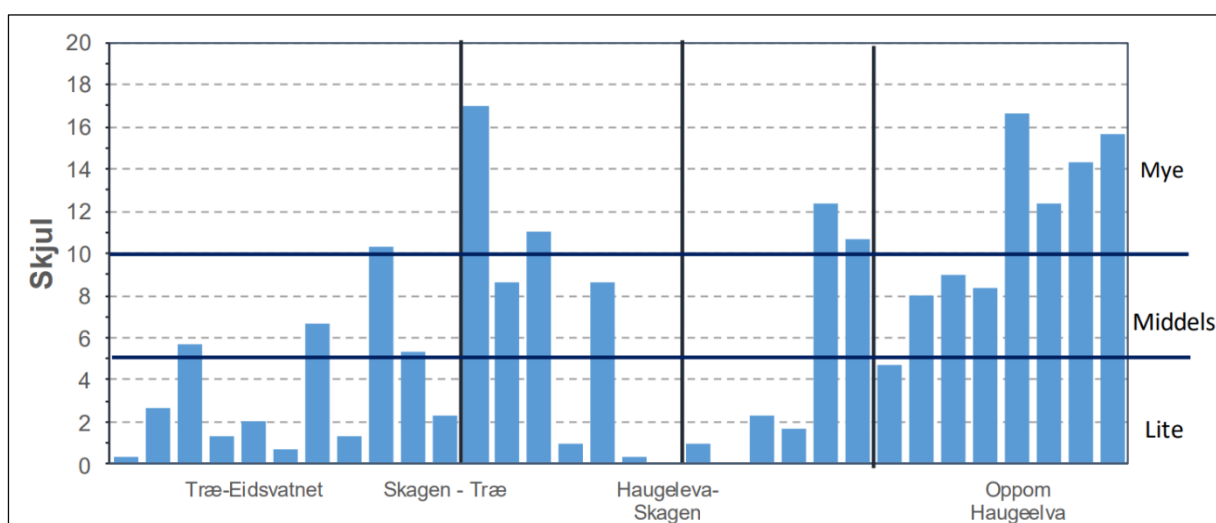
1.2. Dagens økologiske tilstand

Tilgjengelig datagrunnlag kan beskrives som godt og strekker seg fra 1964 til i 2023. Siden 60-tallet har det vært en gradvis kanalisering, reduksjon av kantvegetasjon og reduserte flomtopper og økt andel jordbruksareal langs Fortunselvi. Elva har vært regulert for vannkraft siden midten av 60-tallet, og dalbunnen har "alltid" vært utnyttet til landbruk. På 80-tallet ble det bygget en rekke terskler – tidligere et vanlig tiltak for å sikre vannspeil selv på lave vannføringer. Enkelte av tersklene kan utgjøre vandringshinder for yngre årsklasser, særlig dersom det er et relativt stort sprang. For voksen laksefisk er det uproblematisk å forsere, med mindre det er ekstremt lav vannføring. Det finnes også et godt grunnlag med kartlegging av gyteplasser, fisketellinger og fangstdata.

Rådgivende Biologer (2016) har gjort gjentatte undersøkelser og overvåking av fiskebestanden i elva. Bestanden av laks og ørret har over de siste årene økt noe. Før kraftutbyggingen var vannet sommerstid preget av smeltevann fra breene, mye sedimenttransport og dårlig sikt. Kaldt smeltevann ga dårlige oppvekstvilkår for fisk. Etter regulering økte vanntemperaturen om sommeren, og suspendert materiale ble redusert.

Det er nå den tidvis svært lave vintervannføringen som er den mest fremtredende flaskehalsen for fisken. Enkelte steder blir elvebunnen i tillegg totalt tørrlagt ved tørrvær vinterstid da koblingen til grunnvannet ikke er ideell, og bunnsubstratet er svært permeabelt.

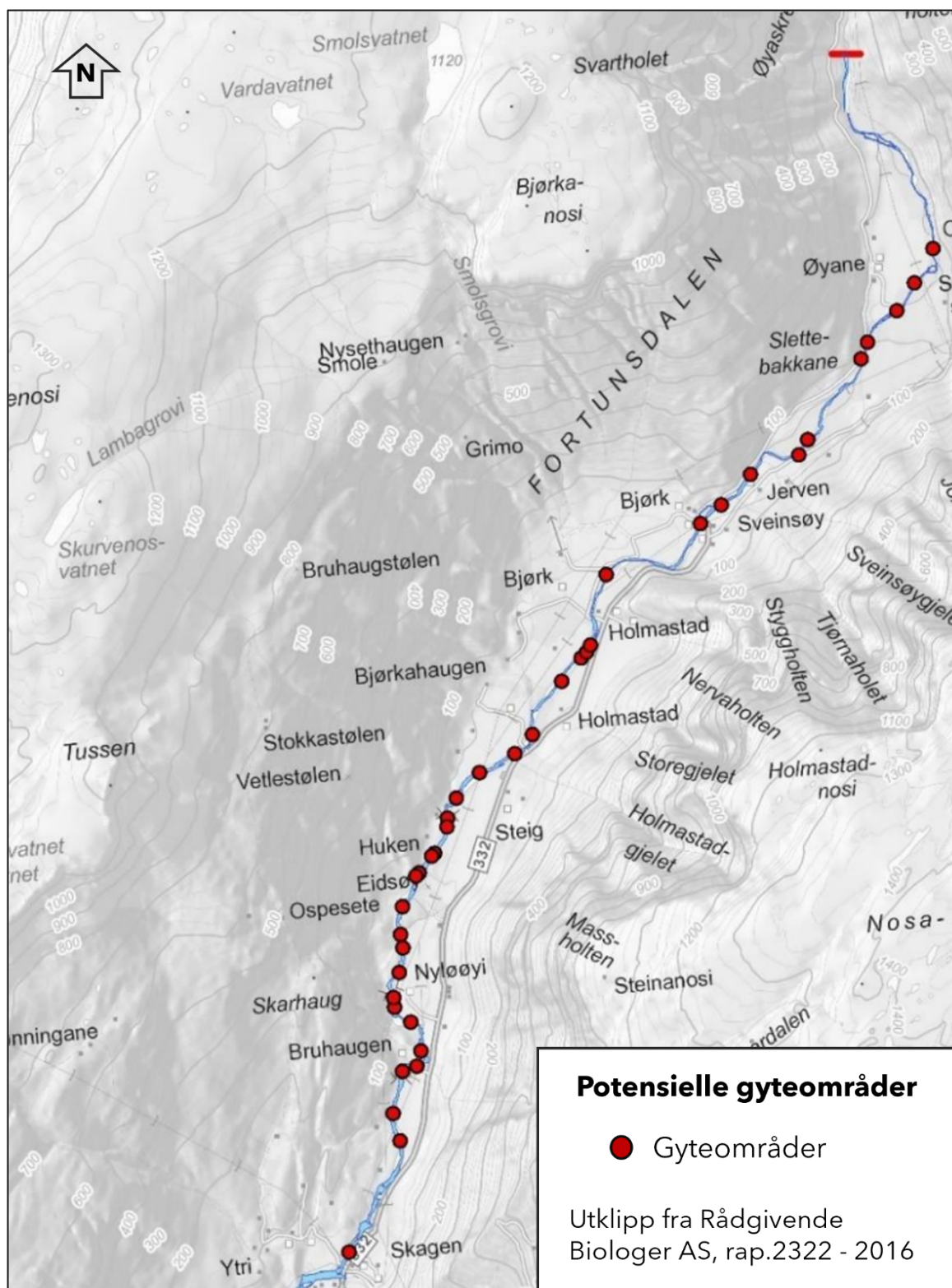
Rådgivende Biologer har kartlagt graden av skjul i og langs elvebunnen for den aktuelle strekningen, resultatet er presentert i Figur 1-2. Det anslås at det er rimelig greit med skjul i øvre deler. "Oppom Haugevi" tilsvarer området rundt Bjørk og videre oppstrøms - men dette er også områder som blir en flaskehals ved lave vannføringer. Nedstrøms Bjørk og sideelvene (Haugevi) er det veldig lite skjul - her er det rom for store forbedringer.



Figur 1-2: Kartlegging av skjul i Fortunselvi. Gjengitt fra Rådgivende Biologer 2016.

Hydro Energi AS gjør et omfattende kultiveringsarbeid med eget settefiskanlegg og omfattende gendatabase. Rådgivende Biologer (2016) har kartlagt potensielle gyteområder i elva, et relevant kartutsnitt er gjengitt i Figur 1-3.

Det konkluderes med at tørrlegging av elveløpet og avsnerving av kulper er den største utfordringen for bestanden. Samtidig poengteres det at reguleringen har ført til økte vanntemperaturer og bedre sikt - forhold som har en positiv innvirkning på bestanden. Forslagene fra Rådgivende Biologer for mulige tiltak, er minstevannføring og habitatrestaurering i elva.



Figur 1-3: Potensielle gyteområder i den aktuelle strekningen av Fortunselvi. Gjengitt fra Rådgivende Biologer 2016.

2. Hydrologiske beregninger

Flomberegninger for Fortunselvi er gjort med utgangspunkt i NVEs veileder 01/2022. Det er benyttet tilsvarende metodikk for begge de to analyseområdene, foruten to sideelver nedstrøms Bjørk, Haugelvi og Øvelandsgrovi. For sideelvene er det benyttet en forenklet fremgangsmåte med NIFS-formel, da feltene er små og uregulerte.

Gjennomgang av hydrologisk datagrunnlag, beregningsmetodikk og estimerte vannmengder beskrives i påfølgende kapitler.

2.1. Forbehold og bruk av resultater

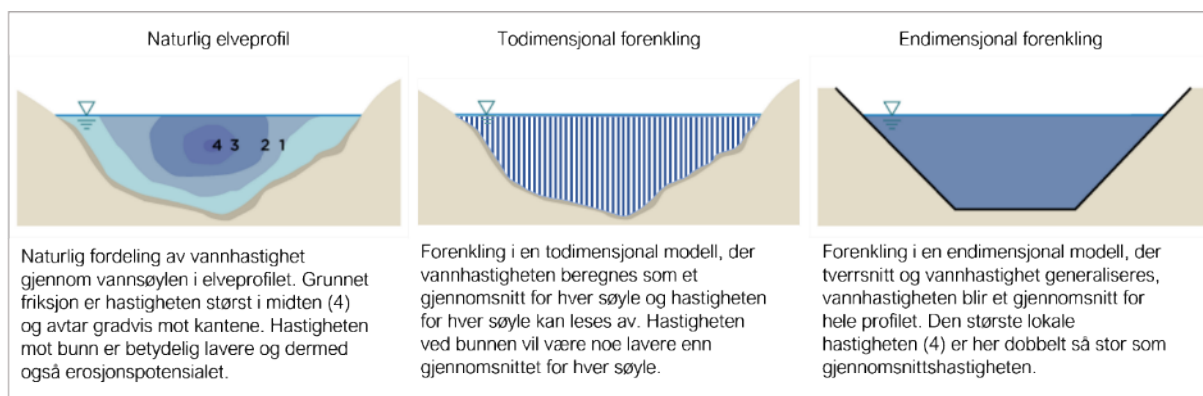
2.1.1. Forbehold

Det aktuelle vassdraget er sterkt regulert, og det er ikke benyttet overføringskurver fra magasiner eller i utstrakt grad tatt høyde for effekten fra reguleringen. Flomberegningene er basert på to suboptimale målestasjoner i vassdraget. Den ene har lang måleserie, men lagt ned på 80-tallet. Den andre har en kort og noe mangelfull måleserie fra 2014 til i dag. Kartleggingen er med dette ikke gjeldene for flomsone eller for dimensjonering i henhold til gjeldene veiledere.

Hensikten med denne utredningen er å undersøke hydrauliske forhold, samt erosjonspotensial ved ulike vannføringer. Resultatene benyttes videre til å kartlegge fluvial morfologi og som en pekepinn for hvor tiltak som fattes blir varige og oppnår ønsket effekt. Kontroll på hydrauliske forhold underveis i arbeidet vil også øke forståelsen for lokale forhold, slik at tiltakene ikke forverrer dagens flomsituasjon.

2.1.2. Forenklinger

Resultatet fra den hydrauliske modelleringen (Kapittel 3) blir benyttet for vurdering av erosjonspotensialet, men sammenlignet med et naturlig elveprofil er det gjort noen forenklinger. Som Figur 2-1 viser, vil vannhastigheten i elveprofilet variere – men i en todimensjonal modellering blir vannhastigheten (og dybden) beregnet for en rekke søyler. Den største hastigheten i elva under en gitt flom vil derfor være noe høyere enn det som fremkommer i beregningene, men hastighetene langs bunnen vil være noe lavere (dermed også erosjonspotensialet). De vannhastighetene som benyttes kan derfor anses som noe konservativt.



Figur 2-1: Skjematisk fremstilling av de forenklinger som gjøres i modelleringene. Annotert etter NVE (2021).

2.2. Valgt gjentakintervall

I en typisk flomsonekartlegging, dimensjonering av kulverter eller lignende, er det klare føringer fra TEK 17, Statens vegvesen eller NVE, når det gjelder å bestemme gjentakintervall. Habitattiltak i vassdrag er ikke omtalt i gjeldene veiledere, og det er gjort en skjønnsmessig vurdering i dialog med oppdragsgiver for å bestemme dimensjonerende gjentakintervall. Et viktig poeng er at de tiltakene som etableres skal være relativt varige. Samtidig er en generell regel for inngrep i, eller i nærheten av vassdrag, at flomsituasjonen ikke skal forverres.

Med bakgrunn i overnevnte argumentasjon er det valgt å ta utgangspunkt i middelflom og 20-årsflom for Fortunselvi. I tillegg vil det legges til en klimafaktor for å hensynta pågående endringer og en mulig økning i både hyppighet og flomstørrelse i kommende år.

2.3. Nedbørfeltet

2.3.1. Beskrivelse av nedbørfelt

Det er to nedbørfelt som er sentrale for flomberegning og vurdering av hydrauliske forhold i Fortunselvi. Oppstrøms Skagen er det et felt på 370 km² som dreneres gjennom Fortunselvi, og ved Øyane er nedbørfeltet beregnet til 216 km². Den høye reguleringsgraden bidrar til en viss flomdemping, avhengig av fyllingsgraden og kraftproduksjon. Kraftprodusenten har en viktig rolle, og et ansvar, til å bidra til flomdemping i regulerte vassdrag. Vannføringsdata viser at flomskapende sesong er vårløsningen og ekstremnedbør på høsten, typisk i kombinasjon med snøsmelting. Sistnevnte var opphavet til en svært ødeleggende storflom i 2018.

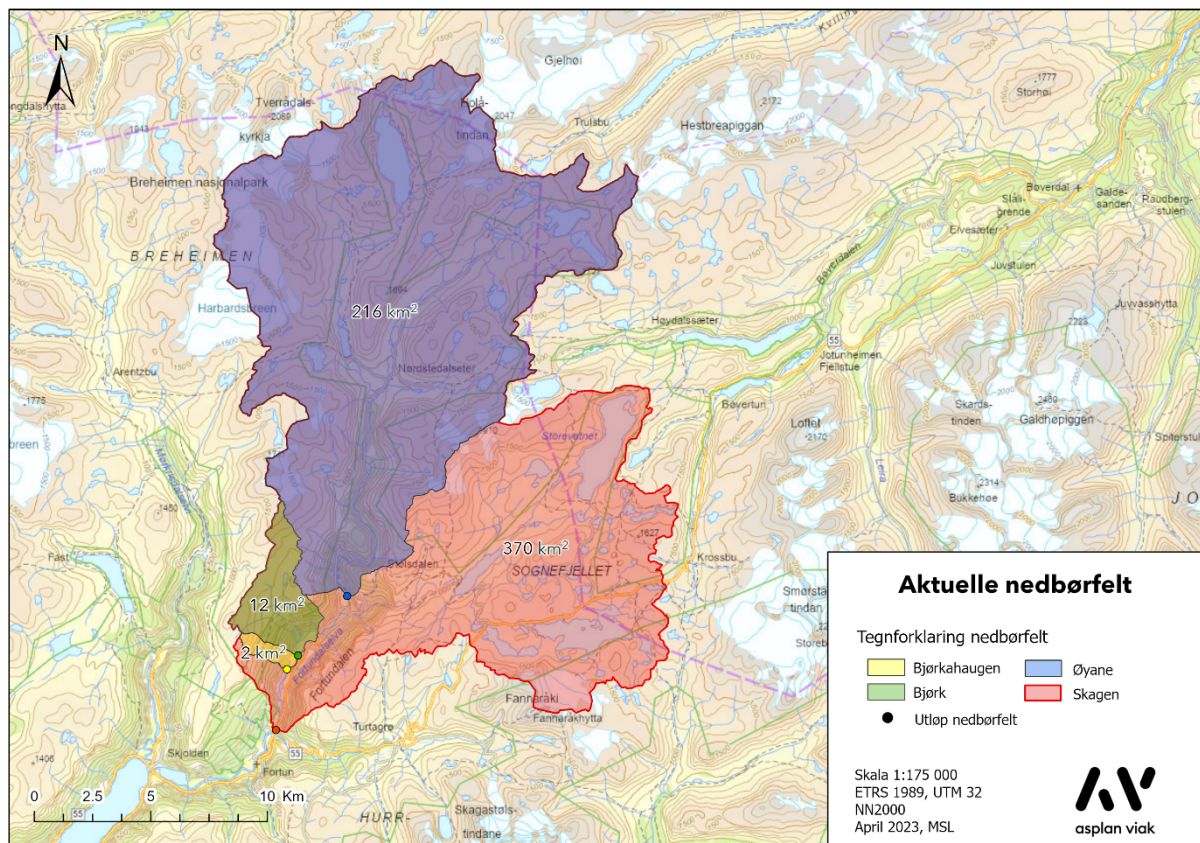
Tabell 2-1: Sentrale feltparametere for de aktuelle hovedfeltene i Fortunselvi.

Hovedfelt Fortunselvi	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Felt lengde [km]	Maks høyde [moh.]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Dyrket mark [%]	q _N * [l/s·km ²]
Øyane	216	0.37	23.0	2033	3.8	77.7	0.0	50.9
Skagen	370	0.33	29.7	2062	6.3	75.6	0.4	49.8

Det er tatt høyde for to sidebækker med tilhørende nedbørfelt. Feltene er små, bratte og har relativt mye snaufjell - egenskaper som indikerer svært rask respons på intens nedbør. Feltparametere er gitt i Tabell 2-2. Utstrekning og plassering for de aktuelle nedbørfeltene er presentert i Figur 2-2.

Tabell 2-2: Sentrale feltparametere for de aktuelle mindre delfeltene for sidebækkene til Fortunselvi.

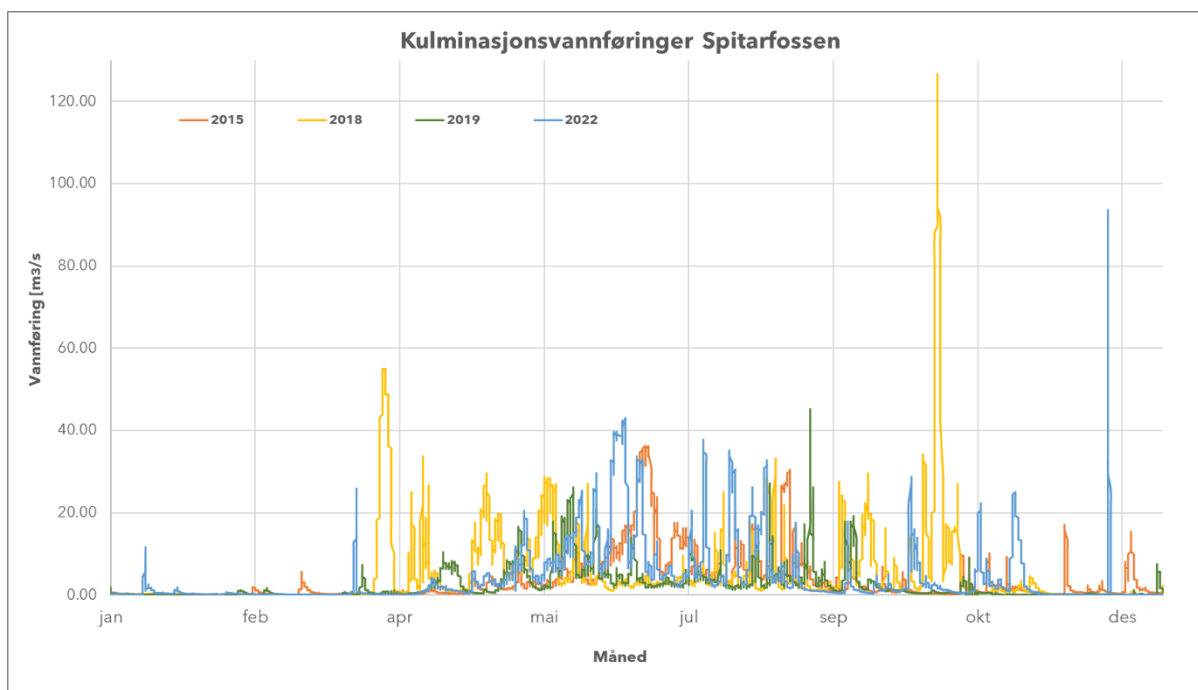
Delfelt Fortunselvi	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Felt lengde [km]	Maks høyde [moh.]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Dyrket mark [%]	q _N * [l/s·km ²]
Bjørk (Haugelvi)	11.8	0.26	6.5	1582	21.7	73.3	1.7	38.6
Bjørkahaugen (Øvelandsgrovi)	1.9	0	2.5	1289	59.0	36.2	2.1	27.9



Figur 2-2: Utstrekning og plassering av de aktuelle nedbørfeltene. Feltene er generert i SCALGO Live.

2.3.2. Tilgjengelig vannføringsdata

Det er flere målestasjoner med vannføringsdata, både i Fortunsdalen og nabodalen mot vest, Mørkrisdalen. Det foreligger måleserier fra 75.74.0 Spitarfoss, 75.2.0 Ytri bru, og 75.22.0 Gilja. Førstnevnte ligger i Fortunselvi, et stykke oppstrøms Øyane, og dekker et begrenset tidsrom fra 2014 - 2023. Det er enkeltår (presentert i Figur 2-3) der dataserien virker representativ, men datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig for en fullstendig statistisk analyse. Vannføringsserien fra Spitarfoss har flere hull og angivelig en del forstyrrelser fra is eller andre forhold som gir kunstig høye målinger. Måleserien vist i Figur 2-3 er basert på rådata som har blitt redigert for åpenbare feil. Måleserien er for kort til å kunne si noe med statistisk tyngde, men den tegner et bilde av lite vannføring på vinteren, en relativt dempet vårflo som magasinene bidrar til flomdemping, mens det er ekstremnedbør (kombinert med snøsmelting) som skapte flommene i 2018 og 2020.



Figur 2-3: Utvalgte vannføringsserier fra 75.74.0 Spitarfoss. Grafen viser kulminasjonsdata, redigert for grove og åpenbare feil.

Stasjonen 75.2.0 ved Ytri bru ligger like oppstrøms Skagen kraftverk og ble etablert i 1918, men så lagt ned allerede i 1980. Inntil nedleggelsen anses måleserien som god på middels- og høye vannføringer. Det foreligger 16 år med kulminasjonsdata fra tidsperioden etter kraftutbyggingen

Målestasjonen 75.22.0 Gilja ligger i nabodalen mot vest, Mørkrisdalen. Stasjonen har svært representative feltparametere sammenlignet med nedbørfeltet ved Øyane. Måleserien

anses som lang og med god kvalitet. Det er derimot problematisk at det er ulik grad av regulering i de to vassdragene. Totalvurderingen er dermed at Gilja ikke kan benyttes.

2.4. Flomberegning Fortunselvi

2.4.1. Lokal flomfrekvensanalyse

NVE (01/2022) anbefaler at det i størst mulig grad benyttes kulminasjonsdata der dette foreligger og har tilstrekkelig kvalitet. Lokal flomfrekvensanalyse (FFA) for Fortunselvi-vassdraget er utført på lokale kulminasjonsdata (16 år) fra målestasjon 75.2.0 Ytri bru. Dette er ifølge NVE (01/2022) for få år til å kunne utføre en fullverdig flomfrekvensanalyse. Metoden er benyttet til tross for dette, da det er det datagrunnlaget som er mest representativ, selv om det har åpenbare mangler. I tillegg er resultatene sammenlignet med en enda kortere måleserie fra 75.74.0 Spitarfoss, der det foreligger (mangelfull) vannføringsdata fra 2014-2023. Tilgjengelig vannføringsdata er omtalt i kapittel 2.3.2.

Totalvurderingen er at metodikken og grunnlaget som er benyttet anses som det som gir best mulig resultat gitt tilgjengelig rådata.

Verdier for estimert middel- og 20-årsflom i Fortunselvi ved Øyane er presentert i Tabell 2-3 og Tabell 2-4.

Tabell 2-3: Parameterfordeling, beregnet middelflom og vekstkurve.

Målestasjon	Parameter- fordeling	Middelflom [l/s·km ²]	Q ₂₀ /Q _M [-]
75.2.0 Ytri bru - Fortun	Gumbell	199	2.015

Tabell 2-4: Estimert middel og 20-årsflom i Fortunselvi v/Øyane ved bruk av FFA.

Felt	Middelflom		20-årsflom	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]	[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Fortunselvi v/ Øyane	199	43.03	401	86.70

2.4.2. Vekstkurve

Vekstkurven fra regionale formelverk anses generelt som svært robust. I flomfrekvensanalyser beregnes det en vekstkurve basert på observerte verdier. Vekstkurven sier noe om forholdet mellom middelflom og et gitt gjentakintervall. For Fortunvassdraget er det beregnet vekstkurver fra RFFA-2018 (1.642), og FFA (2.015). På grunn av noe

mangelfullt datasett er det valgt å beregne en vekstkurve der også regionale formelverk inkluderes. Det er derfor benyttet en vekstkurve på 1.83, gjennomsnittet av overnevnte verdier.

2.5. Flomberegning sidebekker

2.5.1. Regionalt formelverk (NIFS)

Sidebekkene Øvelandsgrovi og Haugelvi er innenfor gyldighetsområdet for RFFA-NIFS, som er et regionalt formelverk beregnet på små (<60 km²), uregulerte nedbørfelt. Det er benyttet verdier direkte fra NVEs digitale beregningsverktøy, NEVINA Beregningsmetoden beregner middelflom og vekstkurver for kulminasjonsverdier. Det er generelt en viss usikkerhet knyttet til indeksflommen (middelflom), men vekstkurveforholdet anses som svært stabilt. Beregning av flomverdier for sidebekkene ved bruk av RFFA-NIFS er oppsummert i Tabell 2-5.

Tabell 2-5: Estimerte flomverdier for flomverdier, basert på RFFA-NIFS.

Felt	Middelflom (kulm.)		20-årsflom (kulm.)	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]	[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Haugelvi	720	8.5	1209	14.3
Øvelandsgrovi		1.4		2.4

2.6. Klimapåslag

I henhold til klimaprofilen for Sogn og Fjordane, skal det benyttes et klimapåslag på 20% eller 40%. Det største klimapåslaget er forbeholdt små, bratte felt – områder som vil respondere rask ved ekstremnedbør. Når det gjelder store felt, med stor grad av reglering, anbefales det å benytte 20 % klimapåslag da det er en større grad av selvregulering. I store felt er det i tillegg typiske snøsmelteflommer som dominerer. Framskrivinger om et våtere og varmere klima vil kunne gi mindre snø i terrenget og mer nedbør som regn. Tilfeller med styrtregn vil også øke i både antall og intensitet. Snøsmelting kombinert med regn kan imidlertid også skape store flommer, og opptrer typisk på høsten. Sistnevnte var tilfellet i oktober 2018.

Reguleringsgraden og feltstørrelsen tilsier at det skal benyttes 20% klimapåslag for Fortunselvi. Sidebekkene har mindre areal og er uregulerte felt, der er det benyttet 40% klimapåslag.

2.7. Endelig estimat for flomverdier

Tabell 2-6 oppsummerer estimerte verdier for middelflom og 20-årsflom for de aktuelle elvestrekningene og sidebekkene i Fortunsdalen. Verdier for Øvelandsgrovi og Haugelvi er beregnet med RFFA-NIFS, og har et høyere klimapåslag enn Fortunselvi. Vannføringsdata fra Spitarfoss gir samtidig en indikasjon på hvor treffsikker beregningen av middelflommen er, og i tilfellet for Øyane virker middelflommen fornuftig. Verdiene for Skagen er basert på skalering av beregningene for Øyane, men verdiene er kontrollert opp mot observerte verdier fra den nedlagte målestasjonen, og alt i alt er estimatene fornuftige.

Skaleringsfaktoren benyttes for å skalere vannføringsberegninger for øvrige nedbørfelt i Fortunselvi. Faktoren er utelukkende basert på feltareal, og beregnet til 1.71.

Beregningene og estimat for dimensjonerende flommer anses som tilstrekkelige til formålet med denne rapporten, men ikke dekkende for en fullverdig flomsonekartlegging i henhold til NVEs veiledere.

Tabell 2-6: Oppsummering av estimerte flomverdier for hvert av de aktuelle nedbørfeltene.

Nedbørfelt	Beregnings- metode	Middelflom		Q _M /Q ₂₀	20-årsflom	
		[m³/s]			[m³/s]	
	Kulminasjon	Dagens	Fremtidig		Dagens	Fremtidig
Øyane	FFA*	45	54	1.83	83	100
Skagen		77	92		140	168
Haugelvi	RFFA - NIFS	8.5	12.0	1.67	14.3	20.0
Øvelandsgrovi		1.4	2.0		2.4	3.4
*FFA med justert vekstkurve						

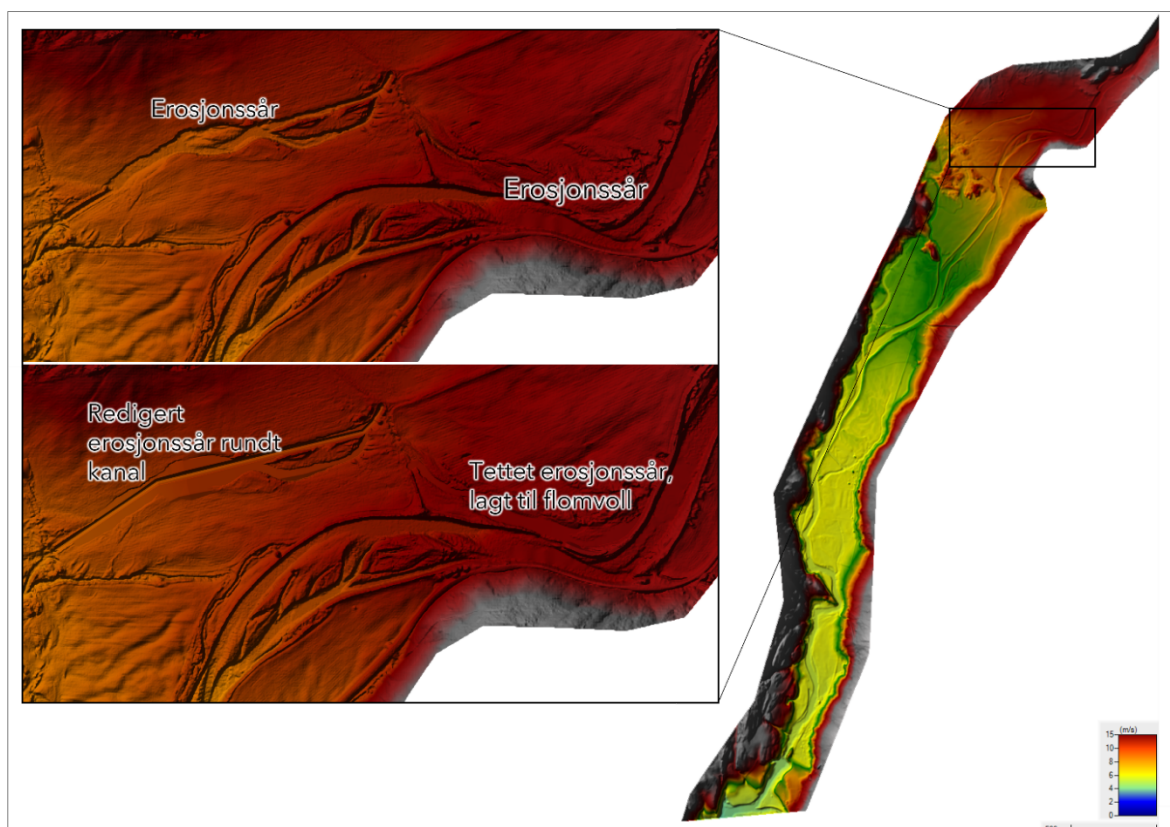
3. Hydraulisk beregning og modelloppsett

3.1. Programvare og modelltype

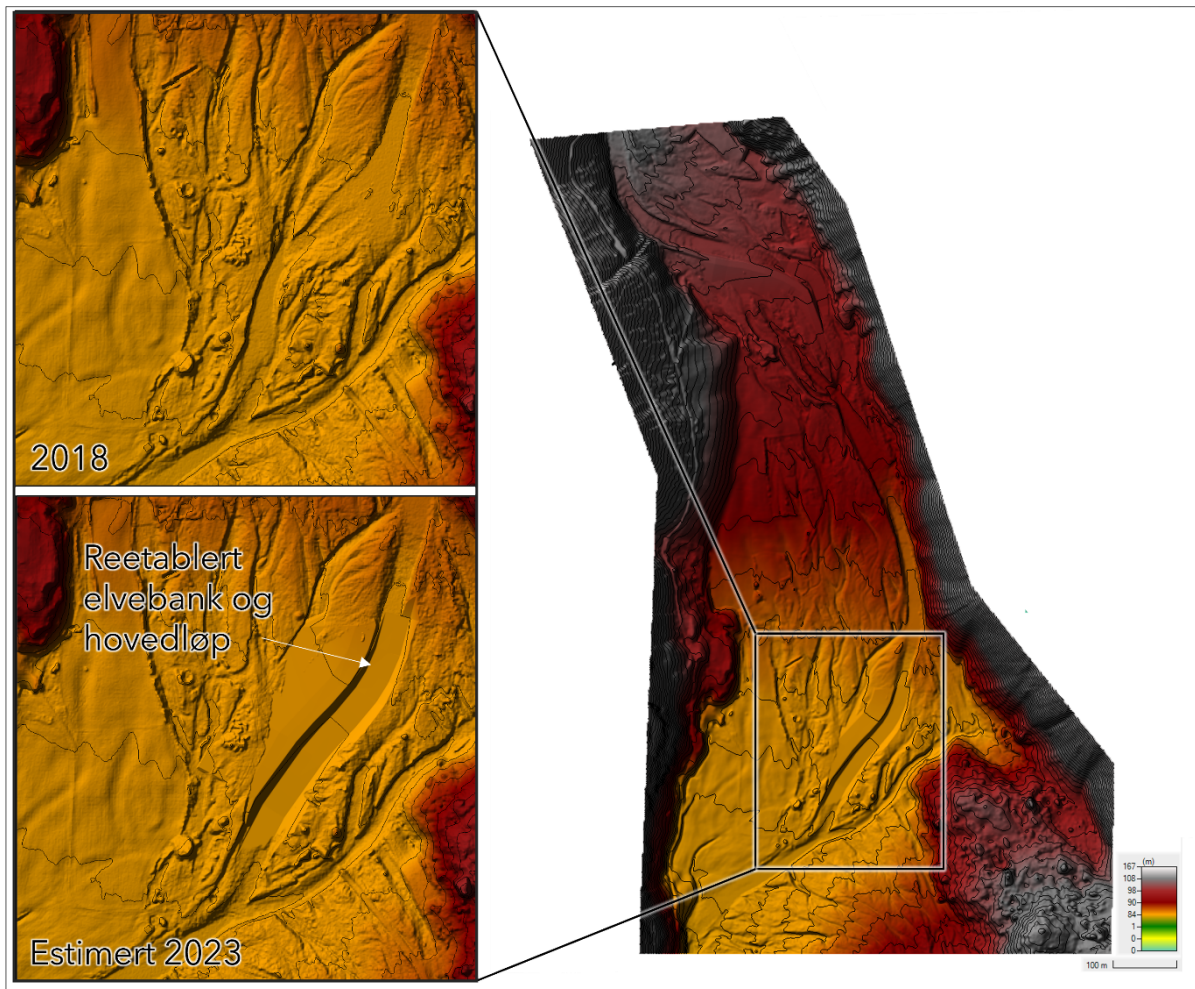
For å simulere hvordan flomvannet brer seg i terrenget og strømningsforholdene i elva, er det benyttet en todimensjonal modell i programmet HEC-RAS versjon 6.3.1. Det vil si at vannføringen er ikke-stasjonær og det muliggjør strømninger i horisontalplanet. Programvaren er utarbeidet av United States Army corps of Engineers. For videre beskrivelse av programvaren, se den spesifikke brukermanualen fra HEC-RAS.

3.2. Terrengmodell

Representasjon av terrenget er det viktigste grunnlaget i en todimensjonal modell. I Fortunsdalen er det benyttet en terrengmodell generert fra laserskanning med luftbåren laser (NVE Flaum Skjolden i Luster 2018, 2 pkt.). Terrengdata inkluderer ikke batymetri, men vannstanden virker å ha vært relativt lav, slik at grunnforholdene er tilstrekkelig godt representert. Skanningen ble utført like etter storflommen i 2018, og viser skadeomfanget der elvebredder er erodert, kollapset, og flere store hauger med akkumulert sediment i elveleiet. Terrenget er modifisert for å etterligne dagens forhold basert på flyfoto. Det er lagt til flomvoller, erosjonsskader er utbedret og noen grusbanker fjernet. Terrenget for Fortunsdalen er presentert i Figur 3-1 og Figur 3-2.



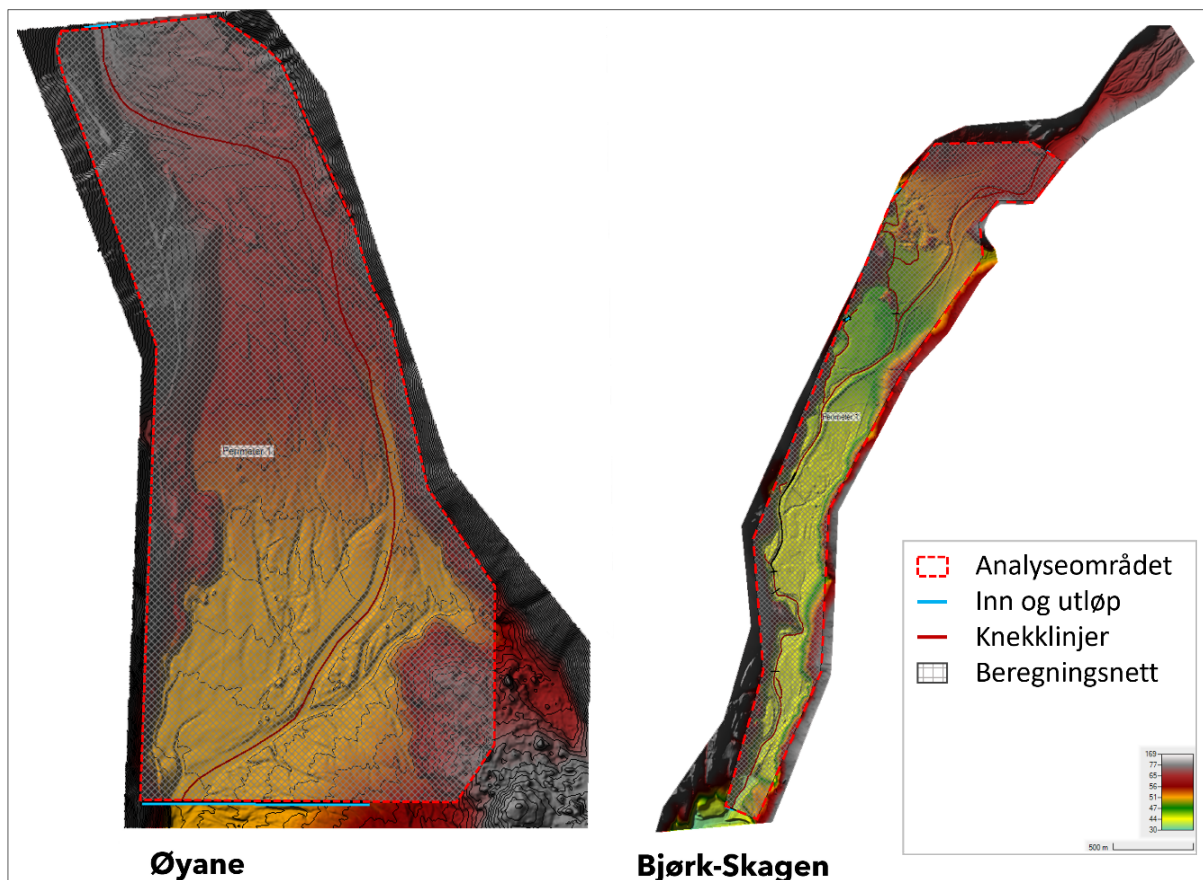
Figur 3-1: Terrengnet som ligger til grunn for hydrauliske beregninger av Fortunselvi mellom Bjørk og Skagen.



Figur 3-2: Terrengmodellen for analyseområdet ved Øyane. Det er gjort flere oppdateringen av terrenget for å i størst mulig grad representere dagens forhold. Reetablerte elveløp er lagt inn basert på flyfoto.

3.3. Analyseområder

Analyseområdene rundt henholdsvis Øyane og Bjørk-Skagen er romslig avgrenset, og vil dermed kunne fange opp strømminger utover terrenget slik at resultatet gjenspeiler den reelle situasjonen best mulig. Analyseområdet består av et beregningsnett med ruter på 4x4 meter, foruten i elveleiet der rutene er satt til 3x3 meter. Midtlinjer for Fortunselvi, sidebekker og aktuelle veier er lagt inn som "breaklines" (knekklinjer), slik at rutenettet orienteres best mulig langs denne typen strukturer. Analyseområdet, knekklinjer, og øvrig oppsett av modellen er presentert i Figur 3-3.



Figur 3-3: Analyseområdet for henholdsvis Øyane og Bjørk-Skagen. Inn- og utløp, knekklinjer - samt beregningsnett er presentert for begge områdene.

3.4. Grenseverdier

Grenseverdiene for modelleringen er viktige for strømningsforholdene ved inn- og utløp av analyseområdene. Det er benyttet samme fremgangsmåte, men ulike verdier for Bjørk-Skagen og for Øyane.

For Bjørk-Skagen er den totale vannføringen fordelt på tre innløp; Fortunselvi og de to sidebekkene Øvelandsgrovi og Haugelvi. Utløpet ved Skagen er satt til normalstrømning med gradient basert på terrengmodellen. Ved Øyane er det det ett innløp og ett utløp. Øvre grensebetingelse er satt til beregnet flomvannføring og ved utløpet er grensebetingelsen satt til normalstrømning.

Alle innløp er satt til dynamisk strømning, men en gradvis økning av vannføring opp til beregnet kulminasjonsverdi. Verdier for innløp er presentert i Tabell 3-1. For fremtidig situasjon legges det til en klimafaktor på 1.2 for alle verdier.

Tabell 3-1: Kulminasjonsverdier fordelt på de ulike innløpene (uten klimapåslag).

Innløp	Kulminasjonsverdi [m ³ /s]	
	Middelflom	20-årsflom
Fortunselvi - Øyane	45	85
Fortunselvi - Bjørk	67	124
Haugelvi	8.5	14
Øvelandsgrovi	1.4	2

3.5. Friksjonsforhold

Vannets hastighet påvirkes av friksjonsforhold, altså ruheten på overflaten som vannet strømmer over. Forholdene varierer med type underlag og utforming av elveløpet. Ruheten i modellen er gitt som Mannings tall (n), hvor høyere n-verdi betyr mer friksjon. Vegetasjon, bunnsubstrat, meandering osv. er forhold som styrer ruheten.

Forholdene er vurdert basert på flyfoto og beskrivelser fra lokalkjente. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 3-2, med utgangspunkt i standardverdier fra *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010) med noen justeringer for lokale forhold.

Tabell 3-2: Ruhetsverdier benyttet for å hensynta friksjon i den hydrauliske modelleringen.

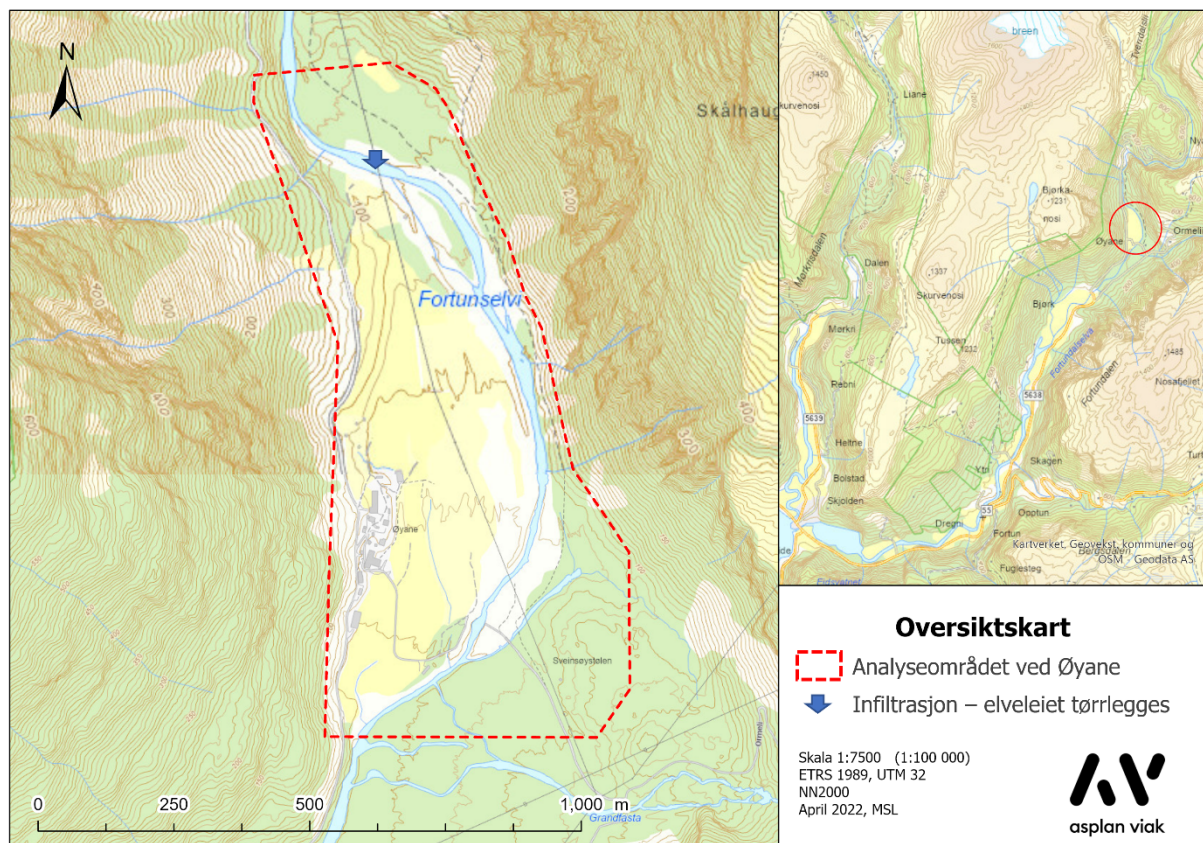
Type overflate	Mannings tall	
	n	M (=1/n)
Elveleiet	0.030	33
Innmark	0.035	29
Åpent buskelandskap	0.050	20
Skog	0.075	13
Gårdstun og veg	0.025	40

4. Øyane

4.1. Områdebeskrivelse

Analyseområdet for Øyane er presentert i Figur 4-1. Området kan beskrives som en relativt flat flomslette, som har blitt utnyttet til landbruksformål. Fortunselvi går i en stor sving gjennom området der elveløpet er kanalisert, som følge av gjentatte inngrep. Grunnforholdene kan beskrives som grovt fluvialt og glasifluvialt sediment, med noe innblanding av skredmaterial mot sidene.

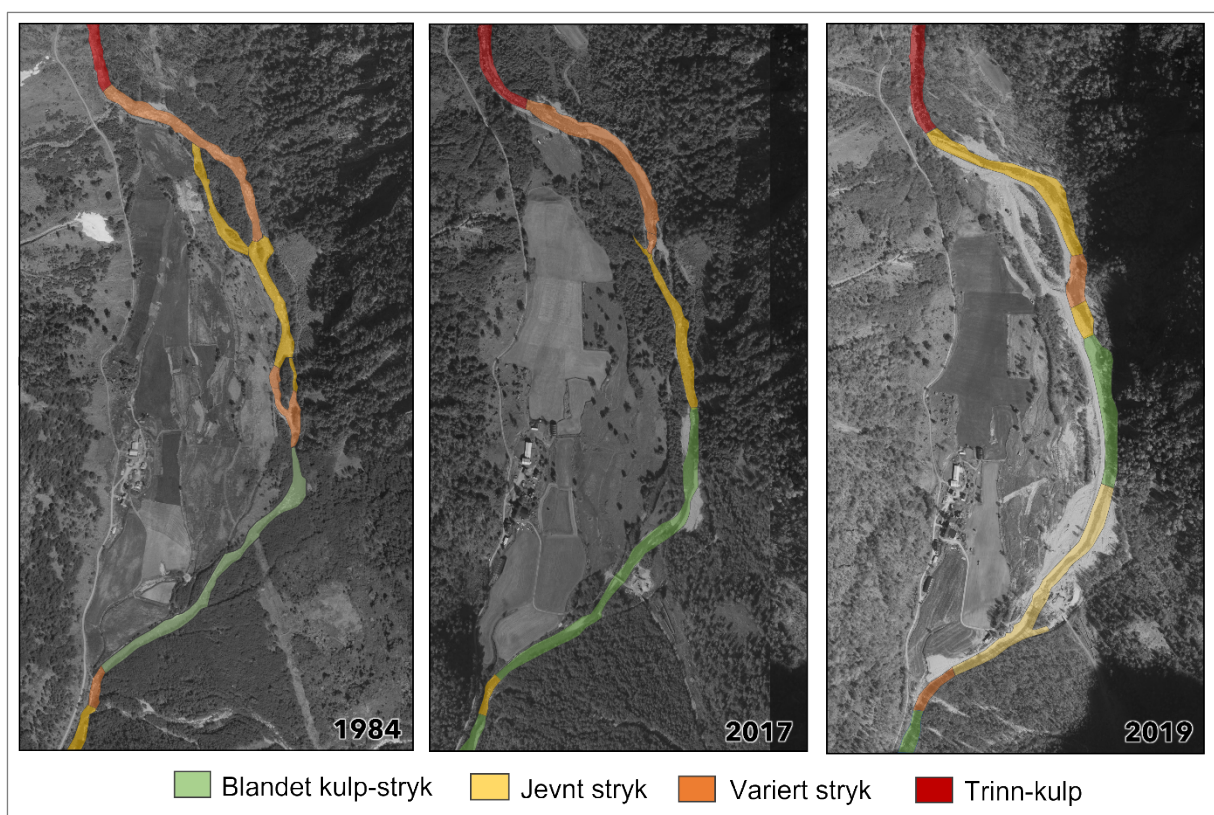
Et gjentakende problem på svært lave vannføringer, er at den resterende vannføringen infiltreres i de grove sedimentene og at elveleiet nedstrøms infiltrasjonsområdet (blå pil i Figur 4-1). Infiltrasjonspunktet samsvarer omtrentlig med tidligere elveløp gjennom dagens flomsletter. Det er rimelig å anta at grunnvannsstrømninger følger tidligere elveløp, der det kan ligge grovt, ensgradert materialer med høyere hydraulisk konduktivitet.



Figur 4-1: Oversiktskart som viser analyseområdet ved Øyane, samt omtrentlig punkt der elveleiet tørrelegges som følge av infiltrasjon ved lave vannføringer.

4.1.1. Beskrivelse av elveklasser

Strekningen ved Øyane er kategorisert og kartlagt i henhold til beskrivelsen av ulike elveklasser, presentert i Pulg m.fl. (2018). Det er studert tre ulike stadier i utviklingen mot dagens situasjon, kartlagte elveklasser er presentert i Figur 4-2. Kartleggingen er basert på flyfoto, løsmassekart og hydrauliske modelleringer. Flyfoto er hentet fra Norge i Bilder. I tillegg er området kartlagt i felt i mai 2023. Bunnsubstrat varierte fra mye grov stein og blokk, ned til sand og grus. Elveleiet er totalt omarbeidet av anleggsmaskiner, og kanalisert under opprydningen etter storflommen i 2018. Ved befaring (03.05.2023) var vannføringen svært lav, og i øvre deler var vannet helt borte.



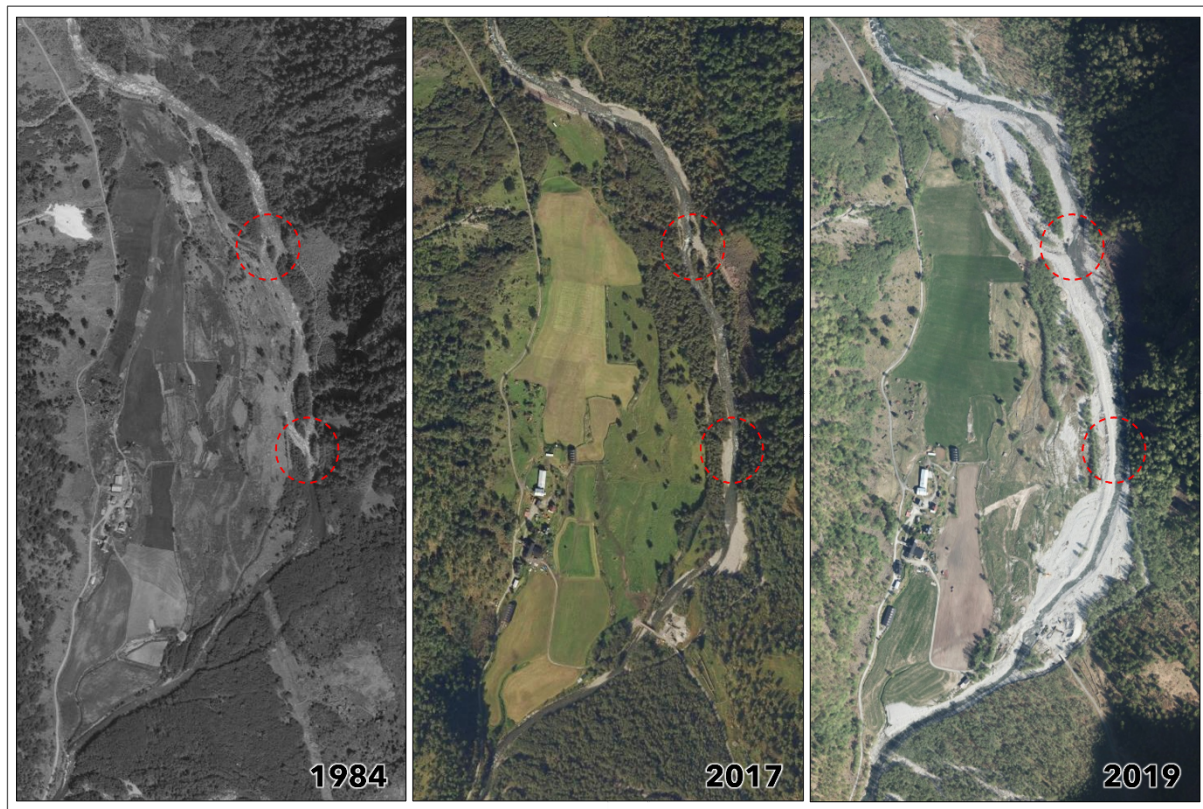
Figur 4-2: Kartlegging og historisk utvikling for elveklasser ved Øyane.



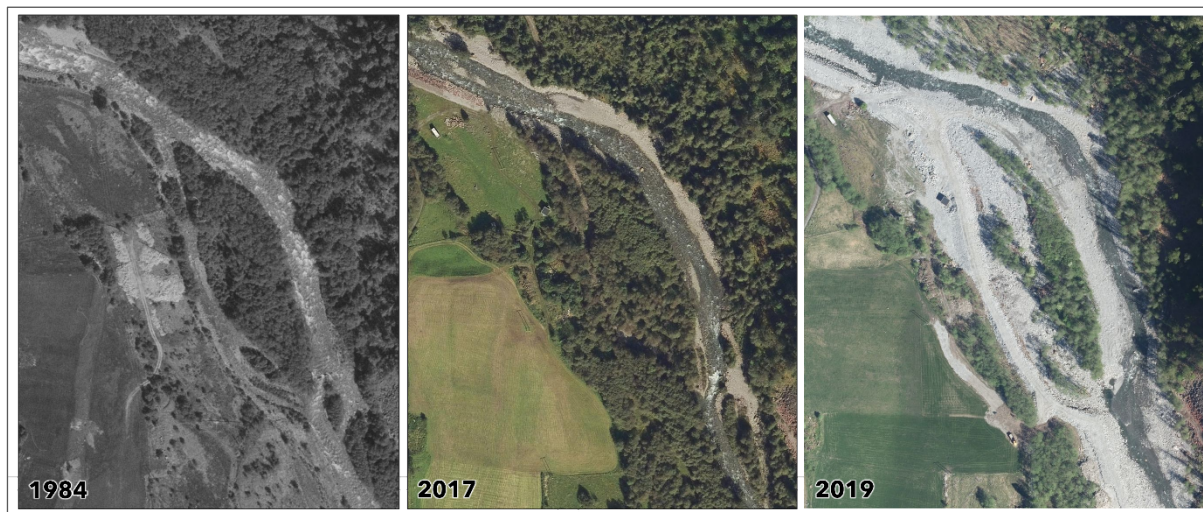
Figur 4-3: Fortunselvi ved Øyane under befaring 03.05.23, kronologisk nedstrøms A-D. **A)** Øyane Øvre. **B)** og **C)** Øyane Midtre og **D)** Øyane nedre.

4.2. Morfologisk utvikling

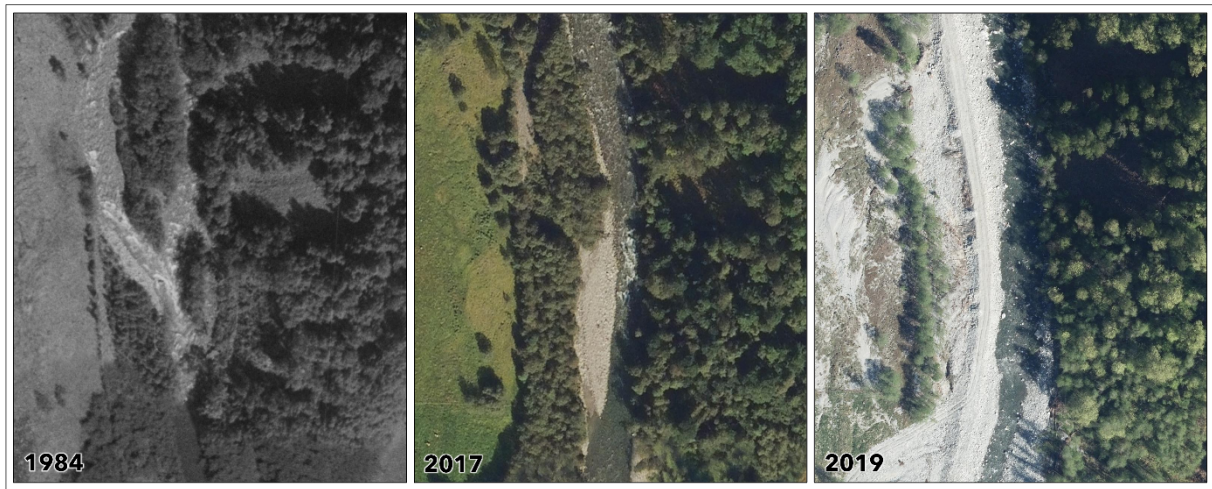
Basert på historiske flyfoto kan den morfologiske utviklingen for Øyane i perioden 1984 – 2019 analyseres, se Figur 4-4. Når det skal planlegges tiltak for restaurering av elver eller habitattiltak, er det gunstig å i størst mulig grad bruke naturen som mal. I tilfellet for Øyane har det vært relativt store endringer, elveløpet har blitt gradvis mer kanalisert, og kantvegetasjonen har i stor grad blitt skylt vekk. Flommen i 2018 tok tilbake tidligere flomløp over flomsletten. I løpet av 2019 ble flomløpene tett, og elva er tilbakeført i ett samlet løp i yttersvingen mot øst. Det er spesielt to områder av interesse der endringene er betydelige, se Figur 4-4, Figur 4-5 og Figur 4-6.



Figur 4-4: Historisk utvikling for interesseområdet rundt Øyane.



Figur 4-5: Øvre interesseområde ved Øyane, for mulig plassering av overlevelsesgroper for fisk.



Figur 4-6: Midtre interesseområder ved Øyane for mulig plassering av overlevelsesgroper for fisk.

Under befaringen ble det tydelig at det har skjedd en del endringer i området mellom Øyane Øvre og Midtre siden flyfoto i 2019. Ved Øvre har bunnen senket seg, og det er angivelig betydelig masseføring i området da en stor grusbanke har bygd seg opp i innersvingen. Det har blitt en noe mer definert djupål mot øst, samt en liten kulp. Dagens situasjon ved Øyane Øvre er presentert i Figur 4-7. Øyane Midtre (Figur 4-8) er uten store endringer, men det ser ut til å ha vært noe bunnsenkning og massetransport.



Figur 4-7: Øyane Øvre ved befaring i mai 2023. A, innersvingen er fylt med sediment og det har utviklet seg en djupål mot øst, plasseringen av B er annotert i A. B, kulp og djupål i yttersving mot øst. Vanddybde er omtrentlig 50-70 cm.



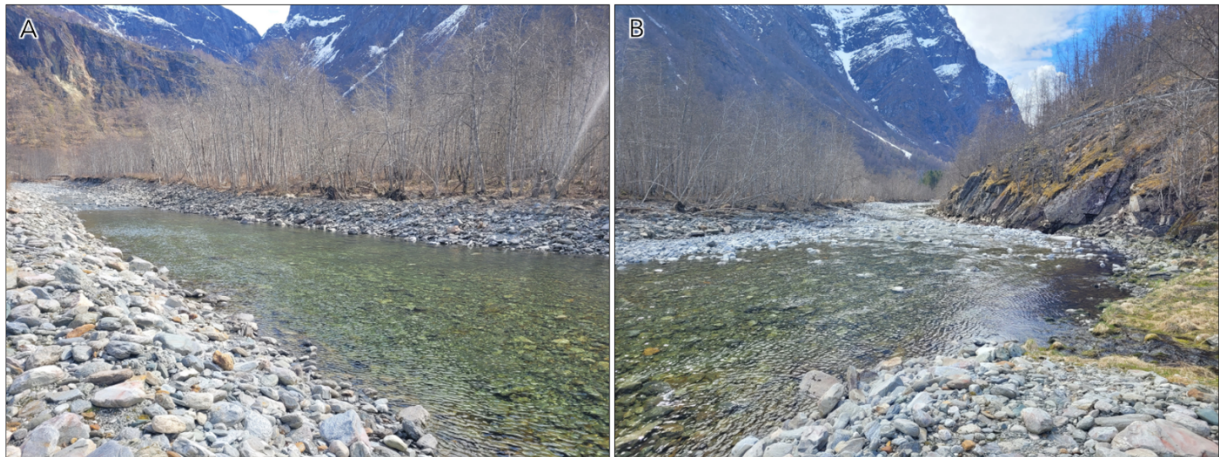
Figur 4-8: Dagens (mai 2023) tilstand for aktuelle strekninger ved Øyane. Under befaring ble det tydelig at det er betydelig massetransport og endringer de fire siste årene. Foto: Hydro Energi AS.

Etter 2019 har Hydro Energi AS etablert en liten terskel oppstrøms i Øyane Midtre. Figur 4-9 viser at sediment har blitt avsatt oppstrøms, og at det har utviklet seg en liten kulp nedstrøms.



Figur 4-9: Terskel ved Øyane Midtre er etablert etter 2019. Det har relativt raskt blitt avsatt masser oppstrøms, men det er blitt en liten kulp nedstrøms. Terskelen har en gunstig lavvannsrenne i midten.

Nært utløpet av analyseområdet har det utviklet seg en naturlig kulp (se Figur 4-10) der det er årssikker vannstand, videre kalt Øyane Nedre. Kulpen har et stabilt vannspeil, men bunnforholdene er homogene og består av grov grus og stein. Denne kulpen har lite skjul, men den kan også ha potensiale som overlevelseshesgrop.



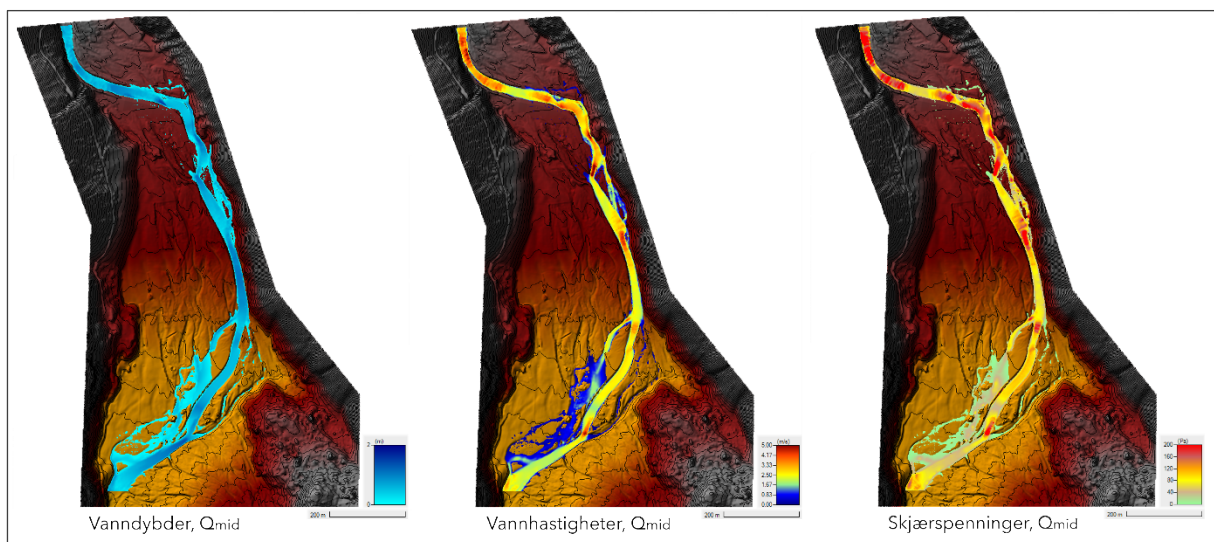
Figur 4-10: Den naturlige kulpen ved Øyane Nedre. Bunnen består av mye stein, men lite variasjon og skjul for større fisk. Vannføringen under befaringen var lav. **A)** Innløpet i kulpen, tatt motstrøms. **B)** Brekket og kulpens utløp.

4.3. Vannføring og massetransport

4.3.1. Middelflom

Resultatene for oversvømt areal, vanndybde, vannhastigheter og skjærspenninger ved estimert middelflom gjennom Øyane er presentert i Figur 4-11. Som det fremkommer i figurene, konsentreres det meste av vannet i elveløpet, men noe flomvann tar også alternative flomløp. Dette er gunstig med tanke på flomdemping og metningsgraden i jordsmonnet. Vannhastighetene og skjærspenninger er relativt høye, det er tydelig at vannet ha potensiale til bunntransport av grus og noe mindre stein. Tatt i betraktning de stedige løsmassene er potensialet for massetransport betydelig.

Dette tyder på at tiltakene som planlegges må utformes slik at naturlige prosesser til en viss grad opprettholdes. Tiltakene må utformes slik at det ikke gir alvorlig økning i flomfaren, samtidig som det legges til rette for tilstrekkelig vannstand og gjennomstrømning på lave vannføringer.

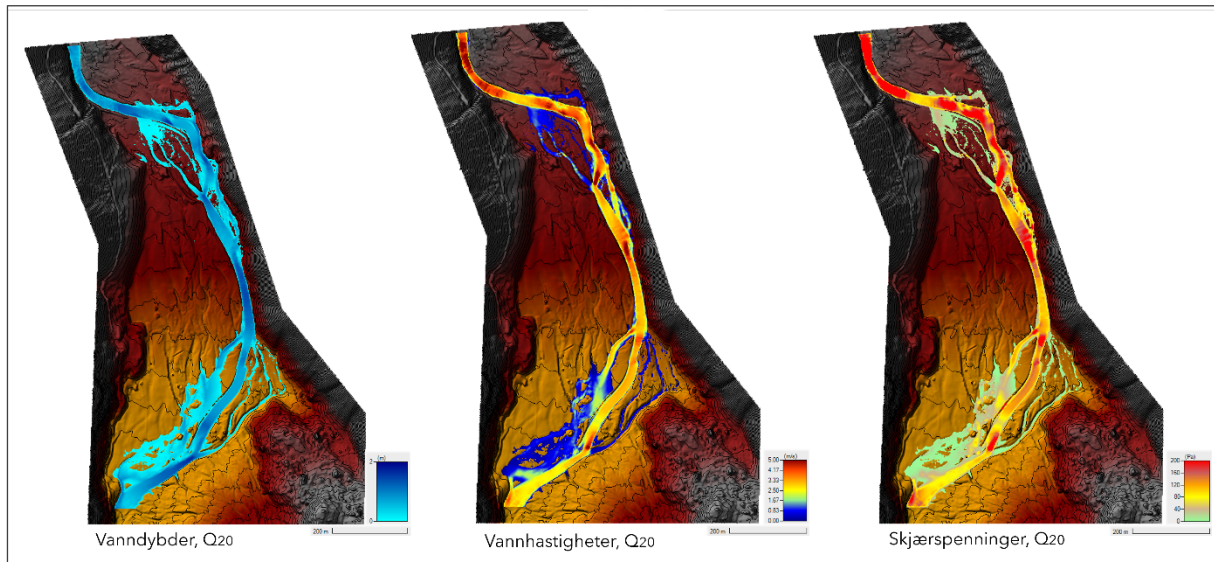


Figur 4-11: Resultat fra hydrauliske beregninger av middelflom i Fortunselvi, ved Øyane. Vanndybder 0 - >2 meter, vannhastigheter 0 - >5 m/s og skjærspenninger 0 - >200 Pa.

4.3.2. 20-årsflom

Resultatene for oversvømt areal, vanndybde, vannhastigheter og skjærspenninger ved 20-årsflom i Fortunselvi ved Øyane er presentert i Figur 4-12. Flomvannet tar en del alternative flomløp utover hovedløpet. Skjærspenningene er betydelige, og det må forventes en del erosjon og potensiale for massetransport. Verdiene for skjærspenning tilsier at sediment som grov grus og stein kan settes i bevegelse – og erosjonspotensialet er relativt stort.

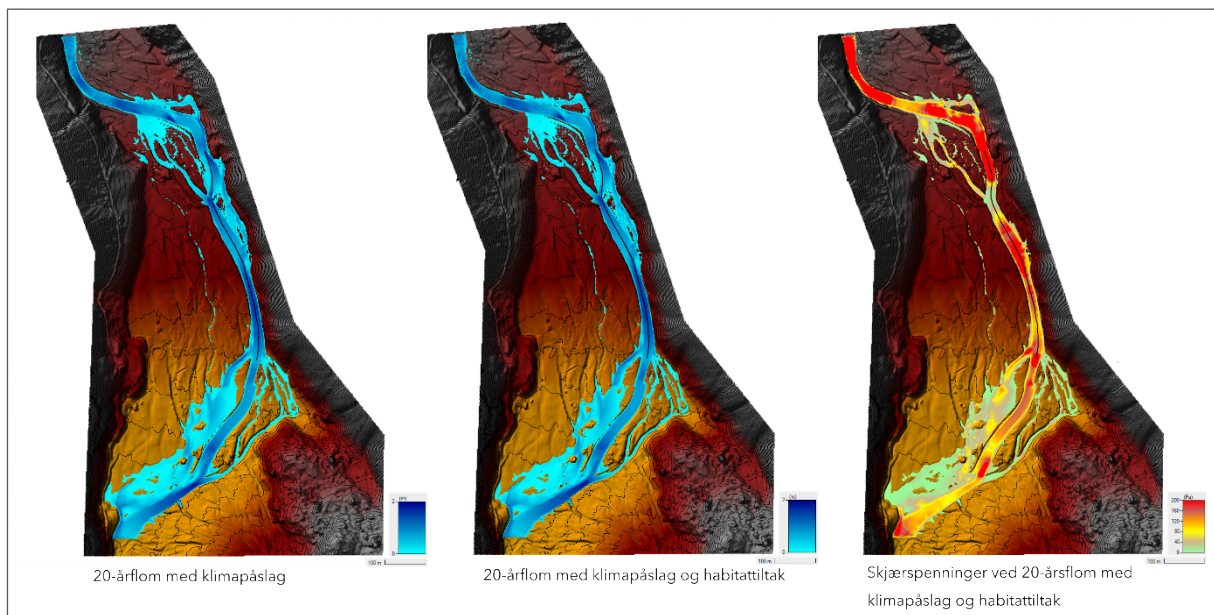
Resultatene tyder på at overlevelseshgroper og tilhørende tiltak i elva må etableres på en slik måte at massetransporten hensyntas, og at det er mulig å utføre vedlikehold. Vedlikehold på nok påregnes, særlig etter større flommer.



Figur 4-12: Resultat fra hydrauliske beregninger av 20-årsflom i Fortunselvi, ved Øyane. Vanndybder 0 - >2 meter, vannhastigheter 0 - >5 m/s og skjærspenninger 0 - >200 Pa.

4.3.3. Fremtidige flommer

Det er undersøkt hvordan fremtidige flommer vil treffe området rundt Øyane, resultatene er presentert i Figur 4-13. Flomsituasjonen ved en fremtidig 20-årsflom vil være noe større sammenlignet med i dag. Det vil være betydelige skjærspenninger i elveleiet, og erosjonspotensialet er relativt stort. Skjærspenningene tilsvarer at grus og stein opp mot 25-30 cm settes i bevegelse. Det må derfor påregnes en viss massetransport, og etter gjentatte flommer må bunnforholdene i elva undersøkes, slik at det evt. kan gjøres vedlikehold.

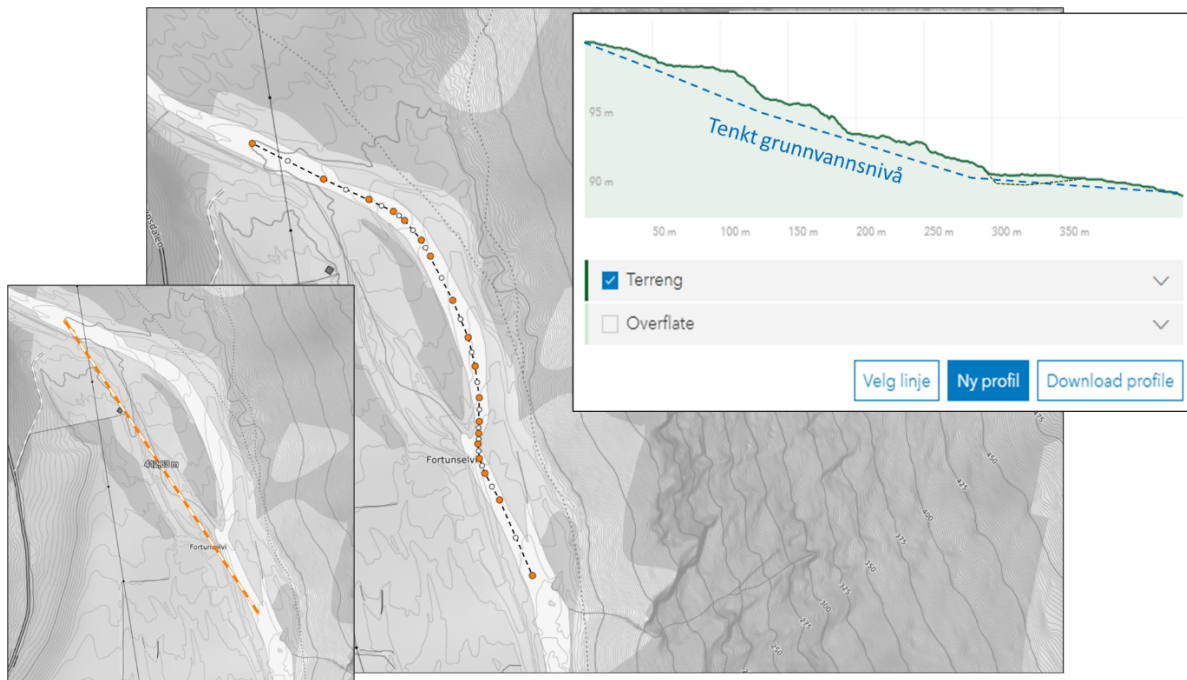


Figur 4-13: Fremtidige flommer med og uten tiltak.

4.4. Grunnvannsnivå

Eksakt grunnvannsnivå i området er ikke kjent. I tørrvær vil typisk grunnvannet sikre en viss vannføring i elver, samtidig som infiltrasjon av ellevann forsyner grunnvannet ved økene vannføring. Det foreligger ikke stedige målinger av grunnvannsnivå i Fortunsdalen. Det ville være fordelaktig å stadfeste grunnvannsnivået gjennom en peilebrønn og geofysiske undersøkelser. Det er tenkelig at det ligger grovere masser i dypet, avsatt da isbreene lå i dalbunnen. Kombinasjon av grovere masser og ingen naturlig erosjonshud, gjør at ellevannet infiltreres raskt, og elveleiet blir tørrlagt i tørrvær.

Tetteribber eller leirpropper i elveløpet kan bremse infiltrasjon og perkolasjon i grunnen, og dermed øke metningsgraden i markvannet og potensielt heve grunnvannsnivået. Dermed kan vannstanden i elva sikres selv i tørrvær. Det er kjent at ellevannet forsvinner i grunnen oppstrøms svingen ved Øyane (Figur 4-14), hvor i elveløpet vannet returnerer til overflaten er noe uvisst.



Figur 4-14: Lengdesnitt og tenkt grunnvannsnivå i Fortunselvi. det er noe usikkert eksakt hvor vannet infiltreres og hvor det returnerer til overflaten.

4.5. Mulige tiltak – Overlevelseshgrop

4.5.1. Øyane Øvre

Ved Øyane Øvre er uheldig infiltrasjon og tørrlegging av elvebunnen utfordringene. Et mulig tiltak for å sikre stabilt vannspeil i tørrvær, er å senke elveløpet slik at grunnvannsspeilet ligger nærmere, evt. rett over elvebunnen. I tillegg til bunnsenkning, vil det være gunstig å heve grunnvannsspeilet lokal under elvebunnen. Dette kan gjøres med tetteribber av leire eller morenemasser som graves ned i tverrgående grøfter – dype nok til å nå under grunnvannsspeilet.

Basert på en teoretisk gradient for grunnvannsnivået, kan elveløpet måtte senkes med omtrent 2-3 m for å oppnå tilstrekkelig vannstand i elva ved tørrvær. Bunnsenkningen må gjøres gradvis over et langt strekk. I tillegg til en definert djupål, burde det inkluderes store steiner/ blokker (2 m) som skaper skjul og variasjon i strømnings.

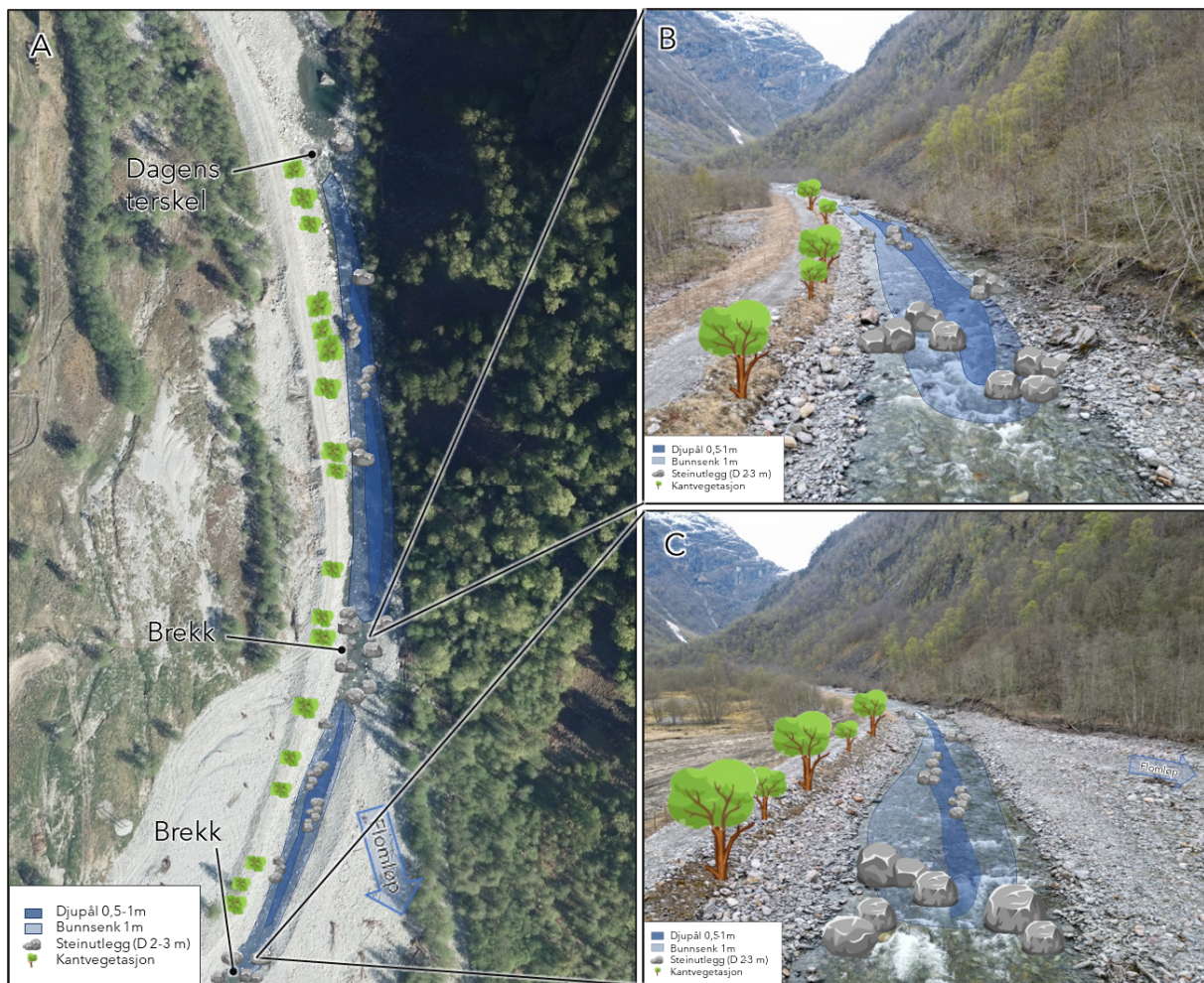
Tiltaket ved Øyane Øvre vil kreve en del anleggsarbeid og masseflytting. Det er en del usikkerhet knyttet til reelt grunnvannsnivå, og hvor mye elvebunnen faktisk må senkes får å skape et stabilt vannspeil. Det er også betydelig massetransport og raske endringer i elvebunnen på denne strekningen. For at fisk skal kunne nå frem til en eventuell overlevelseshgrop ved Øyane Øvre, må en lang og utfordrende strekning nedstrøms forseres. På lav vannføring kan det bli utfordrende å opprettholde tilstrekkelig gjennomstrømning og oksygennivå i vannet. I ytterste konsekvens kan det være dødelig for fisk som er fanget der.

Øyane Øvre er rangert som minst gunstig av de aktuelle alternativene, arbeidet med etablering er stort, og suksessgraden er usikker. Det **anbefales ikke å etablere overlevelseshgrop** ved Øyane Øvre.

4.5.2. Øyane Midtre

Ved Øyane Midtre er det mulig å etablere overlevelseshgrop(er) over en relativt lang strekning. Tiltaket vil sikre vannstand selv på lave vannføringer – og på grunn av at elveløpet senkes relativt lite over et lengre stekk, påvirkes gradient og massetransport i liten grad. Tiltaket er fordelt over to strekninger med bunnsenkning med djupål og steingrupper, adskilt med et brekk med større steingrupper.

Skjematisk fremstilling av tenkte tiltak er presentert i Figur 4-15.



Figur 4-15: Prinsippskisse for tenkte tiltak ved Øyane Midtre. Dronefoto fra Hydro Energi AS.

Steinutlegget skaper flere standplasser for fisk og vil være positivt for den økologiske tilstanden i elva. Steinene som benyttes burde være 1.5 - 2 m og må forankres (graves ned) i elvebunnen. Kantvegetasjon skaper skygge og estetikk på en svært bearbeidet og naken elvebredd. Kantvegetasjon er viktig for et helhetlig økosystem både over og under vann. Steingrupper bidrar til å stabilisere elvebunnen, og skape økt skjul for fisk. Større steiner gir støtte til sediment, men det kan også oppstå erosjonsgroper rundt (nedstrøms) som skaper en gunstig variasjon i vanndyp.

Total lengde for overlevelseshgroper ved Øyane Midtre er anslått til 350m. Bunnsenk med 1 m og ytterlige djupål på 1.0 -0.5 m. Bunnsenkningen må gjøres gradvis inn måt djupål, på den måten oppstår ingen uheldige groper mot sidene som kan fange fiske ved redusert vannføring. Anslag for mengder masse som tas ut er 2000-3000 m³. Noe av dette kan benyttes for å planere ut landbruksareal, og noe kan benyttes for habitatiltak andre steder i Fortunselvi.

Steingruppene på brekkene har noe større diameter (D 2-3 m), dette stabiliserer elvebunnen. Noe redusert massetilgang vil tilsi at den nye djupålen ikke fylles like fort med sediment. Brekket bidrar til noe oppstuvning og mer stabilt vannspeil oppstrøms. Utstrekning og utforming tilsier at det skal opprettholdes en viss gjennomstrømning og tilstrekkelig oksygennivå i gropene.

Helheten tilsier at Øyane Midtre er velegnet for etablering av overlevelseshogropene. Figur 4-16 viser hvordan Øyane Øvre kan bli seende ut etter at overlevelseshogropene er etablert. Prinsippskisser for tiltakene finnes også i Vedlegg 1. **Området ved Øyane Mindre anbefales for tiltak.**



Figur 4-16: Illustrasjon for hvordan området kan se ut etter at tiltak er etablert.

4.5.3. Øyane Nedre

Forbedring av den naturlige kulpen ved Øyane Nedre er det minst inngripende tiltaket, samtidig er sannsynligheten for et vellykket resultat rimelig sikkert.

Det kan være mulig å legge ut steingrupper ved innløpet. Steingruppene vil bidra til å hindre videre bakovergripende erosjon. Steinene må ikke legges for nært hverandre slik at konstruksjonen bli for tett slik at det i praksis blir en terskel.

Steinutlegg som langsgående grusbanker, kombinert med etablering av djupål, skaper variasjon i strømmingen og mer skjul for fisk og bunndyr. Det er viktig at steinene forankret godt (tilstrekkelig dypt) i dagens elvebunn.

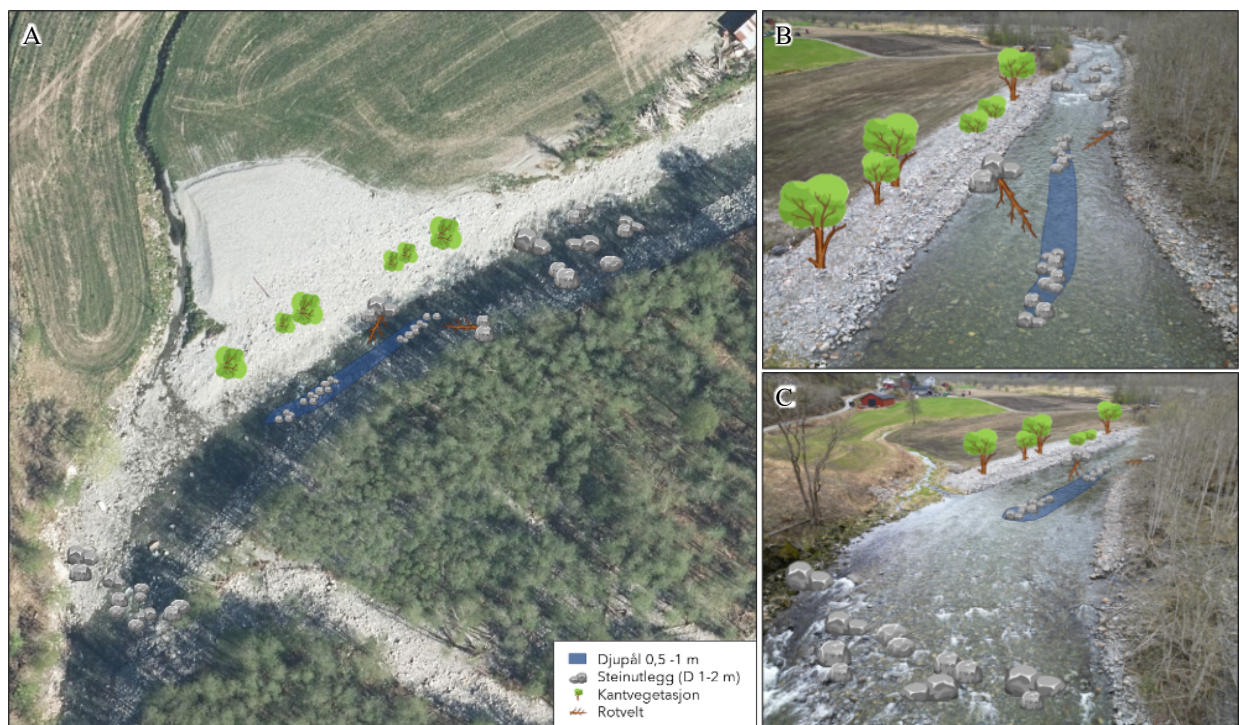
Utlekking av enkelte trær og greiner kan gi ytterligere økt skjul, men i likhet med steinene må tømmeret forankres tilstrekkelig. Tettribbene vil bidra til jevnere vannstand i grunnen og forbedre forholdene for å sikre stabil vannstand i kulpen. Effekten av tetteribber i denne

størrelsesskalaen er relativt uprøvd, derfor anses etablering av tetteribber som neste steg, dersom ønsket effekt ikke oppnås med steinutlegg, djupål og rotvelt.

Det anbefales at inngrepene rundt denne naturlige kulpen ikke overdrives, men at tiltakene har som intensjon å forbedre de naturlige forholdne og legge til rette for en dynamisk elvebunn. Figur 4-18 viser hvordan kulpen kan bli seende ut etter etablering av tiltak.

Habitatforbedrende tiltak ved Øyane Nedre anbefales.

Prinsippskisser for tiltak rundt Øyane Nedre er også presentert i Vedlegg 2.



Figur 4-17: Utbedring av naturlig kulp ved Øyane Nedre. Dronefoto: Hydro Energi AS. A) oversiktsbilde av tiltak. B) Kulpens innløp og djupål med steingrupper og rotvelt skaper mer variasjon og skjul for fisk. C) nedstrøms brekk, steinutlegg bidrar til en viss oppstuvning og vil bremse bakovergrepene erosjon.

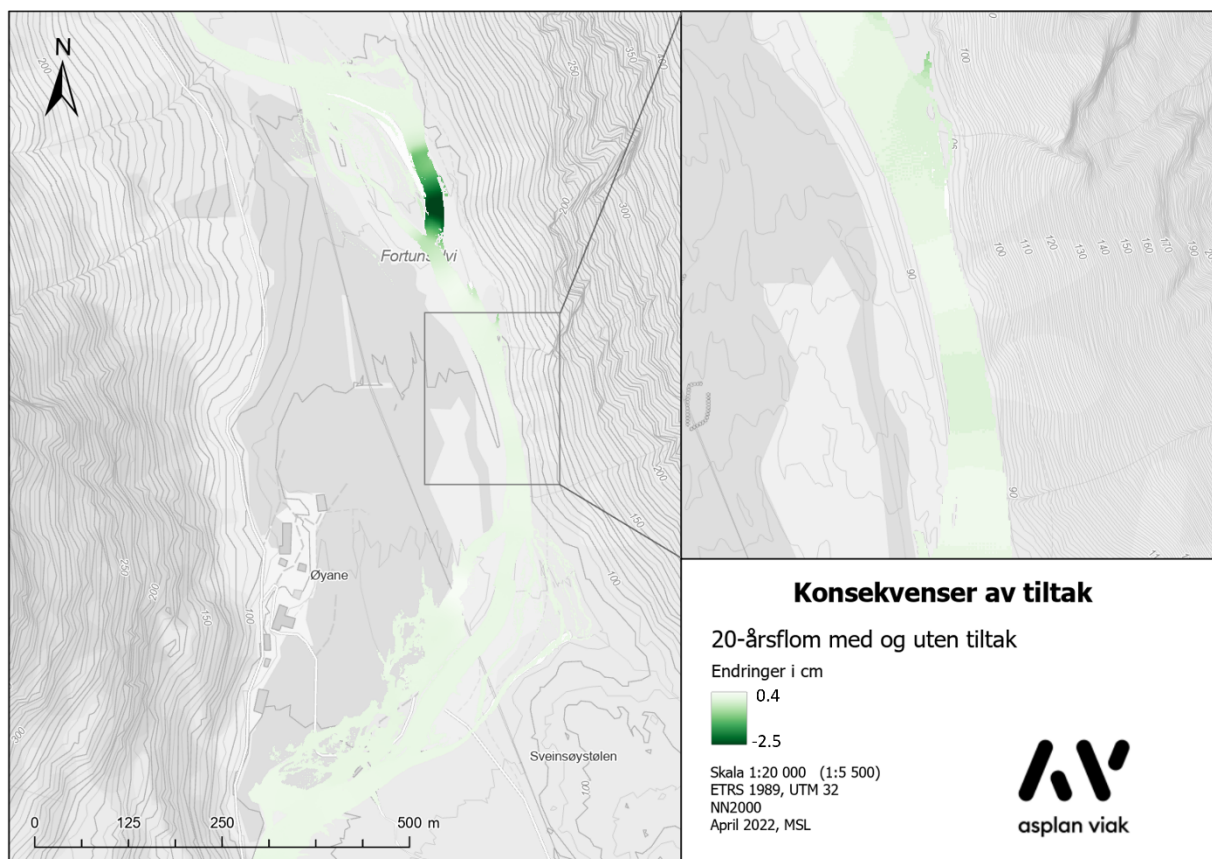


Figur 4-18: Fotomontasje for hvordan den naturlige kulpen ved Øyane Nedre kan bli seende ut etter etablering. Dronefoto fra Hydro Energi AS.

4.6. Konsekvenser av habitattiltak

Tiltak i elveleiet som øker vannstanden og forbedrer forholdene for fisk og bunndyr, kan potensielt forverre flomsituasjonen, da det blir økt oppstuvning og mulighet for økt oversvømt areal. For å undersøke effekten av de tiltakene som er vurdert, er det gjennomført en modellering der ruheten i de aktuelle strekningene er økt for å hensynta oppstuvning og hevet vannspeil. Resultatene viser at det ikke skapes særlig økt flomfare som følge av foreslåtte habitattiltak.

Sett bort ifra de strekningene der elvebunnen er senket betydelig, er endringene som følge av økt ruhet svært begrenset. Vurderingen er derfor at foreslåtte tiltak for området rundt Øyane ikke forverrer flomsituasjonen. Resultatene er presentert i Figur 4-19.

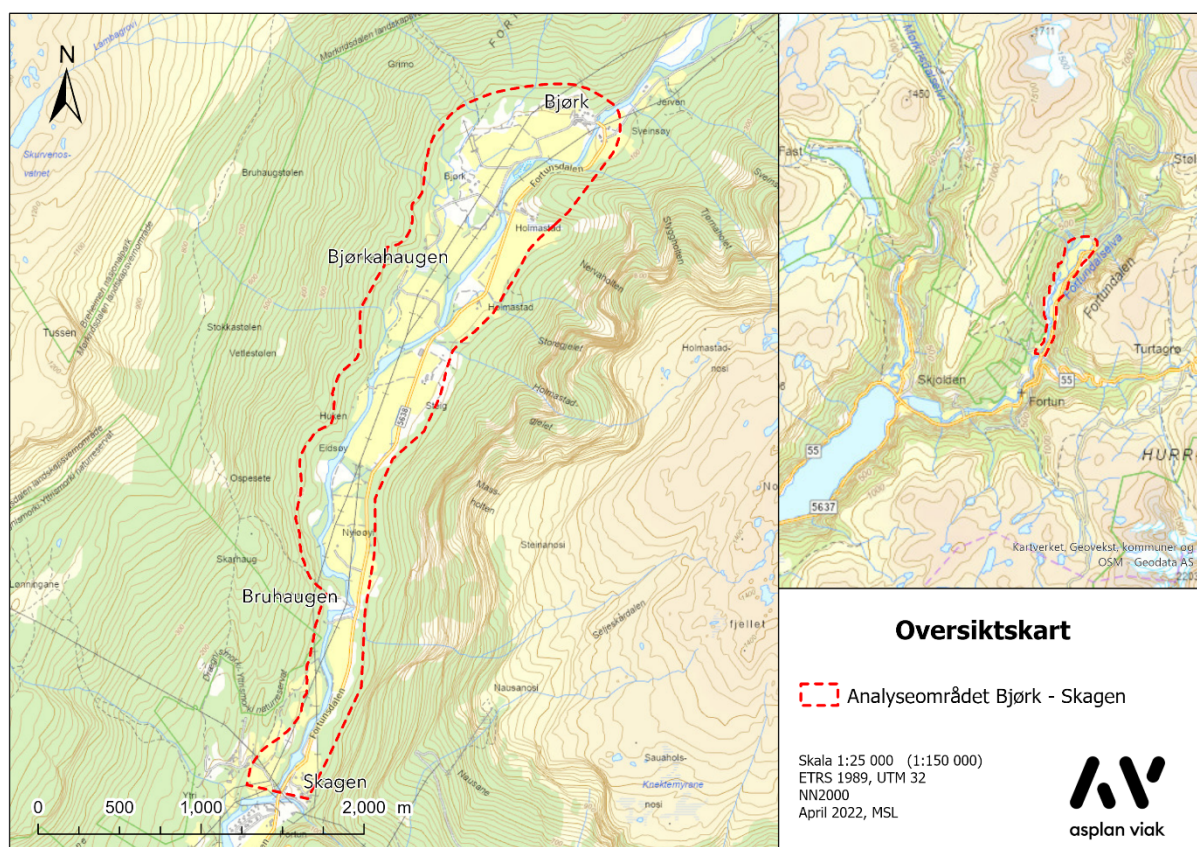


Figur 4-19: Beregning av endringer i vannstand som en konsekvens av økt ruhet etter etablering av tiltak. Endringene anses som akseptable og medfører ikke økt flomfare.

5. Strekninga Skagen – Steig

5.1. Områdebeskrivelse

Analyseområdet for strekningen mellom Bjørk – Skagen, er presentert i kartet i Figur 5-1. Spesielt øvre del av analyseområdet er i stor grad preget av landbruksareal. Det er et par sidebekker som kommer inn fra vest (Haugelvi og Øvelandsgrovi) og dalbunnen er relativt flat og bred. Det er en del erosjonssikring og flomvoller langs elva, spesielt ved Bjørk og Bjørkahaugen. Løsmassene i dalen er fluviale og glasifluviale, med noe skredmateriale og morener mot sidene.

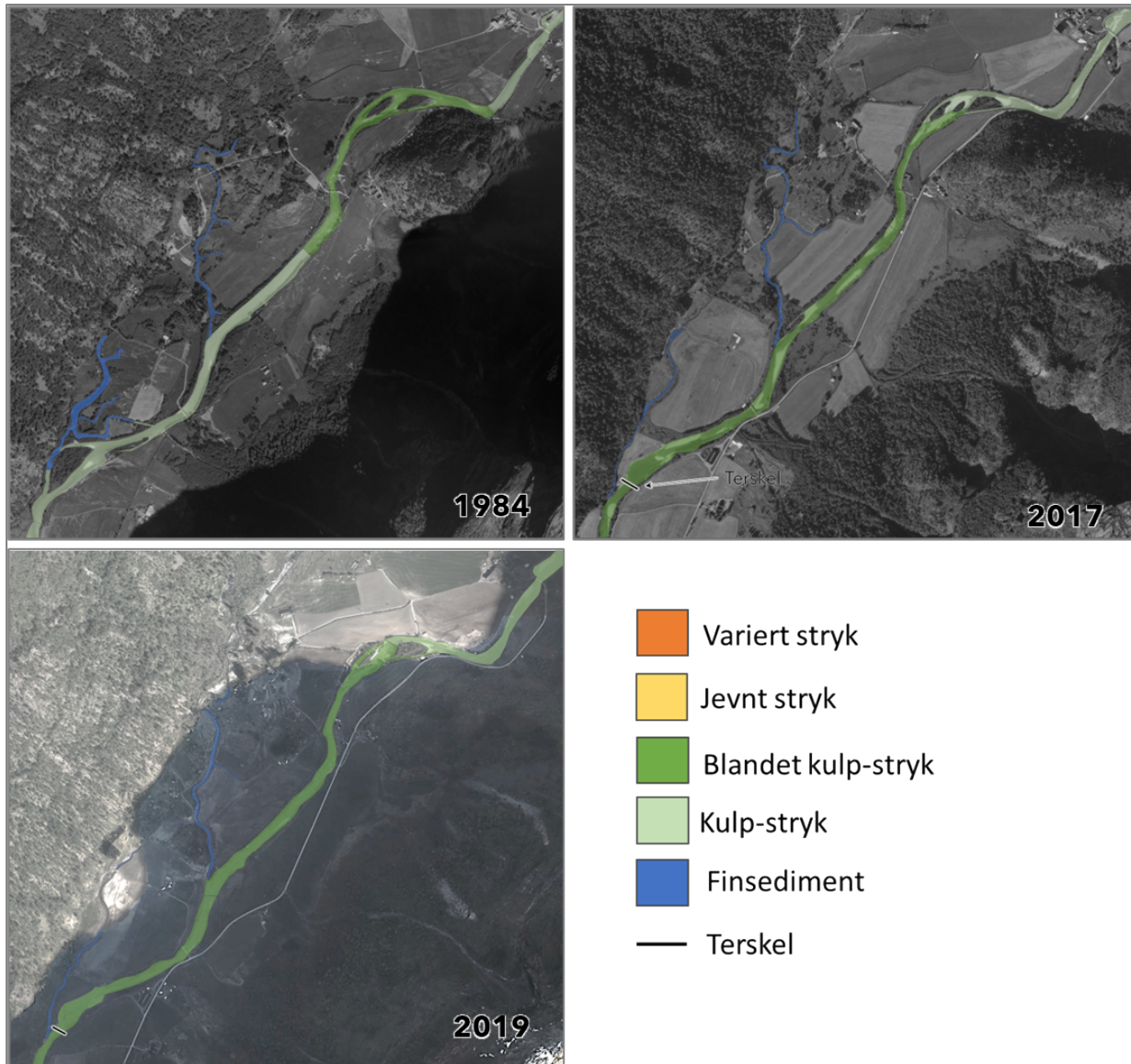


Figur 5-1: Oversiktskart som viser analyseområdet mellom Bjørk og skagen, omtrentlig midt i Fortunsdalen

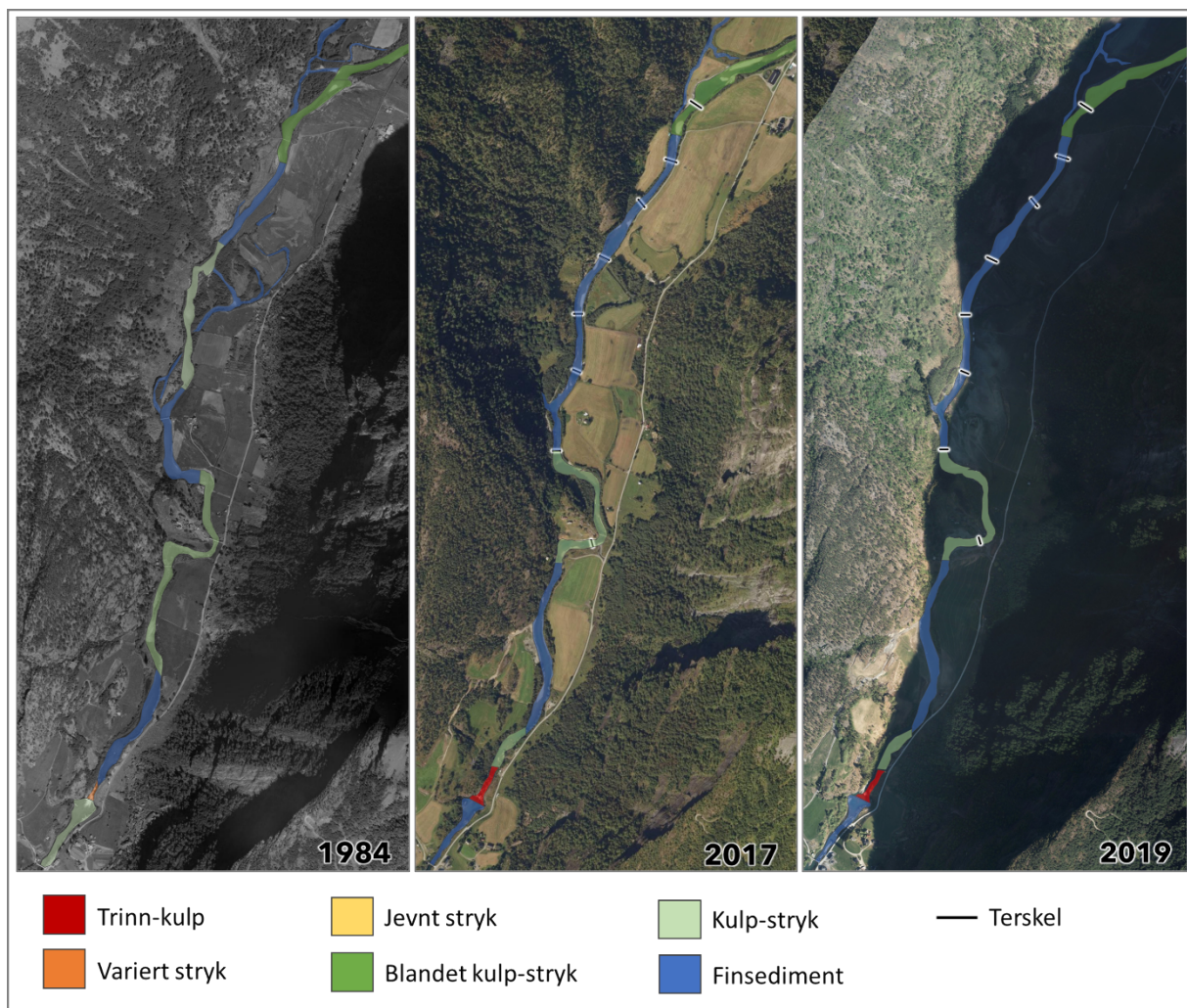
5.1.1. Beskrivelse av elveklasser

Elveklasser for den aktuelle strekningen er kartlagt etter anvisning i *Pulg mfl.* (2018). Strekningen er presentert i Figur 5-2 og Figur 5-3, der det er analysert historiske flyfoto for å se elveklasser fra 1984 til i dag. Flyfoto er hentet fra Norge i Bilder. Det er generelt en flat og stilleflytende strekning, med mye sand og grus. Tidligere hadde strekningen noe mer

variasjon i strømming og morfologi, med innslag av mindre stryk og kulper. Det er generelt en glidende overgang mellom kulp-stryk og finsediment. Kartlegging av historiske forhold er utelukkende basert på flyfoto. Dagens situasjon også blitt vurdert med terrengmodeller, hydraulisk modellering og befaring. Dagens elveklasser er dominert av morfologien finsediment. Strekingen er anadrom, med både laks og sjørret. Det er lite gjenværende naturlig skjul fra kantvegetasjon og det er mye landbruk helt inntil elvebredden.



Figur 5-2: Kartlegging av elveklasser i Fortunselvi fra 1984 frem til i dag, øvre del av analyseområdet Bjørk-Skagen.



Figur 5-3: Kartlegging av elveklasser i Fortunselvi fra 1984 frem til i dag, sørlige del av analyseområdet Bjørk-Skagen.

5.2. Morfologisk utvikling

Bildene fra 1984 viser at det tidligere var mindre kanalisering, og det var god hydraulisk konduktivitet til kroksjøer og sideløp. Det var flere grusbanks og øyer som skapte variasjon i strømning og angivelig fordrøyning i en flomsituasjon.

På bildene fra 2017 vises en rekke terskler som ble anlagt på rundt 1990-tallet. Terskler har lenge vært et vanlig tiltak i regulerte elver for å opprettholde vannspeil på lavvannføring. Den negative effekten av terskler er at det fører til sedimentasjon av finstoff oppstrøms hver terskel, og hulrommene i bunnsubstratet reduseres. Nedstrøms terskelen kan det oppstå erosjonsgrøper, og høyden på tersklene kan utgjøre vandringshinder for fisk. Hvorvidt tersklene faktisk er et vandringshinder for voksen fisk er lite trolig, men mangelen på hulrom

og et tettere bunnsubstrat gir dårlige gyte- og oppvekstforhold for fisk. Kulpene kan fungere som standplasser for voksen fisk på vandring, men er i utgangspunktet unaturlig for elvetypen.

Bildene fra 2017 viser også mer kanalisering, der kantvegetasjon og enkelte kroksjøer er erstattet med landbruksareal.

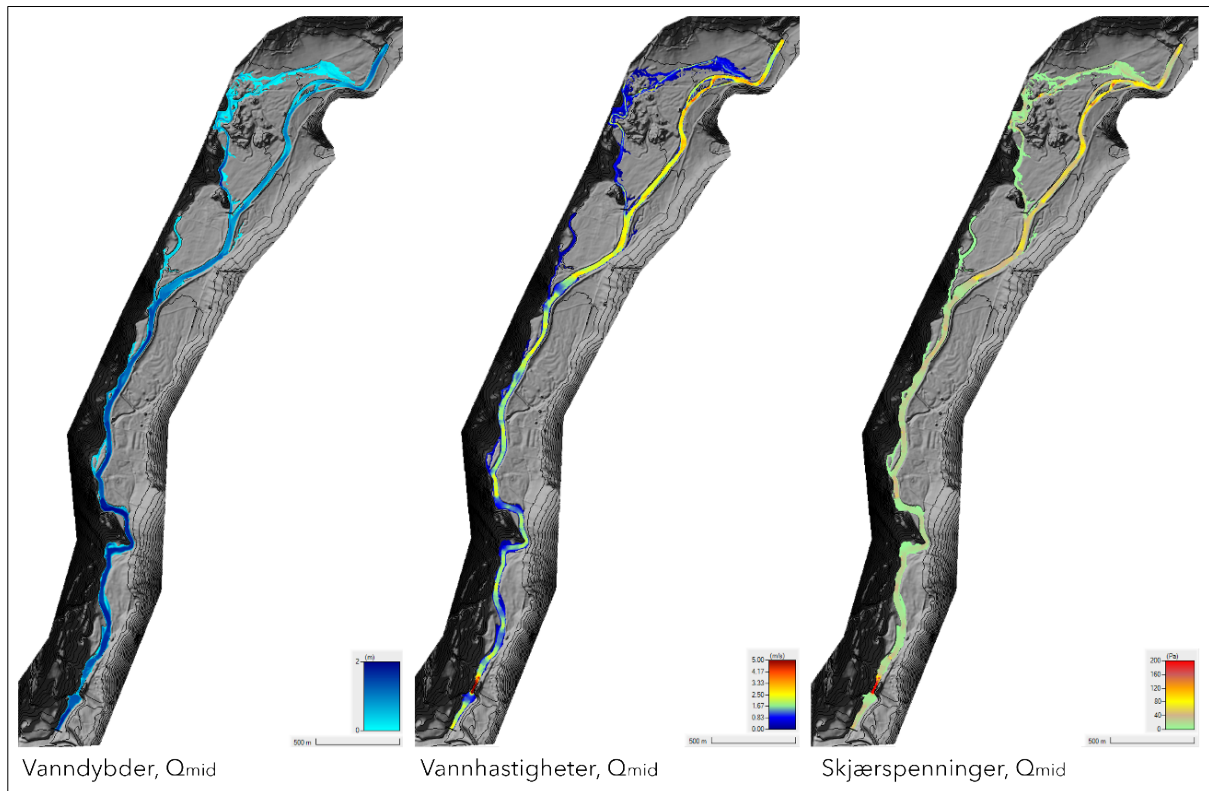
I 2018 ble det storflom i vassdraget og bildene fra 2019 viser noen av skadene og de reparasjonene som ble gjort eller var under arbeid. Det ble fjernet en del grus og sandbanker fra elveløpet, flomvoller ble reetablert og erosjonssår langs elvebredden utbedret. Massetilførselen til elva var stort, og mye kantvegetasjon ble vasket vekk.

5.3. Vannføring og massetransport

5.3.1. Middelflom

Resultatene for oversvømt areal, vanndybde, vannhastigheter og skjærspenninger ved estimert middelflom gjennom Fortunselvi med sidebekker, presentert i Figur 5-4. Som det fremkommer i nevnte figur, konsentreres det meste at vannet i elveløpet og lite øvrig areal oversvømmes.

I øvre deler rundt Bjørk er det noe flomvann på avveie. Eksakt utstrekning av flomvollen er noe usikkert, men den skal være bygget for å tillate utnyttelse av bakenforliggende areal til flomdemping. Vanndybden viser samtidig at det er grunt vann og lavt erosjonspotensial foruten hovedløpet. Det er generelt mye finkornet sediment i strekningen, og gitt skjærspenningene vil det være stort erosjonspotensiale ved økende flomvannføring.



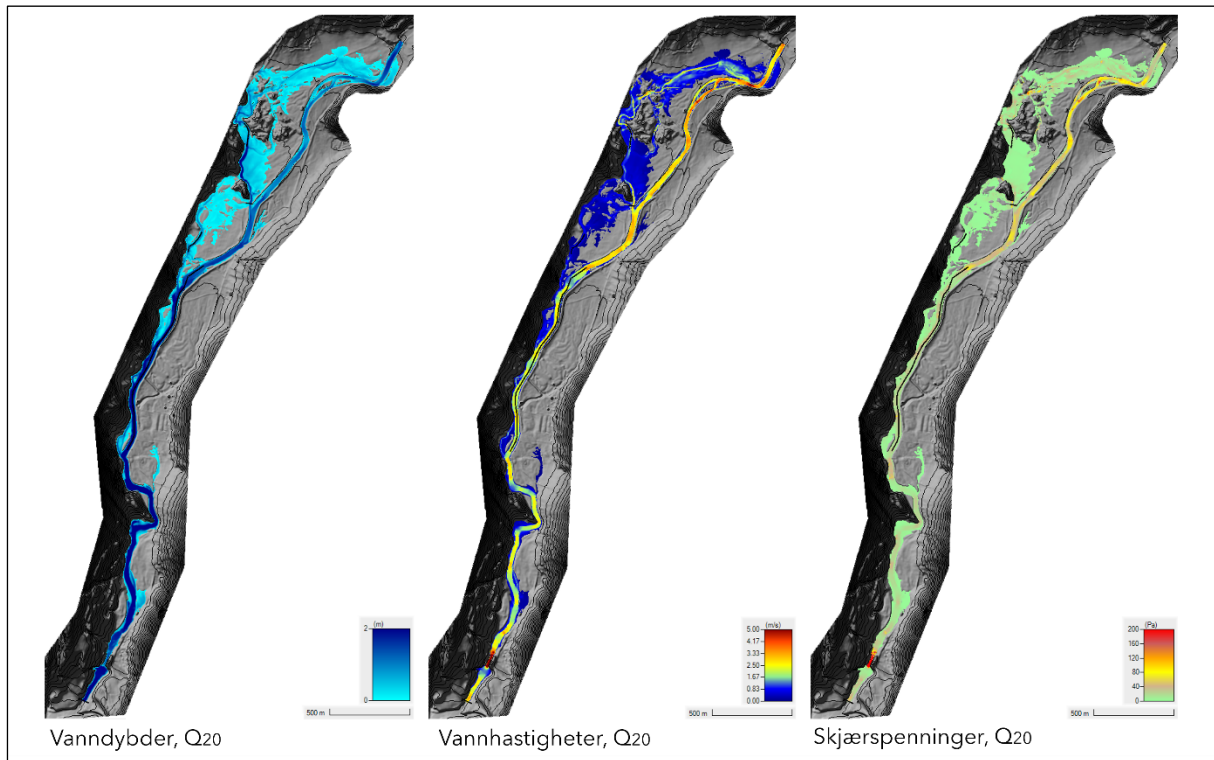
Figur 5-4: Resultat for hydraulisk beregning av middelflom i Fortunselvi fra Bjørk til Skagen, inkludert aktuelle sidebekker. Vanndybder skalert blåttone 0 - >2m, vannhastigheter 0 - >5 m/s, og skjærspenninger 0 - >200 Pa.

5.3.2. 20-årsflom

Resultatene for oversvømt areal, vanndybde, vannhastigheter og skjærspenninger ved estimert middelflom gjennom Fortunselvi med sidebekker, presentert i Figur 5-5. Som figuren viser, blir det relativt mye oversvømt areal. Videre nedstrøms fra Eidsøy og mot Skagen, er oversvømt areal begrenset, til tross for at tidligere kroksjøer og mulige flomsletter er avkuttet.

Vannhastighetene i hovedløpet ligger mellom 2.5 m/s og >5.0 m/s i øvre deler rundt Bjørk. Foruten et lite stryk like oppstrøms Skagen, ligger øvrige vannhastigheter for det meste <2.0 m/s.

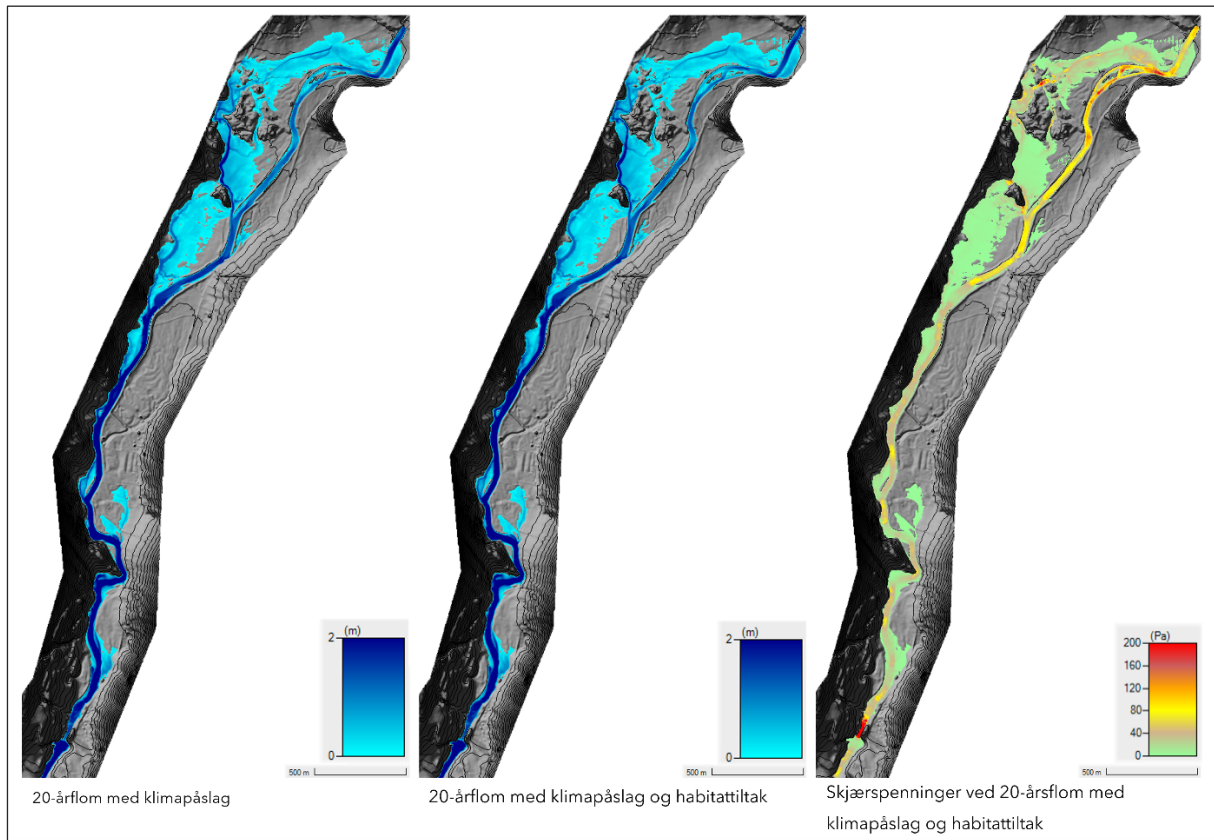
Skjærspenningene følger vanndybde og hastigheter, følgelig er kreftene noe begrenset (opp mot 100 Pa), men gitt de relativt finkornede løsmassene er det fremdeles erosjonspotensiale. For det meste av oversvømt areal utover elveløpet er skjærspenningene < 35 Pa, krefter som tilsvarer at grus kan transporteres.



Figur 5-5: Resultat for hydraulisk beregning av 20-årsflom i Fortunselvi fra Bjørk til Skagen, inkludert aktuelle sidebekker. Vanddybder skalert blåtone 0-2m, vannhastigheter 0 - >5 m/s, og skjærspenninger 0 - >200 Pa.

5.4. Fremtidige flommer

Kartleggingen av fremtidige flommer, i dette tilfellet 20-årsflom med 20% klimapåslag, viser at det blir en noe mer oversvømmelse rundt Bjørk og ved sidebekkene som også er oversvømt gitt dagens situasjon. Videre nedstrøms mot Skagen er det ikke store areal utover elveleiet som oversvømmes. Skjærspenningene øker i takt med økende vannmengder og det må kunne forventes økt erosjon. Oversvømt areal for 20-årsflom inkl. klimapåslag er presentert i Figur 5-6.



Figur 5-6: Oversvømt areal for fremtidig 20-årsflom inkl. klimapåslag, med og uten tenkte tiltak i strekningen. Skjærspenningen er for 20-årsflom inkl. klimapåslag og tiltak.

5.5. Mulige habitattiltak

Alle tiltakene er utdypende beskrevet i *Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø* (Pulg. mfl. 2018) og i *Vassdragshåndboka* (Fergus mfl. 2010). Basert på analyse av tidligere elvemorfologi og vurdering av dagens forhold, er det i hovedsak strekningen forbi Eidsøy som er best egnet for tiltak. Her har det vært størst endringer, samt at det vil bryte opp en lang strekning med lite variasjon og tradisjonelle terskler.

5.5.1. Rensing av bunnsubstrat

Strekningen mellom Steig og Skagen er i dag preget av at mye sand og fin grus har fylt hulrom mellom grovere grus og stein. Mangelen på hulrom gir lite skjul og oppvekstsvilkår for ungfisk.

En metode for å etterligne den naturlige prosessen med bunntransport under flom, er å benytte harving eller ripping. Harvingen gjøres med en gravemaskin, der grabben romsterer i elvebunnen for å simulere bunntansport under en flom. Romsteringen frigjør mye finsediment fra substratet, som videre holdes i suspensjon i vannsøylen og føres bort av vannstrømmen. Harving må gjøres med jevne mellomrom for å opprettholde ønsket effekt. Dette må gjennomføres på sommerstid (august), for å ikke være ødeleggende for rogn og yngel som ligger i bunnsubstratet. Harving er billig, effektivt og kan med fordel gjøres i kulper mot overgangen til brekk for hele strekningen etter behov.

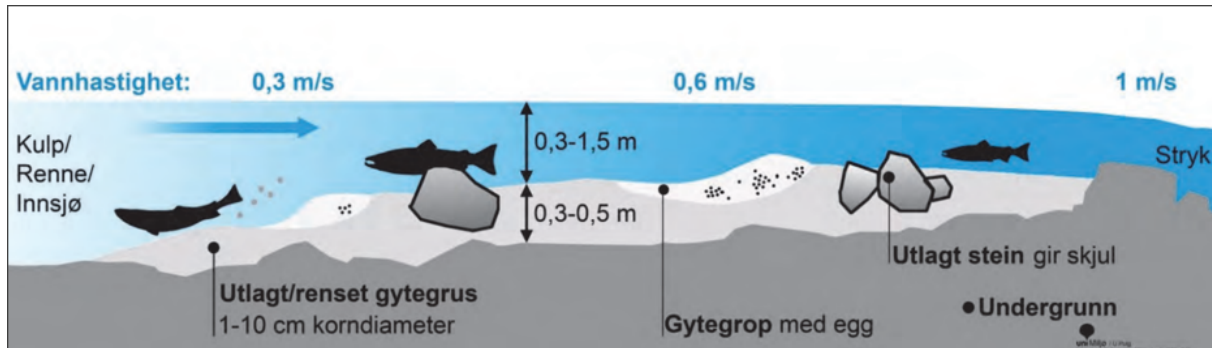
5.5.2. Steingrupper

Utlegg av steingrupper vil skape variasjon i strømming og djupål, som igjen gir bedre vilkår for fisk.

Det burde brukes varierte steinstørrelser, større stein gir skjul og standplasser for voksen fisk, mens yngel trenger mindre hulrom. Grov grus og stein (100 – 500 mm) kan legges ut som habitattiltak for ungfisk og yngel. Gytegrus (10 – 100 mm) kan legges ut i forbindelse med steinutlegg og tilbakeføring av naturlig elveklasser – prinsippsskisse i Figur 5-7. Disse massene vil eroderes ved større flommer, og oppfølging må påregnes.

Fergus mfl. (2010) beskriver at det erfaringsmessig trengs minst tre steiner i formasjon for å kunne endre strømningsmønsteret. Detaljprosjektering av steinutlegg er vanskelige, det blir gjerne et bedre resultat dersom personell med kompetanse på fisk og vassdragsteknikk er med i felt og samarbeider med en erfaren maskinfører. Ved etablering av steingrupper

kan det samtidig anlegges kunstig djupål for å forsikre tilstrekkelig vannstand for fisk, også på lave vannføringer.



Figur 5-7: Prinsippskisse for relasjonen mellom bunnsubstrat, elveklasse og vannhastighet. Pulg mfl. 2018.

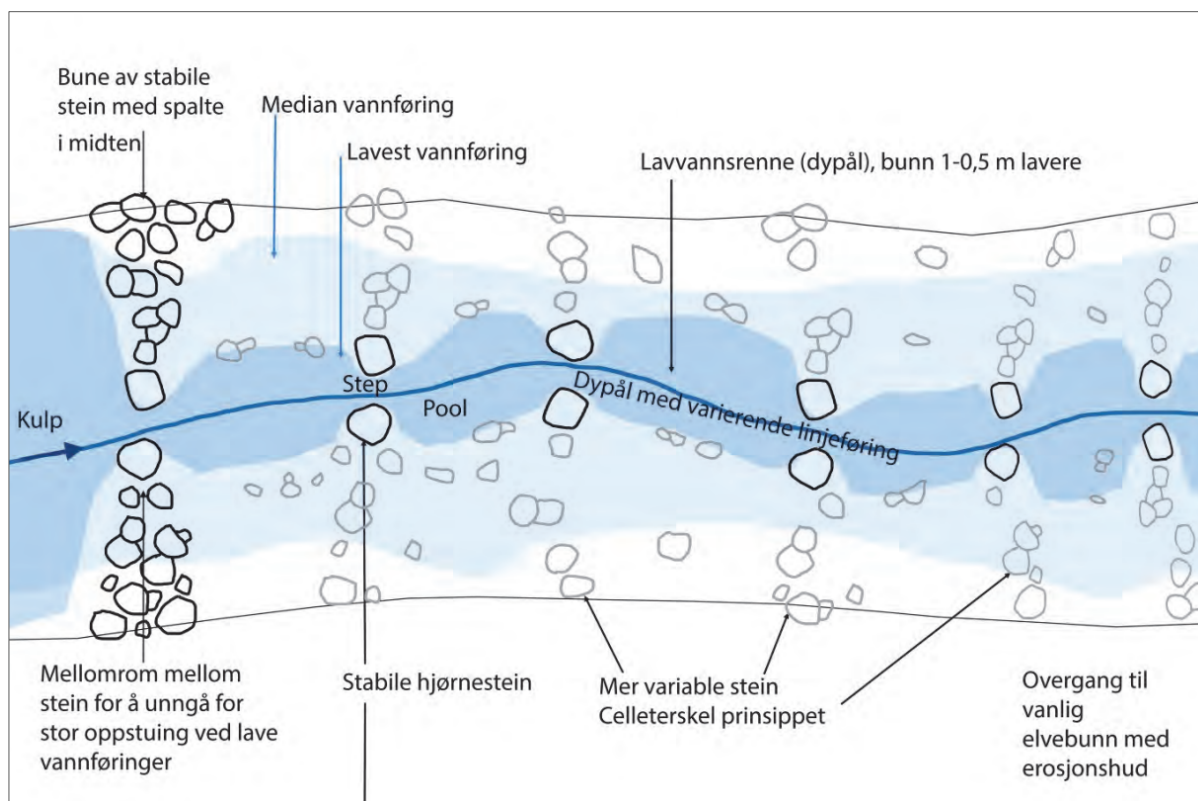
5.5.3. Gjenåpning av sideløp

For å gi forbedret økologisk tilstand og flere oppvekstområder, kan koblingen til kroksjøer og sideløp reetableres. Dette vil samtidig ha en positiv effekt på flomsituasjonen, da det gir økt fordrøyning. Sideløpene burde samtidig renses for mudder og avfall. Utfordringen med reetablering av flomløpene ved Eidsøy er hvordan vannet skal ledes inn i sideløpene. Det har tidligere vært et rørsystem med kum og inntak, over tid har dette blitt tettet og er i dag ute av drift.

5.5.4. Ombygging av terskler

Dagens terskler har formet morfologien i over 30 år, og det har blitt gravd ut svært dype kulper nedstrøms hver terskel. Dype kulper strider med den naturlige morfologien i strekningen, samtidig som det er disse tersklene som faktisk skaper en viss variasjon.

Ombygging av terskler vil tilbakeføre Fortunselvi til en mer naturlig morfologi, en jevnere elvebunn og mindre oppstuvning oppstrøms. Terskelen kan med fordel erstattes med steingrupper med djupål i en variant av celleterskel – se Figur 5-8. Ombygging av terskler har vist seg å ha svært positiv effekt i andre vassdrag (Pulg. m.fl. 2019).



Figur 5-8: Alternativ til tradisjonell terskel, med buner og steinutlegg. Se at det anlegges en definert djupål, samtidig som hydrauliske konduktivitet opprettholdes. Pulg mfl. 2018.

5.6. Anbefalinger for habitattiltak

Strekningen forbi Eidsøy har med svært lite skjul og stort potensiale for tiltak. Strekkningen er preget av mye stilleflytende vann og finsediment, og de morfologiske endringene er betydelige. Tersklene har angivelig ført til ytterligere sedimentasjon av finsediment og reduksjon i andelen hulrom. Habitattiltak skal øke andelen skjul, gjenskape mer variasjon i strømning og tillate naturlige prosesser. Det anbefales at det først og fremst konsentreres om å forbedre forholdene i hovedløpene. Det anbefales en trinnvis tilnærming for etablering av habitattiltak, da det er en viss usikkerhet i hvordan systemet responderer.

Trinn 1 - Habitattiltak for økt skjul og variasjon i strømning. Harving av elvebunn kan kombineres med grus- og steinutlegg i langsgående grusbanker og etablering av djupål (0,5 -1,5 m). De største steinene kan samtidig brukes til å forankre rotvelter for ytterligere skjul. Trinn 1 for habitattiltak er presentert i Figur 5-9 og Vedlegg 3.

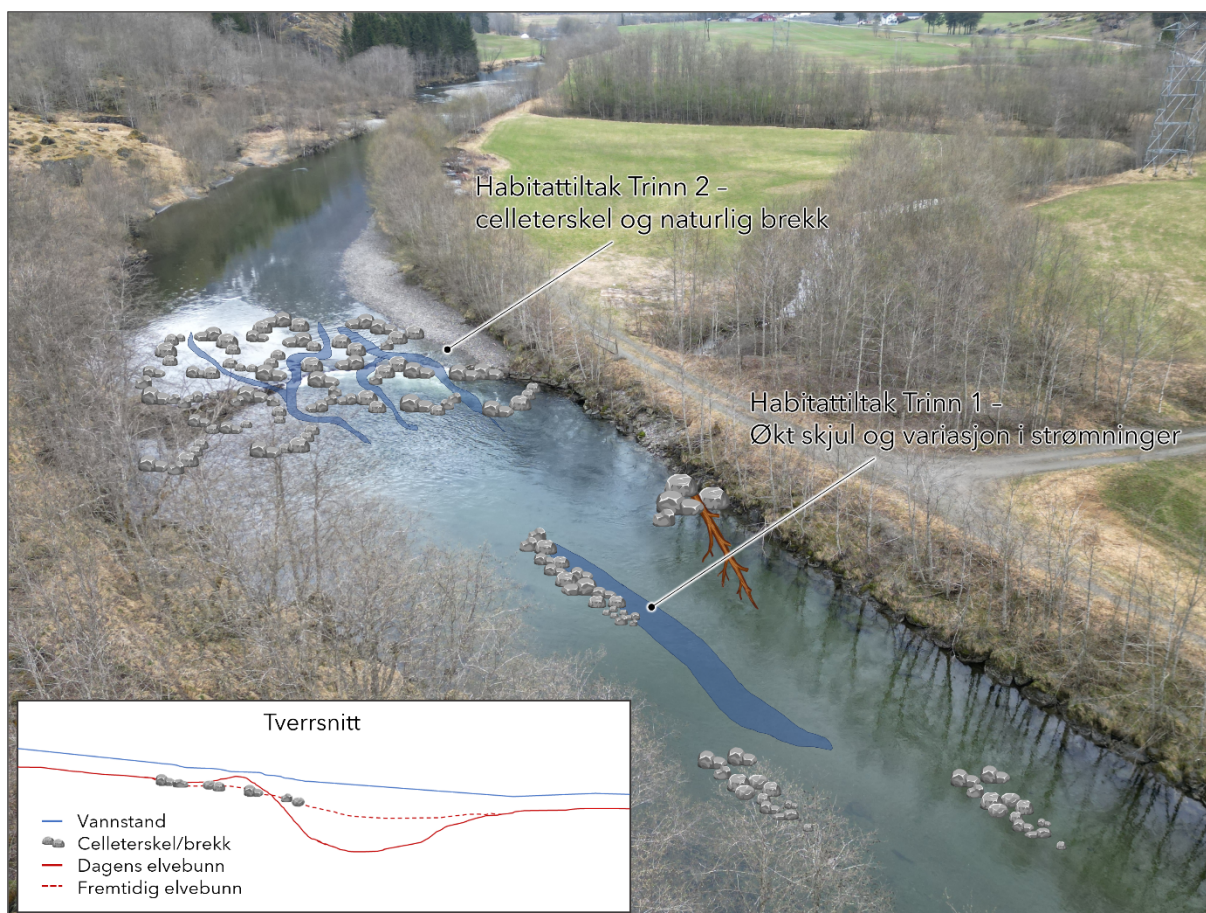


Figur 5-9: Trinn 1 for habitattiltak ved Eidsøy. Dronefoto: Hydro Energi AS.

Trinn 2 - Ombygging av terskler for å tilbakeføre elva til en mer naturtypisk morfologi. Dette vil skape variasjon og økt skjul over et lengre strekke, sammenlignet med dagnes terskler. Utfordringen er at dagens elvebunn er stabilisert og tersklene er implementert, både i forhold til fisk og massetransport.

Det er en viss usikkerhet knyttet til ombyggingen og effekten av det endelige resultatet. Det anbefales derfor at arbeidet innledes med ombygging av en enkelt terskel (terskel nr 5, ved utløpet av sideløpet rundt Eidsøy). Dersom ombyggingen viser seg å ha en betydelig positiv effekt, kan samme fremgangsmåte benyttes på flere strekninger.

Tenkt utforming og plassering for ombygging av terskel er presentert Figur 5-10 og i Vedlegg 4.



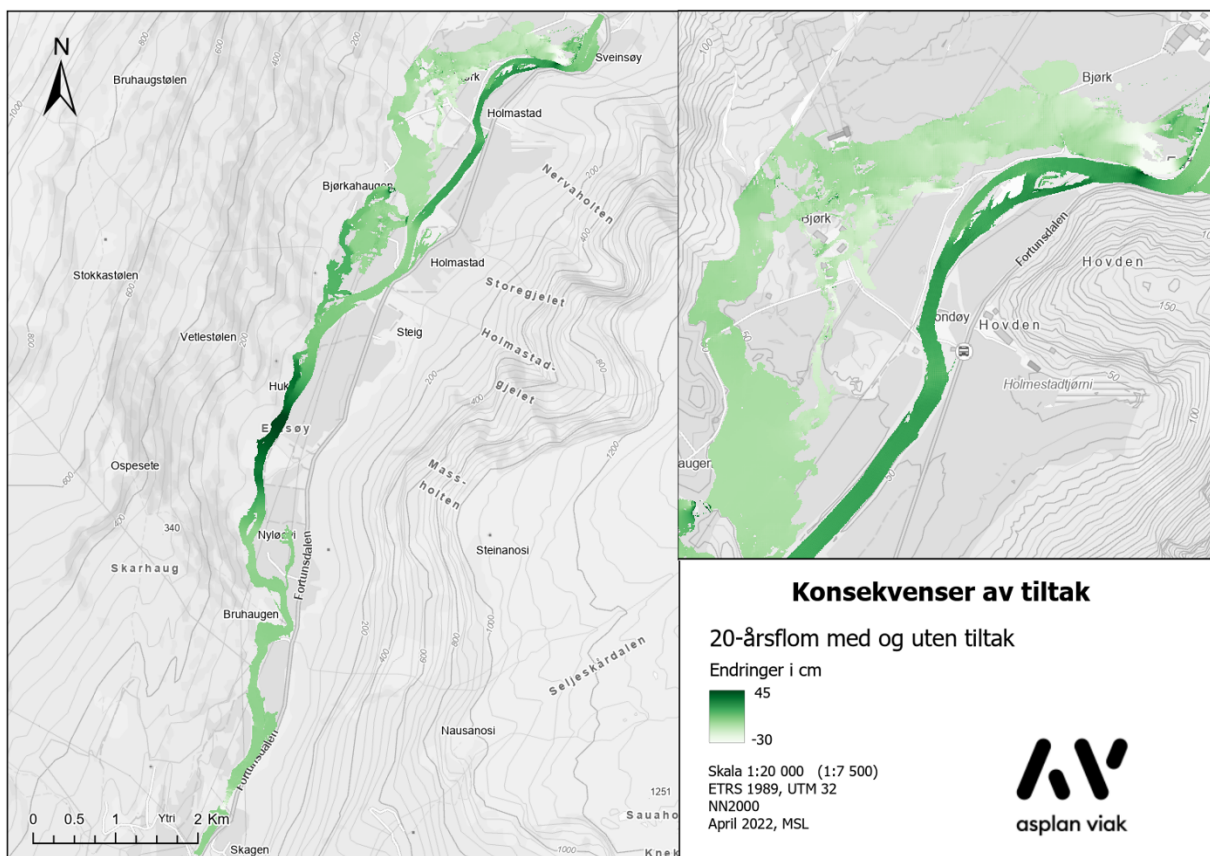
Figur 5-10: Trinn 2 for habitattiltak ved Eidsøy - Ombygging av terskel til et "naturlig brekk" og utjevning av den dype kulpen. Dronefoto: Hydro Energi AS.

5.7. Konsekvenser av habitattiltak

Tiltak i elveleiet som øker vannstanden og forbedrer forholdene for fisk og bunndyr, kan potensielt forverre flomsituasjonen da det blir økt oppstuvning. For å undersøke effekten av de tiltakene som er vurdert, er det gjennomført en modellering der ruheten i de aktuelle strekningene er økt. For Haugelvi og Øvelandsgrovi, samt en strekning i hovedelva ved Eidsøy-Nyløy, er ruheten økt med 35 % og terrenget er endret for å etterligne ombygde terskler. Resultatene er presentert i Figur 5-11.

Det er ikke tatt høyde for at tidligere flomløp blir tilkoblet hovedløpet. Gjenåpning av sideelver og flomløp vil gi økt kapasitet og kontroll på flomvann – og følgelig en positiv effekt på flomsituasjonen. Dette er derimot ikke tatt høyde for i utredelsen av konsekvenser av habitattiltak.

Totalvurderingen er at tiltakene ikke medfører en økt flomfare eller en betydelig forverring av flomsituasjon.



Figur 5-11: Beregning av endringer i vannstand som en konsekvens av økt ruhet etter etablering av tiltak. Endringene anses som akseptable.

6. Øvelandsgrovi og Haugelvi

6.1. Behovet til tiltak

Etter flommen i 2018 ble det store skader på dyrkamark og terrenget generelt rundt Bjørk og de aktuelle sideelvene, Haugelvi og Øvelandsgrovi. Figur 6-1 viser hvor stor oversvømmelse og skader flommen etterlot seg. I påfølgende år har skadene blitt utbedret, og elvene er tilbakeført til sine tidligere løp. I opprydningsarbeidet kan det se ut som at fisk og naturtilpassing ble tilsidesatt.



Figur 6-1: Oversvømmelse og erosjonsskader etter flommen i 2018. Skjermdump av dronevideo (filmet av Ole Gudmund Bjørk) fra rett etter flommen, 15.10.18. **A)** Bjørk går, oversvømt og mye skade på dyrkamark. **B)** Haugelvi har erodert kraftig i yttersving og tatt et nytt flomløp ved Bjørkahaugen. **C)** Haugelvi går flomstor og har erodert kraftig på dyrkamark. **D)** Øvelandsgrovi og tilstøtende landbruksareal er kraftig oversvømt.

Dagens fluviale morfologi er svært homogen og det er marginalt med skjul, variasjoner i strømning og kantvegetasjon er tilnærmet fraværende. Disse sideelvene er viktige oppvekstområder for laksefisk, men etter flommen har vilkårene blitt endret. Ved Øvelandsgrovi ser det ut til at en stikkrenne ved utløpet utgjør et vandringshinder.

Med bakgrunn i overnevnte argumentasjon er restaurering av naturtyper og habitatforbedrende tiltak nødvendig. Det er viktig at tiltakene utformes med en helhetlig

tilnærming, slik at interesser for fisk, landbruk og flommer blir ivaretatt. Denne fremgangsmåten vil øke sannsynligheten for suksess over tid.

Dagens tilstand i Haugelvi og Øvelandsgrovi er presentert i Figur 6-2 og Figur 6-3.



Figur 6-2: Haugelvi i mai 2023, dronebilder er tatt av Hydro Energi AS. **A)** Homogen strømning, lite skjul og kantvegetasjon. Erosjonssår etter 2018-flommen er utbedret og breddene er glattet ut. **B)** Gresskledd kant, stilleflytende vann med lite variasjon i strømning. **C)** Yttersving ved Bjørkhaugen gjenoppbygd og plastret med store blokker etter at flommen tok nytt løp. Merk det svarte pumpehuset som referansepunkt. **D)** Strekningen nedstrøms pumpehuset har noe mer kantvegetasjon, variasjon i grunnforhold og skjul, men fremdeles relativt glatt og homogen.



Figur 6-3: Øvelandsgrovi i mai 2023. Dronefoto: Hydro Energi AS. **A)** Utløpet i Fortunselvi er delvis sperret av en fylling med to mindre rør. **B)** Oversiktsbilde. **C)** To rør oppstrøms i et svært stilleflytende parti. **D)** Rotvelt og variasjon i bunnforhold.

Elveklasser, morfologisk utvikling og flomsituasjon er beskrevet i foregående kapittel 5. I kapittel 5.7 beskrives hvordan habitatforbedrende tiltak i sideelvene potensielt kan påvirke flomsituasjonen.

6.2. Habitattiltak i Haugelvi

Anbefalte tiltak i Haugelvi er å gjenskape naturlig variasjon i strømning, bunnforhold og gi økt skjul for yngel og ungfisk. Prinsippskisser for tiltakene er presentert i Figur 6-4, samt Vedlegg 5. Det handler i stor grad om å tilføre grov stein og trevirke eller rotvelt, i det som i dag er beskrevet som en svært homogen og livløs elvestrekning. Steinutlegget kan variere fra grus (1-10 cm) og stein/blokk mellom 0.5-1.0 meter. For å forankre rotveltene kan enden graves ned under et par store steiner.

Fotomontasjene i Figur 6-5 illustrer hvordan Haugelvi kan bli seende ut etter etablering av habitattiltak.



Figur 6-4: Prinsippskisser for habitattiltak i Haugelvi. Hensikten er å gjenskape mer variasjon i strømning og bunnforhold, gjenetablere kantvegetasjon og generelt bryte opp en ellers steril kanal. Tiltakene vil gjenopprette Haugelvi som et viktig oppvekstområde for fisk. Dronefoto: Hydro Energi AS



Figur 6-5: Fotomontasjer med før- og etterbilder for å illustrere hvordan Haugelvi kan bli seende ut etter habitatforbedrende tiltak. Dronefoto: Hydro Energi AS

6.3. Habitattiltak i Øvelandsgrovi

Stikkrennen der Øvelandsgrovi munner ut i Fortunselvi, har uheldig utforming og kan utgjøre et vandringshinder, spesielt på lavere vannføringer. For at habitattiltak videre i Øvelandsgrovi skal være hensiktsmessige, burde gjennomløpet byttes med ett større rør eller en enkel platebru, med gjennomgående bunnsstrat eller små terskler av tre med lavvannsrenne. Se *"Slipp fisken frem!"* eller *"Frie fiskeveier - utbedring av vandringshinder for fisk."* for detaljer rundt utforming av fiskevennlige stikkrenner. Bunnen av rørene burde senkes slik at det ikke blir et dropp ved utløpet. Dagens situasjon, skjematisk tverrsnitt og mulig fremtidig utforming er presentert i Figur 6-6.



Figur 6-6: Stikkrennen like ved Øvelandsgrovns utløp i Fortunselvi burde utbedres. Dagens gjennomløp kan utgjøre en flaskehals for yngel og ungfisk. For at habitattiltak i Øvelandsgrovi skal bli vellykket, må først denne stikkrennen utbedres slik at fisk kan vandre fritt. Større dimensjon på gjennomløpet (Ø600mm - 1000mm) vil også forbedre flomsituasjonen - prinsippsskisse for utforming av gjennomløp og mulig fremtidig utseende er presentert i figuren. Dronefoto: Hydro Energi AS

Habitattiltak i Øvelandsgrovi omfatter tiltak som skal gi mer skjul for fisk og variasjon i strømningsforhold, utlegg av steiner og blokk, kombinert med rotvelter vil skape ønsket uttrykk. Tiltakene er skjematisk fremstilt i Figur 6-7 og i Vedlegg 6. Det vil også være mulig å grave ut et lag av fint sediment, som byttes ut med grus (1-10 cm), da særlig i de strekningene der vannet har noe mer hastighet. Her må det regnes med noe vedlikehold (ripping). På østsiden av Øvelandsgrovi er det mye landbruksareal, helt inntil elvekanten. Vannet har gradvis blitt kanalisert av landbruket, og kantvegetasjon er fjernet. Et viktig habitattiltak vil være å reetablere en del kantvegetasjon, det vil gi et rikere økologisk samspill, det skaper skjul for fisk, og ikke minst vil kantvegetasjonen fungere som en

buffersone for avrenning fra landbruket. Total strekning som kan utbedres er omtrentlig 550 m. Tilkomst er relativt uproblematisk, men reetablering av kantvegetasjon må koordineres med grunneiere og bonden.



Figur 6-7: Prinsippskisse for tenkte habitattiltak i midtre del av Øvelandsgrovi. Kantvegetasjon, steinutlegg og noen rotvelter vil gi økt skjul og mer variasjon i strømming. Kantvegetasjon vil samtidig fungere som buffersone for avrenning fra landbruket. Dronefoto: Hydro Energi AS.



Figur 6-8: Fotomontasje (før/etter) for å vise hvordan Øvelandsgrovi kan bli seende ut etter habitatforbedrende tiltak. Kantvegetasjonen mot landbruket er gjenetabler, det er tilført større stein i elveløpet for variasjon og skjul, samt at kulverten er utbedret til en mer fiskevennlig konstruksjon. Dronefoto: Hydro Energi AS.

7. Konklusjon

Basert på en grundig vurdering av hydrologiske forhold og en helhetlig tilnærming, gjelder følgende anbefalinger for haibtattiltak og overlevelsesgroper i Fortunselvi:

- **Øyane Midtre** er egnet for etablering av overlevelsesgroper over en lengre strekning. Tiltaket er fordelt på to områder med bunnsenk, etablering av djupål og strategiske steingrupper, samt kantvegetasjon. Områdene skilles av et "naturlig brekk", bygd opp av større stein og blokker. Inngrepene ivaretar hydrauliske forhold i en seksjon med stort potensiale for massetransport, i en strekning som er svært bearbeidet.
- **Øyane Nedre** er velegnet for overlevelsesgrop gjennom enkle forbedringer av en naturlig kulp. Djupål og steinutlegg, samt kantvegetasjon og rotvelt, er tiltak som skaper flere standplasser og skjul for fisk. Steingrupper ved innløpet vil bremse massetransporten og minske sedimentasjon i kulpen.
- **Habitattiltak Eidsøy** innebærer en trinnvis tilnærming, der formålet er å skape mer skjul og variasjon. Trinn 1 er utlegg av grov grus, steingrupper og rotvelter, kombinert med ripping. I tillegg etablering av djupål (djuprenner). Trinn 2 er å bygge om dagens tradisjonelle terskler for å etterligne naturlige brekk som kan gjenskape en mer naturlig massetransport.
- **Habitattiltak Haugelvi** vil være å tilbakeføre elva i til en mer naturtro tilstand og med det igjen bli et viktig oppvekstområde for fisk. Utlegg av steingrupper, grus og rotvelter skaper skjul og variasjon i strømminger. Kantvegetasjonen må reetableres langs mer eller mindre hele strekningen. Elveleiet vil oversvømmes ved flom.
- **Habitattiltak Øvelandsgrovi** vil være å utvide dagens stikkrenne for å sikre mulighet for oppgang av fisk og betydelig mindre oppstuvning og forbedret hydrauliske forhold. Kantvegetasjon må reetableres i buffersonene mot landbruket og for å stabilisere bredden. Stein- og grusutlegg i tillegg til rotvelter gir økt skjul og bedre oppvekstsvilkår.

Kilder

- **Fergus, T. mfl.** (2010). *Vassdragshåndboka: Håndbok i vassdragsteknikk*. 2. utg. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- **HEC** (2022). *HEC-RAS User's Manual*. U.S Army Corps of Engineers' River Analysis System (HEC-RAS). V6.1
- **Kartverket** (2016). Høydedata Laserinnsyn - NVE Flaum Skjolden i Luster 2018, 2 pkt.
- **Miljødirektoratet** (2002). *Slipp fiske fram! Fiskens Vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner*. Tidligere Direktoratet for Naturforvaltning.
- **NVE** (2022). *Veileder for flomberegninger*. NVE Rapport 01/2022.
- **NVE** (2020). *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE Rapport 10/2020.
- **NVE** (2021). *Sikringshåndboka*. Modul F1.002: Hvordan lese et vassdrag? - Grunnleggende vassdragshydraulikk. Sist revidert 16.06.2021.
- **Norsk Klimaservicesenter** (2022). *Klimaprofil Sogn og Fjordane - Norsk klimaservicesenter*. [Klimaprofil Sogn og Fjordane - Norsk klima service senter](#), Lastet ned april 2022.
- **Pulg, U., m.fl.** (2018). *Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: god praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker*. NORCE LFI rapport 296.
- **Rådgivende Biologer** (2016) *Fornytt reguleringskonsesjon i Fortun. Status for fisk og forslag til tiltak*. B.A. Hellen, H. Sægrov, M. Kambestad.
- **Statens Vegvesen** (2015). *Frie fiskeveier - utbedring av vandringshinder for fisk*. Ø. Haugland og I. Vågnes Hjelle.

Vedlegg

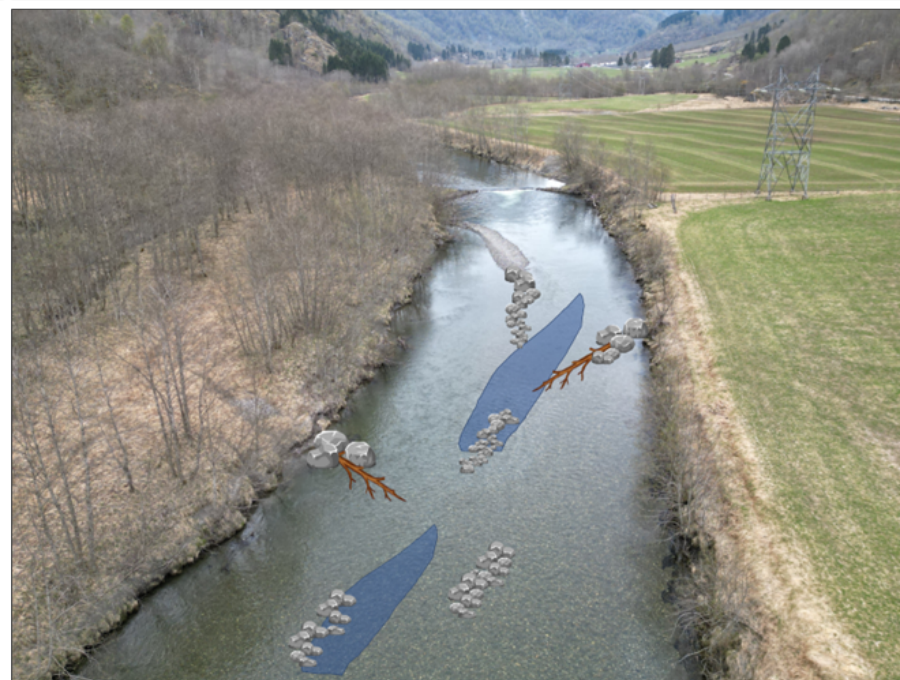
- **Vedlegg 1** - Overlevelseshogroper Øyane Midtre
- **Vedlegg 2** - Overlevelseshogrop Øyane Nedre
- **Vedlegg 3** - Habitattiltak Eidsøy Trinn 1
- **Vedlegg 4** - Habitattiltak Eidsøy Trinn 2
- **Vedlegg 5** - Habitattiltak Haugelvi
- **Vedlegg 6** - Habitattiltak Øvelandsgrovi

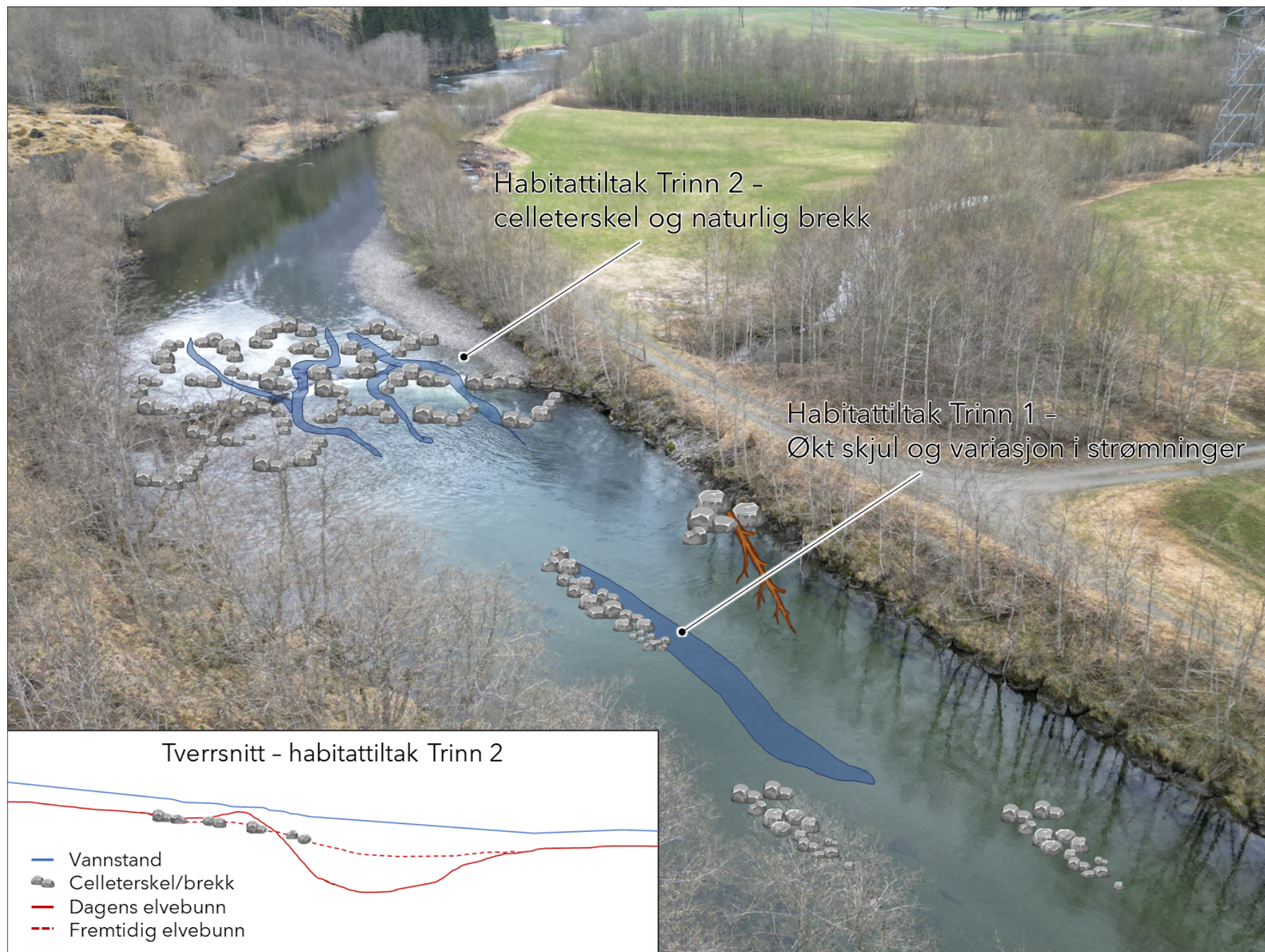






- Djupål 0,5 -1 m
- Steinutlegg
- Rotvelt















asplan viak